Universidade Federal do Sul da Bahia - UFSB
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais - PPGCTA

Flora Balcão Agnelli

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NA REGIÃO COSTEIRA DE PORTO SEGURO, EXTREMO SUL DA BAHIA

Orientadora: Profa Dra. Catarina da Rocha Marcolin

Coorientador: Prof Dr. Ângelo Teixeira Lemos

PORTO SEGURO - BA

NOVEMBRO - 2022

Flora Balcão Agnelli

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NA REGIÃO COSTEIRA DE PORTO SEGURO, EXTREMO SUL DA BAHIA

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Sul da Bahia e Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais para obtenção do Título de Mestre em Ciências e Tecnologias Ambientais.

Orientadora: Profa Dra. Catarina da Rocha Marcolin

Coorientador: Prof Dr. Ângelo Teixeira Lemos

PORTO SEGURO - BA
NOVEMBRO - 2022

Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB)
Sistema de Bibliotecas (SIBI)

A272d Agnelli, Flora Balcão, 1989 -
Distribuição espacial da comunidade zooplânctônica na região costeira de Porto Seguro, Extremo Sul da Bahia. / Flora Balcão Agnelli. – Porto Seguro, 2023.
51 f.

Orientadora: Profa. Dra. Catarina da Rocha Marcolin
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Sul da Bahia. Centro de Formação em Ciências Ambientais. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais. Campus Sosígenes Costa.

1. Copepoda. 2. Abundância. 3. Diversidade. I. Marcolin, Catarina da Rocha. II. Título.

CDD – 595.38

Elaborado por Lucas Sousa Carvalho - CRB-5/1883

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA NA REGIÃO COSTEIRA DE PORTO SEGURO, EXTREMO SUL DA BAHIA

Comissão Julgadora

Prof.ª Dr.ª Andrea Santarosa Freire
UFSC

Prof.ª Dr.ª Gleice de Souza Santos
USP

Prof. Dr. Marcos Bernardes
UFSB

Aprovada em: dia mês ano (___/___/_____)
Local da Defesa:

ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO NO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Aos trinta dias do mês de novembro do ano de 2022, às 08h30, via webconferência, por meio da sala virtual com link de transmissão https://meet.google.com/roe-xkte-osn, reuniram-se os/as membros/as da banca examinadora composta pelos/as docentes Dra. CATARINA DA ROCHA MARCOLIN (orientador/a e presidente/a da banca), Dra. ANDREA SANTAROSA FREIRE (membra externa ao Programa), Dra. GLEICE SOUZA SANTOS (membra externa ao Programa) e Dr. MARCOS EDUARDO CORDEIRO BERNARDES (membro interno ao Programa), a fim de arguirem a mestranda FLORA BALCÃO AGNELLI na defesa de sua dissertação de mestrado, cujo trabalho de pesquisa intitula-se "Distribuição espacial da comunidade zooplanctônica na região costeira de Porto Seguro, extremo sul da Bahia". Aberta a sessão pelo/a presidente/a da mesma, coube ao/à candidato/a, na forma regimental, expor o tema de sua dissertação, dentro do tempo regulamentar, sendo em seguida questionado/a pelos/as membros/as da banca examinadora, tendo dado as explicações que foram necessárias. Após reunião em sessão secreta, os/as membros/as da banca consideraram a dissertação:

(X) Aprovada ( ) Reprovada

BANCA EXAMINADORA:

Documento assinado digitalmente
gov.br CATARINA DA ROCHA MARCOLIN
Data: 30/11/2022 12:01:52-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Documento assinado digitalmente
Andrea Santarosa Freire
Data: 30/11/2022 13:08:15-0300
CPF: ***.565.237-**
Verifique as assinaturas em https://v.ufsc.br

Dra. CATARINA DA ROCHA MARCOLIN (UFSB/PPGCTA)
Orientadora e Presidenta da banca

Documento assinado digitalmente
gov.br GLEICE DE SOUZA SANTOS
Data: 02/12/2022 11:48:17-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Dra. GLEICE SOUZA SANTOS (USP)
Membra externa

Dra. ANDREA SANTAROSA FREIRE (UFSC)
Membra externa

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCOS EDUARDO CORDEIRO BERNARDES
Data: 05/12/2022 15:27:45-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Dr. MARCOS EDUARDO CORDEIRO BERNARDES (UFSB)
Membro interno

Documento assinado digitalmente
gov.br FLORA BALCAO AGNELLI
Data: 07/12/2022 22:00:39-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

FLORA BALCÃO AGNELLI
Nome da discente

Webconferência, 30 de novembro de 2022.

PARECERES DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA:

(exceto presidente/a)

MEMBRO/A	SIGLA DA INSTITUIÇÃO	PARECER
Dra. ANDREA SANTAROSA FREIRE	UFSC	Aprovado
Dra. GLEICE SOUZA SANTOS	USP	Aprovado
Dr. MARCOS EDUARDO CORDEIRO BERNARDES	UFSB	Aprovado
CONCEITO FINAL		**Aprovado**

Conforme o Regimento Interno do PPGCTA (2016, p. 23):

> **Art. 64º.** O estudante será considerado aprovado se obter parecer favorável de no mínimo dois (2) membros da banca examinadora. Parágrafo único – O/A estudante que tiver seu trabalho de conclusão reprovado será desligado/a do Programa, sendo permitido, a critério do Colegiado, submeter-se a novo julgamento, dentro do prazo máximo de seis meses para o Mestrado.

Em caso de **reprovação**, a banca pode indicar neste espaço as razões que embasaram tal decisão:

Outras **recomendações** da banca examinadora (OPCIONAL):

gov.br Documento assinado digitalmente
CATARINA DA ROCHA MARCOLIN
Data: 30/11/2022 11:59:28-0300
Verifique em https://verificador.iti.br

Dra. CATARINA DA ROCHA MARCOLIN (UFSB / PPGCTA)
Presidenta da banca

Dedico este trabalho a
todos aqueles que
contribuíram com sua
realização.

AGRADECIMENTOS

Chego ao fim do mestrado depois de uma pandemia e uma gestação! Encerro esse ciclo mais forte e realizada. Gostaria de agradecer a minha orientadora Catarina Marcolin, pela parceria, empatia e confiança me incentivando em todas as minhas ideias, estando ao meu lado em todos os desafios na minha trajetória do mestrado. Também agradeço ao meu coorientador Ângelo Lemos, pela parceria e suporte.

À Capes pela bolsa de estudos e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Criação e Inovação (PROPPG) da UFSB pelo recurso para compra de insumos e realização das saídas de campo em Arraial d'Ajuda e Recife de Fora.

À Secretaria de Meio Ambiente do Município de Porto Seguro por fornecer uma embarcação para as saídas de campo no Rio Buranhém.

Ao aluno de Iniciação Científica do Laboratório de Estudos Planctônicos e Divulgação Científica, Luca e aos alunos do curso de Oceanologia da UFSB que participaram de eventuais campanhas contribuindo muito para o esforço amostral!

Aos meus colegas de mestrado, em especial Gabriela e Leandro que mesmo em isolamento se fizeram presentes. A todos os meus amigos, que de perto ou longe sempre me apoiaram e me deram força para alcançar meus sonhos.

À minha família, que sempre torceu pelo meu sucesso. À minha filha por ser minha maior motivação. Ao meu companheiro Bernardo pelo apoio, incentivo e paciência nos últimos meses. À minha sogra Beatriz pela parceria nos cuidados com minha filha. Aos meus pais, por toda a estrutura e carinho, que sempre me apoiaram nas minhas escolhas, dos quais me orgulho muito e tenho como exemplo na minha vida.

"A ciência é mais que um corpo de conhecimento, é uma forma de pensar, uma forma cética de interrogar o universo, com pleno conhecimento da falibilidade humana." - Carl Sagan

Distribuição espacial da comunidade zooplanctônica na região costeira de Porto Peguro (16º22’47.10” S à 16º33’54.00” S), extremo sul da Bahia

Resumo

O monitoramento das comunidades do zooplâncton é uma ferramenta útil para identificar alterações ambientais e contribuir para a conservação da biodiversidade em escala global, devido à importância trófica deste grupo. Copepoda é o grupo mais abundante do zooplâncton e sua diversidade, curto ciclo de vida e versatilidade alimentar, fazem deste grupo um bom bioindicador ambiental. A foz do Rio Buranhém, principal rio do município, se encontra no centro da cidade de Porto Seguro, no extremo sul da Bahia. A costa dessa região é permeada por formações recifais, incluindo áreas marinhas protegidas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a distribuição espacial da comunidade mesozooplanctônica, com ênfase em Copepoda, para compreender possível influência do rio Buranhém para as zonas recifais e Plataforma Continental Interna adjacente à região costeira. Esta dissertação está dividida em dois capítulos. Inicialmente fizemos uma revisão bibliográfica para descrever o atual cenário da pesquisa planctônica no Brasil, principalmente no Nordeste. No segundo capítulo, fornecemos a primeira lista de espécies de Copepoda compreendida a região costeira de Porto Seguro e descrevemos os aspectos relacionados à variação espacial da comunidade mesozooplanctônica entre os diferentes ambientes estudados, com ênfase em Copepoda. As amostras foram coletadas em quatro ambientes: estuário, Plataforma Continental Interna, costa e recife; totalizando 41 amostras em cinco campanhas. Coletamos zooplâncton por meio de arrastos verticais com rede cônica simples (200µm) e preservamos em formaldeído 4%, para posterior triagem e identificação em laboratório. Realizamos perfis verticais de temperatura e salinidade, e a profundidade do disco de Secchi, além do levantamento de dados para vento, vazão e pluviosidade para a caracterização ambiental. Os ambientes estuarino e costeiro tiveram maior diversidade de Copepoda em oposição ao recifal e de Plataforma Continental Interna. Foi possível caracterizar os diferentes ambientes de acordo com a estrutura da comunidade do mesozooplâncton. Discutimos como os parâmetros de salinidade, temperatura, pluviosidade e a vazão do Rio Buranhém influenciaram na estrutura da comunidade do mesozooplâncton costeiro.

Palavras-chave: Copepoda, abundância, diversidade.

Zooplankton spatial distribution over the coastal region of Porto Seguro (16º22’47.10” S à 16º33’54.00” S), Southern Bahia

Abstract

Zooplankton communities monitoring is a powerful tool to identify environmental changes and contributes to the biodiversity conservation on a global scale due to its trophic importance. Copepod is the most abundant zooplankton group and its diversity, short life cycle and broad feeding strategies make this group a good environmental bioindicator. The Buranhém River is the main river of Porto Seguro at the South of Bahia coast. This study aims to identify the spatial distribution of the mesozooplanktonic community focusing on copepod, to identify the influence of the Buranhém River to the reef and inner shelf adjacent areas. This dissertation is composed by two chapters. The first one is a literature review that describes the zooplankton research status in Brazil, especially in Northwest region. The second chapter we provide the first coastal Copepoda species list of Porto Seguro and describe aspects of the mesozooplakton community spatial variability between the four different environments focusing on copepod. We collected fourty-one samples in four environments: estuary, inner shelf, coast and coral reef. We obtained zooplankton samples through vertical hauls with simple conical plankton net (200-µm mesh size) and preserved on 4% formaldehyde for further lab analyses. We performed vertical profiles of temperature and salinity, and the depth of a Secchi disk. In addition, we survey wind, river discharge and rainfall data for environmental characterization. The Copepoda diversity was higher on the estuarine and coastal environment in opposition to the coral reef and Inner Shelf. The different environment was featured according to the mesozooplankton community structure. We also found the influence of the salinity, temperature, rainfall and Buranhém river discharge in the coastal mesozooplankton community.

Keywords: Copepod, abundance, diversity.

Lista de figuras

Figura 1: Mapa da área amostral com os pontos de coletas de todas as campanhas. As diferentes cores representam os diferentes ambientes amostrados..... 43
Figura 2: Diagrama de temperatura (ºC) e salinidade (PSU) com escala de cor para profundidade e densidade da água com todos os pontos de coleta, onde AC = Água Costeira, AT = Água Tropical, RBS = Rio Buranhém sul, RBN = Rio Buranhém norte, PI = Plataforma Continental Interna, RF = Recife de Fora e AD = Arraial d'Ajuda..... 47
Figura 3: vazão média do Rio Buranhém ($m^3.s^{-1}$) e pluviosidade média (mm) nos 14 dias antecedentes à campanha. RBS: Rio Buranhém Sul; PI: Plataforma Continental Interna de Arraial d'Ajuda; RBN: Rio Buranhém Norte; AD: região costeira de Arraial d'Ajuda; RF: Recife de Fora..... 49
Figura 4: Distribuição espacial da abundância do mesozooplâncton ($ind.m^{-3}$) nas estações oceanográficas das campanhas Sul e Norteda pluma do Rio Buranhém, no Recife de Fora e na costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial d'Ajuda, Porto Seguro, Bahia..... 52
Figura 5: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta das campanhas Norte Sul da pluma do Rio Buranhém. Utilizar a Figura 1 para localizar as amostras no mapa da área de estudo..... 53
Figura 6: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta na Plataforma Continental Interna. 54
Figura 7: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta na costa de Arraial d'Ajuda..... 54
Figura 8:Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta no Recife de Fora.. 54
Figura 9: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) dos grandes grupos que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta. Crus: Crustacea (náulio); Appe: Appendicularia; Cope: Copepoda; Cirri: Cirripedia; Poly: Polychaeta; Deca: Decapoda; Hydr: Hydromedusa; Brac: Brachyura (zoea); Bryo:

Bryozoa; Ostr: Ostracoda; Siph: Siphonophora; Gast: Gastropoda; Troc: Trocophora; Biva: Bivalvia; Cres: Creseis spp.; Chae: Chaetognatha; Holo: Holothuroidea. 56
Figura 10: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta das campanhas da pluma do Rio Buranhém. 59
Figura 11: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta da Plataforma Continental Interna..... 60
Figura 12: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta na costa de Arraial d'Ajuda. 60
Figura 13: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta do Recife de Fora. 61
Figura 14: Análise de Redundânciabaseada em distâncias (dbRDA) os dados oceanográficos (temperatura e salinidade) e as espécies de Copepoda que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta. Cala: Calanoida; Supi: *Subeucalanus pileatus*; Ceve: *Centropages velificatus*; Tetu: *Temora turbinata*; Test: *Temora stylifera*; Caam:*Calanopia americana*; Pasp: Paracalanidae; Paac: *Paracalanus aculeatus*; Paqu: *Paracalanus quasimodo*; Pacr: *Parvocalanus crassirostris*; Paca: *Paracalanus campaneri*; Dese: *Delibus sewelli*; Psac: *Pseudodiaptomus acutus*; Acli: *Acartia lilljeborgii*; Cysp: Cyclopoida; Ongi: *Onychocorycaeus giesbrechti*; Diam: *Ditrichocorycaeus amazonicus*; Onsp: Oncaeia spp.; Oihe: *Oithona hebes*; Oios: *Oithona oswaldocruzi*; Oina: *Oithona nana*; Oisi: *Oithona simplex*; Goro: *Goniopsyllus rostratus*; Euac: *Euterpina acutifrons*. 61
Figura S 1: perfis de salinidade e temperatura das amostras de cada campanha (RBS e RBN). 76
Figura S 2: perfis de salinidade e temperatura das amostras de cada campanha (PI, AD e RF). 77
Figura S 3: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) de espécie de Copepoda que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta. Cala: Calanoida; Supi: *Subeucalanus pileatus*; Ceve: *Centropages velificatus*; Tetu: *Temora turbinata*; Test: *Temora stylifera*; Caam: *Calanopia americana*; Pasp: Paracalanidae; Paac: *Paracalanus aculeatus*; Paqu: *Paracalanus quasimodo*; Pacr: *Parvocalanus crassirostris*; Paca: *Paracalanus campaneri*; Dese: *Delibus sewelli*; Psac: *Pseudodiaptomus acutus*; Acli: *Acartia lilljeborgii*; Cysp: Cyclopoida; Ongi:

Onychocorycaeus giesbrechti; Diam: *Ditrichocorycaeus amazonicus*; Onsp: Oncaeia spp.; Oihe: *Oithona hebes*; Oios: *Oithona oswaldocruzi*; Oina: *Oithona nana*; Oisi: *Oithona simplex*; Goro: *Goniopsyllus rostratus*; Euac: *Euterpina acutifrons*..... 78

Lista de tabelas

Tabela 1: Média (ind.m^{-3}), desvio padrão (DP), abundância relativa (AR %) e frequência de ocorrência (F %) dos grandes grupos identificados ao Sul e Norte do Rio Buranhém, Recife de Fora, costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial D'Ajuda. .. 50
Tabela 2: resultaldo da PERMANOVA. Df = grau de liberdade, R^2 = proporção de explicação, F = resultado do test F, Pr(>F) = p calculado via permutação..... 55
Tabela 3: Abundância média (ind.m^{-3}), desvio-padrão (DP), abundância relativa (RA %) e frequência de ocorrência (F %) dos taxa de Copepoda ao Sul e Norte do Rio Buranhém, Recife de Fora, costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial D'Ajuda. .. 56
Tabela S 1: Studies performed between the years 2000-2020 in the Brazilian coast, detailed by location, region, environment and plankton size fraction or taxonomic classification. 34
Tabela S 2: data, hora e coordenadas geográficas dos pontos de coleta separados por campanhas. 74
Tabela S 3: Riqueza dos grandes grupos, riqueza, índice de diversidade de Shannon e índice de similaridade de Pielou de Copepoda. 75

Sumário

1 INTRODUÇÃO GERAL 17
1.1 RELEVÂNCIA ECOLÓGICA DO ZOOPLÂNCTON 17
1.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ZOOPLÂNCTON COSTEIRO E ESTUARINO NO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL 18
1.3 DINÂMICA DO ZOOPLÂNCTON COSTEIRO 19
2 HIPÓTESE DO ESTUDO 21
3 OBJETIVO GERAL 22
4 OBJETIVO ESPECÍFICOS 22
5 Marine mesozooplankton studies in the Brazilian coast between the years 2000-2020 23
5.1 ABSTRACT 23
5.2 RESUMO 24
5.3 INTRODUCTION 25
5.4 MATERIALS AND METHODS 25
5.5 RESULTS AND DISCUSSION 26
5.5.1 Mesozooplankton From Brazil 26
5.5.2 Mesozooplankton From Northeastearn Brazil 28
5.5.3 An Overview of the Years 2000-2020 28
5.6 CONCLUSIONS 29
5.7 ACKNOWLEDGEMENTS 30
5.8 REFERENCES 31
5.9 SUPPLEMENTARY MATERIAL 34
6 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA E DA ASSEMBLEIA DE COPEPODA EM DIFERENTES AMBIENTES MARINHOS NA COSTA DO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL 38
6.1 RESUMO 38
6.2 INTRODUÇÃO 39
6.3 MATERIAL E MÉTODOS 41
6.3.1 Área de estudo 41
6.3.2 Delineamento amostral 42
6.3.3 Análise laboratorial 44
6.3.4 Análise de dados 45
6.4 RESULTADOS 46
6.4.1 Análise hidrográfica 46
6.4.2 Variação espacial da comunidade mesozooplanctônica 49
6.4.3 Caracterização da Assembleia de Copepoda 56
6.5 DISCUSSÃO 62
6.6 CONCLUSÃO 68
6.7 REFERÊNCIAS 69
6.8 MATERIAL SUPLEMENTAR 74
7 CONCLUSÃO 79
8 REFERÊNCIAS 80

1 INTRODUÇÃO GERAL

1.1 RELEVÂNCIA ECOLÓGICA DO ZOOPLÂNCTON

O zooplâncton é o elo entre a produção primária e o restante dos níveis tróficos, incluindo vários crustáceos e peixes de interesse comercial (BOLTOVSKOY, 1981). Segundo Chiba *et al.* (2018), o monitoramento da diversidade do zooplâncton pode contribuir para a conservação da biodiversidade em escala global. Inclusive, de forma direta, ou indiretamente, o zooplâncton sustenta espécies ameaçadas de extinção como: aves marinhas, mamíferos aquáticos e tartarugas (RICHARDSON, 2008).

Características ecológicas do zooplâncton podem indicar alterações ambientais e auxiliar na compreensão de impactos em escala local e regional. Mudanças na temperatura da água, decorrentes do aquecimento global, podem causar mudanças na estrutura de tamanho da comunidade planctônica e consequentemente, interferir no tamanho da teia trófica marinha (CHIBA *et al.*, 2015); também pode causar mudanças biogeográficas e desacoplar níveis tróficos (zooplâncton e organismos planctívoros) (RICHARDSON *et al.*, 2006).

Copepoda, por exemplo, é o táxon mais abundante do mesozooplâncton (200 μm – 2 mm) na plataforma continental brasileira (BRANDINI *et al.*, 1997). Por serem organismos tão abundantes, com período de vida relativamente curto, versáteis na alimentação, e não serem de interesse comercial, os Copepoda são considerados bons bioindicadores ambientais (DOS SANTOS *et al.*, 2009). Impactos antrópicos em estuários tropicais podem ser mensurados com a avaliação da saúde da comunidade planctônica de acordo com a exposição a poluentes provenientes de aporte continental. Uma forma de fazer esta avaliação é através da comparação entre período seco e chuvoso e/ou maré vazante e enchente (ARAUJO *et al.*, 2008; DIAS *et al.*, 2018). Outros exemplos são: a avaliação de impactos ambientais, como a construção de um porto e dragagem de um estuário (PESSOA *et al.*, 2009; FORTE NETO *et al.*, 2014) e bioensaios toxicológicos (BERNEGOSSI *et al.*, 2018). Estes diagnósticos são feitos através da medida de fatores como a diversidade e abundância das espécies (JÚNIOR *et al.*, 2012).

O zooplâncton também tem importante papel no fluxo vertical de matéria orgânica, dado que a eliminação de carcaças e pelotas fecais contribui para o fluxo vertical de matéria orgânica, que sustenta a comunidade bentônica em ambientes profundos e

potencializa o processo de sequestro de CO_2 da atmosfera, num processo chamado de bomba biológica (RICHARDSON, 2008). Sendo assim, o estudo da distribuição de espécies do zooplâncton e sua conectividade entre ambientes marinhos e costeiros é fundamental para a compreensão de processos oceanográficos, sendo importante subsídio para a formulação de estratégias de conservação e manejo no gerenciamento costeiro (JONES *et al.*, 2007; COWEN & SPONAUGLE, 2009).

1.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ZOOPLÂNCTON COSTEIRO E ESTUARINO NO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL

A planctologia começou a crescer no Brasil a partir dos anos 60 com estudos de caracterização da comunidade planctônica e sua variação espaço – temporal em relação às massas de água predominantes (BRANDINI *et al*., 1997). A maior parte dos estudos no Atlântico Sudoeste Tropical estão localizados na região costeira, principalmente em estuários, analisando a variação de acordo com o gradiente de salinidade e conectividade com os ambientes vizinhos. Em contrapartida, são poucos os estudos em ilhas oceânicas e ambientes recifais, mesmo em ambientes de maior relevância, como Abrolhos. O grupo do zooplâncton mais estudado é Copepoda devido a sua maior abundância na comunidade zooplanctônica. Outras abordagens como análises sobre a estrutura de tamanhos, transporte, genética de populações, traços e diversidade funcional são relativamente recentes no Brasil.

A estrutura da comunidade zooplanctônica é fortemente influenciada pela disponibilidade de nutrientes e condições oceanográficas (CAMPELO *et al.*, 2019), principalmente por temperatura e salinidade, determinadas pelas massas de água atuantes no local. Geralmente, em regiões tropicais, o zooplâncton é mais abundante em ambientes estuarinos, ou em regiões costeiras influenciadas pelo deságue de rios. Nestes locais, sua distribuição espacial usualmente segue o gradiente horizontal crescente de salinidade à medida que se afasta da costa (NEUMANN – LEITÃO *et al.*, 2018; NEUMANN – LEITÃO *et al.*, 2019). Na zona tropical as estações do ano não são muito definidas e a principal diferença ambiental é definida pelos períodos chuvoso e seco e por fenômenos oceanográficos regionais (EKAU, 1999).

Devido a estratificação permanente da coluna de água na plataforma continental leste brasileira (Água Tropical na superfície e Água Central do Atlântico Sul abaixo da Água Tropical), não há ressurgência na quebra da plataforma, sendo assim as águas

superficiais da plataforma tendem a ter características físicas mais constantes, homogêneas e oligotróficas. Desta forma, o ambiente marinho tropical geralmente não segue o padrão de aumento gradual de diversidade à medida que se afasta da costa, dificultando a distinção das comunidades zooplanctônicas neríticas e oceânicas (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 2008) a não ser no entorno de ilhas oceânicas, onde o efeito ilha favorece o enriquecimento de águas superficiais aumentando a produção primária e, consequentemente, a abundância de zooplâncton (CAMPELO *et al.*, 2019). No entanto, a plataforma leste brasileira tende a ser mais produtiva e diversa na porção sul, devido ao aumento gradativo do aporte continental e do alargamento da plataforma no banco de Abrolhos (MARCOLIN *et al.*, 2013).

1.3 DINÂMICA DO ZOOPLÂNCTON COSTEIRO

A hidrodinâmica costeira é intensa e altamente influenciada pela deriva litorânea, amplitude da maré e propagação da pluma dos rios. Todos estes fatores interferem na estrutura da comunidade planctônica, atuando principalmente, no transporte de sedimentos e partículas, incluindo o zooplâncton. A influência da pluma do rio na região costeira está diretamente relacionada com o regime de chuvas e sua vazão, o qual pode ter uma variação sazonal. Esta dinâmica costeira favorece a conectividade entre as comunidades planctônicas. Esta conectividade é expressada, por exemplo, pela migração ontogenética entre habitats em diferentes fases do ciclo de vida de organismos pelágicos e bentônicos. Segundo Brito-Lolaia *et al.*, (2020), os recifes do nordeste brasileiro são fortemente influenciados pelas plumas estuarinas. Desta forma, preservar os corredores de conectividade entre os ambientes é uma estratégia de conservação (NASCIMENTO *et al.*, 2010).

A região costeira é a transição do continente para o oceano (MIRANDA, 2002). Por isso apresenta uma série de ambientes complexos, dinâmicos e com grande diversidade de organismos. Dentre estes ecossistemas, encontram-se os estuários, que além de compor a paisagem, fornecem serviços ecológicos. São ambientes caracterizados pela alta variabilidade espaço-temporal das condições hidrodinâmicas devido às forçantes fluviais (vazão) e costeiras (marés, ondas e correntes). Estuários são conhecidos como berçários marinhos, pois muitas espécies buscam estes locais para se reproduzir, devido à grande disponibilidade de alimento proveniente da alta produtividade primária, à presença de refúgios propiciados pela vegetação e ao baixo número de predadores

(MULLIN, 1995). Por todas essas peculiaridades, estuários são um dos ecossistemas mais produtivos do mundo (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 1994).

Outro ambiente complexo e diverso é o recife de coral, ecossistema marinho de maior diversidade biológica, sendo o equivalente das florestas tropicais no mar, funcionam como verdadeiros criadouros de peixes (SEOANE *et al.*, 2012). Recifes de corais também oferecem serviços como: proteção do litoral contra a ação de ondas e uso recreativo e turístico (MOBERG & FOLKE, 1999). Os recifes de corais se encontram apenas na zona tropical do globo e o Atlântico Sul é onde este ecossistema é menos estudado (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2018).

Ainda são poucos os estudos sobre transporte do zooplâncton no Atlântico Sudoeste Tropical e estes estão associados a análise da importação e exportação de organismos no estuário. Schwamborn (1993) e Schwamborn & Bonecker, (1996) realizaram trabalhos pioneiros ao analisar a utilização de substratos flutuantes como meio de transporte e alimentação de grupos planctônicos em estuário Tropical. Schwanborn *et al.* (2001) encontraram indicativos de que poucas zoés de Brachyura são exportadas para a Plataforma continental, a maioria fica retida na pluma dos rios do estuário Itamaracá (PE). Melo *et al.* (2007) encontraram altos valores de exportação e importação de grupos planctônicos no mesmo estuário, possivelmente pela presença de outros ambientes produtivos na região costeira adjacente. Também no estuário de Itamaracá, Silva (2007) observou a importação de microzooplâncton na enchente da maré, a possível justificativa seria a alta influência marinha no estuário em oposição a baixa vazão do rio. O autor também sugeriu que no período chuvoso os valores de importação entre o estuário e a área costeira adjacente possuem maior magnitude do que os de exportação. Por sua vez, Cabral (2009) constatou que o transporte instantâneo foi mais influenciado pela velocidade das correntes e o fluxo de saída de organismos do estuário foi superior à entrada, sugerindo uma influência da região estuarina de Caravelas na área costeira adjacente, com possíveis reflexos no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Melo *et al.* (2012) concluiu que larvas do caranguejo *Petrolisthes armatus* utilizam o comportamento de migração vertical associado ao regime de maré para evitar alta exportação. Santos (2016) evidenciou o transporte superficial do zooplâncton para fora da Baía de Todos os Santos (BA).

Existem poucos estudos ambientais no estuário do Rio Buranhém e na costa de Porto Seguro. Estes estudos focam em aspectos físicos, como a hidrodinâmica e

classificação do estuário do Rio Buranhém, erosão costeira, qualidade da água de corpos hídricos (SILVA *et al.* 2015; SILVA *et al.* 2018), além de alguns estudos sobre a ecologia de peixes nos rios da Costa do Descobrimento (SARMENTO – SOARES *et al.* 2008; SILVA *et al.* 2008; SARMENTO – SOARES *et al.* 2009). Existem também estudos sobre a estrutura geomorfológica e da ecologia de corais e foraminíferos no Recife de Fora (BRUNO *et al.* 2009 e LAGES 2014).

Este estudo faz parte dos projetos de pesquisa "Análise físico-química da dispersão da pluma do Rio Buranhém na costa do município de Porto Seguro (BA)" (PIB555-2019) e "Avaliação dos impactos das manchas de óleo na Costa do Descobrimento" (PVB565-2020). Amostras foram coletadas na pluma do Rio Buranhém, no Parque Natural Municipal do Recife de Fora e na região costeira e Plataforma Interna de Arraial d'Ajuda, distrito municipal de Porto Seguro.

Neste trabalho iremos analisar a variação espacial da comunidade mesozooplanctônica, com ênfase em Copepoda. Para isso selecionamos as campanhas 3 e 6 da pluma do Rio Buranhém e a campanha 2 do Recife de Fora, buscando garantir maior cobertura espacial, com maior variação dos parâmetros oceanográficos.

Dado que não existem estudos pretéritos sobre a comunidade planctônica e sua dinâmica costeira na região de Porto Seguro, este estudo é o passo inicial para uma caracterização ambiental da estrutura ecológica desses ecossistemas. Estudar o mesozooplâncton é relevante para identificar a estrutura da comunidade no estuário do Rio Buranhém e regiões costeiras adjacentes e para acompanhar a dinâmica desta estrutura ao longo do tempo e suas respostas às alterações (naturais ou antrópicas) das variáveis ambientais. Entender a dinâmica da estrutura da comunidade planctônica também fornecerá subsídio para o monitoramento dos impactos da futura dragagem da foz do Rio Buranhém.

2 HIPÓTESE DO ESTUDO

Neste estudo, testaremos as seguintes hipóteses:

- A estrutura da comunidade mesozooplanctônica varia de acordo com os parâmetros oceanográficos (*i.e.*, temperatura e salinidade).
- A estrutura da comunidade mesozooplanctônica difere entre os diferentes ambientes da região costeira de Porto Seguro.

3 OBJETIVO GERAL

Nosso objetivo geral é fazer um levantamento histórico dos últimos 20 anos da pesquisa sobre mesozooplâncton marinho no Brasil com enfoque na região do nordeste e caracterizar a distribuição espacial da comunidade mesozooplanctônica, com ênfase em Copepoda, na região costeira de Porto Seguro, incluindo uma região estuarina (pluma do rio Buranhém), recifal (Recife de Fora), costa de Arraial d'Ajuda e Plataforma Continental Interna de Arraial D'Ajuda.

4 OBJETIVO ESPECÍFICOS

•. Mapear a distribuição geográfica da pesquisa sobre o mesozooplâncton marinho no Brasil;

•. Identificar os ambientes mais estudados, os temas mais frequentemente abordados e os grupos taxonômicos mais frequentemente identificados;

•. Descrever a variação espacial na composição e diversidade dos grandes grupos do zooplâncton e da assembleia de Copepoda nos ambientes estuarino, recifal e da Plataforma Continental Interna;

•. Descrever a estrutura oceanográfica da região, com ênfase na pluma do Rio Buranhém, em termos da variação da temperatura e salinidade;

•. Verificar possíveis diferenças na composição da comunidade mesozooplanctônica, com ênfase em Copepoda, de acordo com os diferentes ambientes oceanográficos da região costeira de Porto Seguro.

5 Marine mesozooplankton studies in the Brazilian coast between the years 2000-2020

5.1 ABSTRACT

The mesozooplankton is a relevant component of the trophic structure in marine environments. Planktonic studies in Brazilian waters became popular in the 1960s in the coast of São Paulo, Rio de Janeiro and Pernambuco, and nowadays there are papers all over the Brazilian coast. Nevertheless, there are still several gaps in the knowledge about plankton communities. We carried out a literature review of the past 20 years of research on mesozooplankton in Brazilian waters, with a special focus on the Northeast region. We conducted a survey in two databases, recovering 75 articles for analysis. The Northeast and Southeast regions had the highest number of publications. Considering the Northeast, publications were concentrated in the coast of 4 out of 9 states, in estuaries and over the outer shelf. Spatial and temporal variability of plankton communities, with emphasis on seasonal variability, were the main topics addressed. These studies indicated that the mesozooplankton community varied according to the salinity and temperature gradient and with the water masses dynamics. Copepoda was the analyzed group in 80% of the publications on population ecology. Only a few studies correlated different planktonic compartments (micro and mesozooplankton), even though such approaches are able to improve the understanding of the trophic structure in these regions. Studies on the biology and ecology of most of the mesozooplankton taxa, other than Copepoda were rare. Furthermore, sampling methodologies still need to improve to obtain higher quality data and greater efficiency in the analysis.

Keywords: oceanography, plankton, systematic review.

Estudos sobre o mesozooplâncton marinho do Brasil entre os anos 2000-2020

5.2 RESUMO

O mesozooplâncton é a base da estruturação trófica no ambiente marinho. Os estudos na área da planctologia no Brasil se intensificaram na década de 1960 em São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco e hoje existem trabalhos publicados em grande parte da costa brasileira. Ainda assim, há muitas lacunas no conhecimento da planctologia. Fizemos uma revisão bibliográfica dos últimos 20 anos de pesquisas sobre o mesozooplâncton no Brasil, com enfoque especial na região Nordeste. Nosso levantamento em duas bases de dados resultou em 75 artigos para análise. O Nordeste e o Sudeste foram as regiões com o maior número de publicações. No Nordeste, as publicações se concentraram em apenas 4 dos 9 estados e os ambientes mais estudados foram estuários e a plataforma externa. O principal tema abordado foi variação espacial e temporal das comunidades, com destaque para a variação sazonal. Os resultados indicam que a comunidade mesozooplanctônica variou de acordo com o gradiente de salinidade e temperatura e também com a dinâmica das massas de água. Os estudos que correlacionaram diferentes compartimentos do plâncton trouxeram maior compreensão da estrutura trófica. Copepoda foi o grupo de interesse em 80% das publicações (80%) com enfoque em ecologia de populações. Identificamos a falta de estudos sobre a biologia e ecologia da maioria dos taxóns que contribuem para a comunidade mesozooplanctônica. Ademais, a necessidade do aperfeiçoamento das metodologias de amostragem, para a obtenção de dados com maior qualidade e uma maior eficiência das análises ainda é uma realidade.

Palavras-chave: oceanografia, plâncton, revisão sistemática.

5.3 INTRODUCTION

Zooplankton is a key component in marine food webs, which transfers energy from primary production to higher trophic levels (Boltovskoy, 1981). Its distribution, diversity and concentration will determine the pelagic trophic structure, and since most of the benthic organisms and fish have larval stages that drift in the plankton (meroplankton), it also influences benthonic and nektonic food webs. The mesozooplankton consists of planktonic animals from 200 to 2000 µm and Copepoda is its most abundant group (Berasategui et al., 2006), being a group of crustaceans with an entirely planktonic life cycle (holoplankton).

Scientific research in Brazil is mostly performed in the context of graduate programs at public universities (Almeida and Guimarães, 2017). It is no different with the mesozooplankton research, which is an expensive and time-demanding type of research, both in terms of devices and logistics for field trips. This restricts the possibilities of obtaining data on a large scale in space and time, especially concerning long-term time series and samplings far from the coast, which demands oceanographic vessels.

Planktonic studies became more popular in Brazil in the 1960s, especially in the coast of São Paulo, Rio de Janeiro and Pernambuco states (Brandini et al., 1997), because of the consolidation of the first oceanographic research institutions. More than 40 years later, Lopes (2007) identified that there were still many unexplored regions, such as the North and Northeast regions, in general, and off Paraná and Santa Catarina.

The northeastern coast of Brazil comprises almost 3,400 km in length, covering the coast of nine states. As it is located in the tropical zone, the marine environment is predominantly oligotrophic with coastal enrichment from the continental supply (Ekau & Knoppers, 1999). The oceanic environment of the Northeast is mainly influenced by two currents: the Brazil Current (BC) and the North Brazil Current (NBC), which transport the predominant water mass in the region, the Tropical Water (Brandini et al., 1997).

We carried out a historical survey of the past 20 years of studies (2000 to 2020) on marine mesozooplankton off the Brazilian coast, focusing on the Northeast region. More specifically, we mapped the geographic distribution of these studies, identifying the environments and themes most frequently addressed, as well as the taxonomic groups most frequently analyzed, pointing out knowledge gaps.

5.4 MATERIALS AND METHODS

We carried out a bibliographic review of documents relevant to the topic by means of adapting the method “Main Items to Report Systematic Reviews and Meta-analyses” (PRSMA) (Galvão et al., 2015). Three steps comprised this analysis: 1) search in databases, 2) selection of the recovered documents and 3) analysis of selected data.

During Step 1, we carried out a bibliographic survey on the Web of Science and Google Scholar databases of articles published from the year 2000 to 2020, in English. In the Web of Science database, we used the terms: “mesozooplakton AND Brazil AND marine”, “mesozooplakton AND Brazil AND oceanic*”, “mesozooplakton AND tropical”. “mesozooplakton AND south Atlantic”. In the Google Scholar database, these terms recovered a huge number of papers, thus preventing our analysis. Therefore, we needed to restrict our search, by using the following terms: “mesozooplankton AND Brazil * AND marine OR estuarine OR estuary OR ocean OR shelf OR oceanographic OR coast -freshwater -liminic -pacific -indian -argentin –reservoir”.

During Step 2, we eliminated duplicated documents and read the abstracts of the recovered papers to select only those referring to mesoplankton in Brazil as the actual focus of the study. During Step 3, we tabulated the selected articles to organize the information and answer the questions of this study.

5.5 RESULTS AND DISCUSSION

Our review focused on the last 20 years of published research on mesozooplankton off the Brazilian coast, identifying the most studied regions and approaches, as well as knowledge gaps. This is not an exhausting review of the theme, as we did not access all the existing databases nor the “gray literature”, such as thesis and dissertations.

The data collection, including both databases, resulted in 508 documents, of which 75 articles were appropriate to answer the questions of this work. We removed documents whether the study was not: i) on mesozooplankton, ii) in the marine environment, or iii) on the Brazilian coast. The information collected in the recovered papers, including references, location, region, sampling environment, and group/taxa of interest, is detailed in Table S1 (Supplementary Material). We will present our results mostly using percentages of studies within a subject and region. Note that the sum of the percentages does not add up to 100%, as some studies overlap in their subjects, or sampling regions.

5.5.1 Mesozooplankton From Brazil

Among the articles analyzed, the Northeast region had the highest number of publications (48%), followed by the Southeast (34.7%), North (10.7%) and South (9.3%) regions. The most studied environments were estuaries (44%), outer shelf (30%), inner shelf (16%) and reef environments (9.3%). We also found studies performed on oceanic islands and beaches, but in smaller numbers.

Approximately 70% of the publications addressed aspects related to spatial (horizontal and vertical) and/or temporal (daily, seasonal and time series) variability of the mesozooplankton community. Among the studies of temporal variability, there were only a few time series (monthly sampling > 2 years, e.g. Marcolin et al., 2015); most studies argued to address seasonal variability within one-year sampling only (53%). The distribution and ecology of specific taxa and the assessment/monitoring of environmental

impacts were explored in ~20% of the studies. Other themes analyzed by the recovered papers focused on community size structure, functional groups, laboratory experiments, technological innovation, larval distribution and ecology, morphology/record of new species occurrence, primary and secondary production, species dispersion and connectivity of environments and ecotoxicology.

Biomass, abundance, frequency of occurrence, diversity, richness, equitability, functional groups and size structure were the indicators used to investigate the influence of oceanographic parameters on the mesozooplankton community. According to such studies, the main factors that influence the trophic structure of the mesozooplankton community were temperature and salinity (Dias et al., 2009; Almeida et al., 2012). In the North and Northeast region of Brazil, these parameters vary following the dry and rainy seasons (Campelo et al., 2018; Forte Neto et al., 2014). On the other hand, in the Southeast and South regions, other features, such as the intrusion or upwelling of the South Atlantic Central Water (SACW) in the summer (Eskinazi-Sant'Anna and Björnberg, 2006 and Miyashita et al., 2009), are more important drivers of the variability in these parameters. In addition, the higher number of studies over the inner and outer shelf also assess the influence of water masses (which have specific temperature/salinity signatures) on the mesozooplankton community through their horizontal (Becker et al., 2018) and vertical (Dias et al., 2018) distribution.

The enrichment of nutrients (ammonia, nitrate, nitrite) by the intrusion or upwelling of SACW provides an increase in the abundance of large mesozooplankton organisms in addition to increasing diversity (Guenther et al., 2008). On the other hand, the enrichment by continental contribution usually favors a few species, which predominate in the environment. For example, *Calanopia americana* and *Undinula vulgaris* are the dominant species in Fernando de Noronha in the rainy season (Campelo et al., 2018). Regardless of the enrichment origin, it influences the mesozooplanktonic community structure, since enriched and oligotrophic environments differ in terms of in abundance, size, and diversity.

In terms of the spatial variability, a coastal-ocean gradient of oceanographic parameters (salinity, temperature and nutrients), is also observed in the mesozooplankton community structure. Abundance is higher near the coast, whereas diversity increases ocean ward (Neumann-Leitão et al., 2019; Araújo et al., 2017). Oceanographic features, such as upwelling and the proximity of oceanic islands, may also increase diversity and abundance (Melo Jr. et al., 2016; Melo et al., 2014).

Copepoda was the most studied taxonomic group (37%) of the mesozooplankton community. We also found an important increase in the studies focusing on other plankton compartments such as phytoplankton, microplankton and ichthyoplankton. Among the papers that showed correlations between mesozooplankton and microzooplankton, 72% analyzed samples from the coastal region (beaches, estuaries and reefs); > 50% of these were performed over reefs. These studies argued that correlating microzooplankton with mesozooplanton brings a more realistic understanding of the trophic structure of the environment, as it comprises more taxonomic groups and their different stages of development.

5.5.2 Mesozooplankton From Northeastearn Brazil

The recovered studies in our research were developed in four out of nine of the Northeastern states of Brazil. Pernambuco had the highest number of papers (50%), followed by Bahia (31%), Rio Grande do Norte (19%) and Ceará (8%). These papers followed similar trends as the national research in relation to the studied environments: the estuary was again the most studied environment (42%), followed by reef environments (16%), oceanic islands (16%) and inner shelf (16%) and finally, the outer shelf and beaches (5 %).

Half of the studies on mesozooplankton in the Northeast addressed the taxon Copepoda. In addition, studies on the mesozooplankton spatial and temporal variability were the most numerous (67%). There were no time series and fewer papers on spatial and more papers on seasonal variability in relation to the national framework. Other topics covered were environmental impact assessment/monitoring (28%), mainly related to harbor constructions and aquaculture, distribution and ecology of specific taxon (17%), and species dispersion and connectivity among environments (10%). There were no studies with a focus on ecotoxicology or using laboratory experiments in the Northeast region in our research.

The sea surface temperature is warm in the northeast region with low variation throughout the year (Garcia et al., 2014). There are marked dry and rainy seasons, which influence the structure of the mesozooplankton community. Higher abundance and lower diversity are typical of rainy seasons when compared to dry seasons (Campelo et al., 2018), because the increase in rainfall increases the continental supply of nutrients (Dias et al., 2009). This continental input also changes salinity and favors lower-salinity tolerant species.

5.5.3 An Overview of the Years 2000-2020

The distribution of studies over the Brazilian coast was associated with the proximity from institutions that had higher tradition on plankton studies. Pioneering research institutions located at São Paulo, Rio de Janeiro and Pernambuco reflect the higher number of studies developed in the coast of these states. Although the Northeast had the largest number of papers in our review, the Pernambuco's coast was not the best-studied region, as its coastline is almost twice as large as the coast of the Southeastern states for instance. Pernambuco had the highest number of papers (50%),

Nevertheless, research on mesozooplankton in the Northeast was restricted to a few states and to specific regions, such as estuaries, reefs and oceanic islands. The Bahia state, for example, has the longest coastline in Brazil and the majority of studies focused on the Abrolhos Archipelago region, often developed by institutions located in the Southeast region.

Estuaries were the most studied environments, since the access to these regions facilitates sampling logistics and reduces sampling costs (Leite et al., 2020). Despite that, the ecology of estuarine mesozooplankton from the Brazilian coast is not entirely understood or known, as these are such complex and dynamic environments, where oceanographic parameters vary on a daily-basis. According to Garcia et al., (2014), the information on species, populations, biomass and ecological relationships is still unknown for many estuaries located in the Northeast region of Brazil. There are even fewer studies from the inner shelf, reefs and beaches.

In the Northeast, the Pernambuco state is the pioneer state for plankton research over reefs and surrounding oceanic islands, such as the Fernando de Noronha Archipelago and São Pedro and São Paulo Archipelagos, where the studies are particularly developed in partnership with the Brazilian Navy. The similar number of papers between the different coastal environments of the Northeast region reflect the results for the Pernambuco coast, which was the state with higher number of studies. Although the outer shelf was the second most studied environment in the Northeast, this reflects the higher number of studies (~33%) in the Abrolhos Archipelago region, Southern Bahia. Therefore, the inner and outer shelf of the Northeast region are still poorly explored.

Although the spatial and temporal variability of plankton were the most discussed subjects, there is still a need to improve the methodology for more realistic results. In 2007, Lopes argued that for horizontal spatial analysis, the sampling grid should have closer points (meters, or a few kilometers), which would be reflected in a sampling grid with more points, which is still not seen in the studies after Lopes (2007). The analysis of temporal variability also needs longer time series to provide: i) greater statistical reliability, ii) to analyze fluctuations during multi-year phenomena such as El Niño and La Niña (Andrade et al., 2016), and iii) to analyze the effects of human interventions and their possible impacts in the marine environment (Maciel and Almeida, 2019).

The overall dominance of Copepoda in mesozooplankton communities is a predictor of the studies on the distribution and ecology of specific taxa. Even though other groups also have a relevant ecological role in the mesozooplankton community, they are still poorly addressed. For instance, fish and Decapoda larvae contribute to the fish stocks and to population structure of benthic communities (Koettker and Lopes, 2013), Appendicularia plays an important role in oligotrophic environments and in the vertical flow of particles (de Carvalho et al., 2016), and Chaetognatha is an important mesozooplanktonic predator (Melo et al., 2020). Lopes (2007) also pointed out the need to study these poorly explored groups, both in situ and in laboratory studies, to better understand their ecology and trophic structure in marine environments, and to identify bioindicators for environmental monitoring (de Carvalho et al., 2016).

5.6 CONCLUSIONS

The studies on mesozooplankton in Brazil in the last 20 years had a higher diversity of themes in relation to the period from 1960 to 2000. Distribution patterns of the community structure in relation to oceanographic parameters such as water masses, salinity and temperature was the most frequent approach. Although studies have

expanded along the Brazilian coast and the Northeast, there are still several regions unexplored, and there are still no studies focusing on most of the specific taxa.

5.7 ACKNOWLEDGEMENTS

F. B. Agnelli was supported by CAPES with a master's scholarship and with funding's for her research from the Pro-Reitoria de Pesquisa, Criação e Inovação (PROPPG) from UFSB.

5.8 REFERENCES

ALMEIDA, E. C. E.; GUIMARÃES, J. A. **A pós-graduação e a evolução da produção científica brasileira**. Senac São Paulo, 2017. 104 p.

ALMEIDA, L. R. D.; COSTA, I. S.; Eskinazi-Sant'Anna, E. M. Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 1, p. 12-24, 2012.

ANDRADE, M. P.; MAGALHÃES, A.; PEREIRA, L. C.; FLORES-MONTES, M. J.; PARDAL, E. C.; ANDRADE, T. P.; COSTA, R. M. Effects of a La Niña event on hydrological patterns and copepod community structure in a shallow tropical estuary (Taperaçu, Northern Brazil). **Journal of Marine Systems**, v. 164, p. 128-143, 2016.

BECKER, E. C.; GARCIA, C. A. E.; FREIRE, A. S. Mesozooplankton distribution, especially copepods, according to water masses dynamics in the upper layer of the Southwestern Atlantic shelf (26° S to 29° S). **Continental Shelf Research**, v. 166, p. 10-21, 2018.

BERASATEGUI, A. D.; MARQUE, S. M.; GÓMEZ-ERACHE, M.; RAMÍREZ, F. C.; MIANZAN, H. W.; ACHA, E. M. Copepod assemblages in a highly complex hydrographic region. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 3-4, p. 483-492, 2006.

BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino** (No. C/592 S6/1981). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. 1981.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica**. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva-REVIZEE. 1997.

CAMPELO, R. P. D. S.; DIAZ, X. F. G.; SANTOS, G.; MELO, P. A. M. D. C.; MELO JÚNIOR, M.; FIGUEIREDO, L. G. P.; SILVA, A. P.; BEZERRA, L. E. A.; MONTES, M. J. F.; NEUMANN-LEITÃO, S. Small-scale distribution of the mesozooplankton in a tropical insular system. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 66, n. 1, p. 15-29, 2018.

LEITE, A. A. C.; QUEIROZ, A. F. S.; MORAIS, L. M. S.; AZEVEDO, C. C.; MARTINELLI FILHO, J. E. Zooplankton at the Northern Brazilian Coast: Evaluation and gaps. In: Malvárez, G. and Navas, F. (eds.), **Global Coastal Issues of 2020**. Journal

of Coastal Research, Special Issue, n. 95, p. 12–17. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208. 2020.

DE CARVALHO, P. F.; BONECKER, S. L. C.; NASSAR, C. A. G. Analysis of the Appendicularia class (subphylum Urochordata) as a possible tool for biomonitoring four estuaries of the tropical region. **Environmental monitoring and assessment**, v. 188, n. 11, p. 606. 2016.

DIAS, C. D. O.; ARAUJO, A. V. D.; BONECKER, S. L. C. Seasonal variability of planktonic copepods (Copepoda: Crustacea) in a tropical estuarine region in Brazil. **Zoologia**, v. 26, n. 4, p. 705-715. 2009.

DIAS, C. D. O.; ARAUJO, A. V. D.; BONECKER, S. L. C. Vertical distribution and structure of copepod (Arthropoda: Copepoda) assemblages in two different seasons down to 1,200 m in the tropical Southwestern Atlantic. ***Zoologia***, v. 35, 2018.

EKAU, W.; KNOPPERS, B. An introduction to the pelagic system of the North-East and East Brazilian shelf. **Archive of Fishery and Marine Research**, v. 47, n. 2/3, p. 113-132, 1999.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; BJÖRNBERG, T. K. S. Seasonal dynamics of mesozooplankton in Brazilian coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 253-268, 2006.

FORTE NETO, J. B.; BERETTA, M.; FERREIRA, A. N.; SOUZA, C. S.; MAFALDA JÚNIOR, P. O. A variabilidade da biomassa planctônica sob influência da sazonalidade e da dragagem do porto de Aratú, Baía de Todos os Santos, Brasil, **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 2, 2014.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, p. 335-342, 2015.

GARCIA, T. M.; MATTHEWS-CASCON, H.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; LEITÃO, S. N. A brief scenario of the estuarine mesozooplankton in Northeastern Brazil: A tool for conservation. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 47, n. 2, p. 94-103, 2014.

GUENTHER, M.; GONZALEZ-RODRIGUEZ, E.; CARVALHO, W. F.; REZENDE, C. E.; MUGRABE, G.; VALENTIN, J. L. Plankton trophic structure and particulate organic carbon production during a coastal downwelling-upwelling cycle. **Marine Ecology Progress Series**, v. 363, p. 109-119, 2008.

KOETTKER, A. G.; LOPES, R. M. Meroplankton spatial structure and variability on Abrolhos Bank and adjacent areas, with emphasis on brachyuran larvae. **Continental Shelf Research**, v. 70, p. 97-108, 2013.

NEUMANN-LEITÃO, S. N.; MELO JUNIOR, M.; PORTO NETO, F. D. F.; SILVA, A. P.; DÍAZ, X. F. G.; NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. D.; MELO, P. A. M. D. C. Connectivity between coastal and oceanic zooplankton from Rio Grande do Norte in the Tropical Western Atlantic. **Frontiers in Marine Science**, v. 6, 2019.

LOPES, R. M. Marine zooplankton studies in Brazil: a brief evaluation and perspectives. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 79, n. 3, p. 369-379, 2007.

MACIEL, O. L. C.; ALMEIDA, E. V. Mesozooplankton characterization surrounding anthropogenic sewage inputs in the southeastern eutrophic Brazilian estuary of Guanabara Bay. **Marine pollution bulletin**, v. 138, p. 511-519, 2019.

MARCOLIN, C. R.; GAETA, S.; LOPES, R. M. Seasonal and interannual variability of zooplankton vertical distribution and biomass size spectra off Ubatuba, Brazil. **Journal of Plankton Research**, v. 37, n. 4, p. 808-819, 2015.

MELO, D. C.; LIRA, S. M.; MOREIRA, A. P. B.; FREITAS, L.; LIMA, C. A.; THOMPSON, F.; NEUMANN-LEITÃO, S. Genetic diversity and connectivity of *Flaccisagitta enflata* (Chaetognatha: Sagittidae) in the tropical Atlantic ocean (northeastern Brazil). **Plos One**, v. 15, n. 6, e0231574, 2020.

MELO, P. A.; MELO JÚNIOR, M. D.; MACÊDO, S. J.; ARAUJO, M.; NEUMANN-LEITÃO, S. Copepod distribution and production in a Mid-Atlantic Ridge archipelago. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 1719-1733, 2014.

MIYASHITA, L. K.; MELO JÚNIOR, M.; LOPES, R. M. Estuarine and oceanic influences on copepod abundance and production of a subtropical coastal area. **Journal of Plankton Research**, v. 31, n. 8, p. 815-826, 2009.

5.9 SUPPLEMENTARY MATERIAL

Tabela S 1: Studies performed between the years 2000-2020 in the Brazilian coast, detailed by location, region, environment and plankton size fraction or taxonomic classification.

Reference	City, State, Region	Region	Enviroment	Group/Taxa
Andrade et al., 2016	Taperaçú - PA	North	Estuary	Copepoda
Costa et al., 2009	Curuça - PA	North	Estuary	mesozooplankton
Costa et al., 2011	Ajuruteua - PA	North	Beach	mesozooplankton
Souza et al., 2019	Cuçurá - PA	North	Estuary	meroplankton
Júnior et al., 2013	Taperaçú - PA	North	Estuary	zooplankton
Magalhães et al., 2009	Curuça - PA	North	Estuary	Copepoda
Neumann-Leitão et al., 2018	AM, PA. MA	North	Amazonas River Plume	Copepoda
Brito-Lolaia et al., 2020	Tamandaré - PE	Northeast	Tropical Reefs	micro- and mesozooplankton
Campelo et al., 2019	PE e RN	Northeast	Oceanic islands	zooplankton
Campelo et al., 2018	Fernando de Noronha Archipelago - PE	Northeast	Oceanic Island	Copepoda
Conceição et al. 2017.	Salvador - BA	Northeast	Continental Shelf	zooplankton
Figueirêdo et al., 2018	Abrolhos Archipelago	Northeast	Coral Reef	micro- and mesozooplankton
Guenther et al., 2019.	Recife - PE	Northeast	Estuary	micro- and mesozooplankton
Santos 2019	Tamandaré - PE	Northeast	Coral Reef	meroplankton
Melo et al., 2020	PE, RN, (blue Amazon)	Northeast	Oceanic islands	Chaetognatha
Neumann-Leitão et al., 2019	RN	Northeast	Coast, Inner shelf, Shelf break	Copepoda
Santos et al. 2017.	Tamandaré - PE	Northeast	Coral Reef	micro- meso- and ichthyoplankton
Silva et al., 2019	Tamandaré and Rio Formoso - PE	Northeast	Estuary and Bay	mesozooplankton
Souza et al. 2016.	CE, RN and PE	Northeast	Oceanic region	Amphipoda
Oliveira-Santos et al. 2016	Fortaleza - CE	Northeast	Sand Beach	micro- and mesozooplankton
Marcolin et al., 2015	RJ, SP and BA	Southeast, Northeast	Coast and Ocean	zooplankton
Araujo et al., 2008	SE	Northeast	Estuary	micro- and mesoplankton
Almeida et al., 2012	Natal - RN	Northeast	Estuary (coastal	Copepoda

			shallow lagoon)	
Dias and Bonecker 2009	Camamu Bay - BA	Northeast	Coast	Copepoda
Dias et al., 2009	Caravelas River - BA	Northeast	Estuary	Copepoda
Garcia et al., 2007	Pecém Harbor dockyard - CE	Northeast	Coast	mesozooplankton
Figueirêdo et al., 2014	Rio dos Passos - PE	Northeast	Estuary	mesozooplankton
Filho et al., 2011	Itamaracá - PE	Northeast	Estuary	Copepoda
Koettker and Lopes 2013	Abrolhos Archipelago - BA	Northeast	Continental Shelf	meroplankton
Lins-Silva et al., 2019	Suape Bay - PE	Northeast	Estuary	mesozooplankton
Mafalda et al., 2004	Northern Bahia - BA	Northeast	Continental Shelf	zooplankton
Marcolin et al., 2013	Abrolhos Archipelago - BA	Northeast	Continental Shelf	mesozooplankton
Marcolin et al., 2010.	Jandaíra and Conde - BA	Northeast	Estuary	mesozooplankton
Magris et al., 2011	Rio Mucuri - BA	Northeast	Estuary	Copepoda
Marques et al., 2015	Rio Formoso and Suape - PE	Northeast	Estuary	ichthyoplankton
Mayal et al., 2009	Maracajaú - RN	Northeast	Coral Reef	phyto-, micro- and mesoplankton
Melo et al., 2014	São Pedro and São Paulo Archipelago - PE	Northeast	Oceanic Island	Copepoda
Melo et al., 2014	São Pedro and São Paulo - PE	Northeast	Oceanic Island	Copepoda
Nascimento-Vieira et al., 2010	Tamandaré - PE	Northeast	Coral Reef	mesozooplankton
Neto et al., 2014	Todos os Santos Bay - BA	Northeast	Estuary	micro- meso- and ichthyoplankton
Neumann-Leitão et al., 2008	RN	Northeast	Neritic and oceanic region	mesozooplankton
Pessoa et al., 2009	Suape - PE	Northeast	Estuary	zooplankton
Pessoa et al., 2014	Tamandaré - PE	Northeast	Coral reef	Copepoda
Silva-Falcão et al., 2007	Itamaracá - PE	Northeast	Estuary	meroplankton
Ara, 2001.	Cananéia - SP	Southeast	Estuarine lagoon	Copepoda
Araujo et al., 2017	RJ	Southeast	Estuary	Copepoda
Bonecker et al., 2019	Norther Rio de Janeiro - RJ	Southeast	Continental Shelf	Bacteria, meso- and ichthyoplankton
Bonecker et al., 2014	Campos Basin - ES and RJ	Southeast	Shelf	Copepoda
Bueno et al., 2017	Santos - SP	Southeast	Coast and Shelf	mesozooplankton

Carvalho and Bonecker 2016	Campos Basin - RJ e ES	Southeast	Continental Shelf	Appendicularia
Carvalho et al., 2016	Macaé, São João, Bracuí and Perequê-Açú - RJ e ES	Southeast	Estuary	Appendicularia
Dias et al., 2015	Sudeste - ES and RJ	Southeast	Coast and Ocean	Copepoda
Dias et al., 2018	Guanabara bay - RJ	Southeast	Estuary	mesozooplankton
Dias et al., 2018	Bacia de Campos - ES e RJ	Southeast	Continental Shelf	Copepoda
Eskinazi-Sant'anna 2013	Canal de São Sebastião - SP	Southeast	Coast	Copepoda
Eskinazi-Sant'anna and Björnberg 2006	São Sebastião Chanel - SP	Southeast	Coast	Copepoda
Gomes et al., 2004	Guanabara Bay - RJ	Southeast	Estuary	Copepoda
Guenther et al., 2008	Cabo Frio - RJ	Southeast	Coast	phyto-, micro and mesoplankton
Guenther et al., 2012	Baía de Guanabara - RJ	Southeast	Estuary	nano-, micro- and mesoplankton
Leles et al., 2017	Guanabara bay - RJ	Southeast	Estuary	pico-, nano-, microplankton, and Copepoda
Maciel and Almeida 2019	Guanabara bay - RJ	Southeast	Estuary	mesozooplankton
Marcolin et al., 2015	Ubatuba - SP	Southeast	Continental Shelf	zooplankton
Melo júnior et al, 2016	Ubatuba - SP	Southeast	Pelagic region	Copepoda
Miyashita et al., 2009	Santos Bay - SP	Southeast	Estuary and ocean	Copepoda
Rosa et al., 2016	Cabo Frio - Rj	Southeast	Coast	Copepoda
Schwamborn et al., 2004	Guanabara Bay - RJ	Southeast	Estuary	mesozooplankton
Silva et al., 2013	Ubatuba - SP	Southeast	Laboratory study	zooplankton
Brandão et al., 2020	South Brazilian Shelf – RJ, SP, SC, RS	South, Southeast	Continental Shelf	micro-, meso- and ichthyoplankton
Brandini et al., 2014	South Brazilian Shelf – SC	South, Southeast	Continental Shelf and Coast	phyto- and mesoplankton
Becker et al., 2018	South Brazil Shelf – SC	South	Continental Shelf	Copepoda
Conceição et al., 2013	Babitonga Bay - SC	South	Estuary	ichthyoplanktonic (*Microdesmus longipinnis*)
Favareto et al., 2009	Paranaguá and Guaratuba - PR	South	Estuary	Copepoda
Rodrigues et al., 2019	Tramandaí-Armazém - RS	South	Estuarine discharge	mesozooplankton

Teixeira-Amaral et al., 2017	Patos Lagoon - RG	South	Estuary	mesozooplankton

6 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA COMUNIDADE ZOOPLANCTÔNICA E DA ASSEMBLEIA DE COPEPODA EM DIFERENTES AMBIENTES MARINHOS NA COSTA DO ATLÂNTICO SUDOESTE TROPICAL (16º22'47.10" S À 16º33'54.00" S)

6.1 RESUMO

A comunidade planctônica em ambientes costeiros tropicais é influenciada pelo gradiente de salinidade e pelo aporte continental de nutrientes. Nós analisamos a distribuição espacial da comunidade mesozooplanctônica, com ênfase em Copepoda, para testar a hipótese de diferença entre os ambientes estuarino (pluma do Rio Buranhém), recifal (Parque Natural Municipal Marinho do Recife de Fora), costeiro e plataforma continental interna (ao largo de Arraial D'Ajuda), buscando também compreender a influência do rio Buranhém na região costeira de Porto Seguro, Brasil. Realizamos a amostragem do mesozooplâncton e dos parâmetros oceanográficos (salinidade, temperatura, profundidade de Secchi), em 5 campanhas, totalizando 41 amostras. Obtivemos dados de vazão e pluviosidade utilizando séries históricas da ANA e CEMADEN, respectivamente. Identificamos 66 taxa, 28 de grandes grupos do mesozooplâncton e 38 de Copepoda, em nível específico. Copepoda foi o grupo dominante em quase todas as amostras, com menor abundância relativa no Recife de Fora e próximo à desembocadura do Rio Buranhém, onde houve um número expressivo de larvas de Decapoda. A composição da Plataforma Continental Interna e ao sul do Rio Buranhém tiveram baixa riqueza, representada principalmente por Appendicularia e Chaetognatha. Ao sul do Rio Buranhém houve maior diversidade, com predomínio de espécies tropicais (*O. giesbrechti*, *P. aculeatus*, *S. pielatus*), enquanto ao norte houve maior influência da água doce com espécies estuarinas (*O. oswaldocruzy*, *A. lilljeborgii*, *P. crassirostris*, *P. qauasimodo*, *E. acutifrons*). A menor diversidade observada na Plataforma Continental Interna pode ser explicada pela influência oceânica de água oligotrófica. Os quatro ambientes analisados foram significativamente diferentes em termos de grandes grupos do mesozooplâncton, mas não para a assembleia de Copepoda, o que pode indicar uma conectividade entre os ambientes para este táxon. Nosso estudo ressalta a importância ecológica da região costeira de Porto Seguro, pois evidencia uma comunidade

mesozooplanctônica com estrutura complexa, indicada pela presença de diferentes assembleias em ambientes relativamente próximos, mas com características oceanográficas particulares

Palavras-chave: abundância, diversidade, costa, estuário e recife de coral, conectividade

6.2 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o acelerado crescimento urbano tem pressionado os ecossistemas de forma a colocar em xeque sua resiliência. Devido à maior concentração populacional nas regiões litorâneas, o ambiente marinho está sob forte pressão. Dentre estes ambientes estão os estuários e recifes, ambientes ricos em biomassa e diversidade, respectivamente, e responsáveis por diversos serviços ecossistêmicos. O zooplâncton tem papel relevante na estrutura trófica marinha e são sensíveis a alterações ambientais. Devido ao seu curto ciclo de vida, grande abundância, versatilidade alimentar e não serem de interesse comercial, servem como bons bioindicadores de mudanças ambientais (DOS SANTOS *et al.*, 2009). Inclusive, alguns autores utilizam a estrutura da comunidade zooplanctônica para avaliar a qualidade ambiental de corpos de água em regiões costeiras e estuarinas (ARAUJO *et al.*, 2008; FORTE NETO *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2018).

Estudos sobre a variação espacial do zooplâncton no Atlântico sudoeste tropical tem enfoque especial na descrição dessas comunidades em relação aos parâmetros oceanográficos. Costa *et al.* (2009), Neumann – Leitão *et al.* (2012) e Júnior *et al.* (2013) encontraram uma associação da variação espacial da composição da comunidade planctônica associada ao gradiente de salinidade em estuários tropicais. Por sua vez, o gradiente costeiro da abundância está geralmente relacionado ao aporte continental de nutrientes, o qual tem maior intensidade nos períodos chuvosos (MAFALDA LR. *Et al.*, 2004). O predomínio de espécies eurihalinas em estuários, por exemplo, já está bem estabelecido na literatura (MAGRIS *et al.*, 2011; DIAS *et al.*, 2009; FIGUEIRÊDO *et al.*, 2014). Por outro lado, estudos sobre a conectividade entre estuários e a região costeira, demonstrando a influência de estuários em comunidades planctônicas recifais, são menos frequentes (Nascimento – Vieira *et al.*, 2010).

Em regiões costeiras e estuarinas a estrutura da comunidade zooplanctônica é dominada por Copepoda, podendo eventualmente ser superado por grupos meroplanctônicos (PESSOA *et al.*, 2009), também muito abundantes neste ambiente com

grupos como larvas de moluscos, crustáceos, equinodermas e poliquetas, (SILVA *et al.*, 2004; GARCIA *et al.*, 2007; ARAUJO *et al.*, 2008). Geralmente, em regiões estuarinas, o meroplâncton é mais diverso que o holoplâncton, devido ao grande número de organismos pelágicos e bentônicos que se reproduzem neste ambiente e têm seu desenvolvimento inicial (larvas e/ou juvenis) no plâncton (CABRAL, 2009). Por ser um ambiente de alta produção primária, espera-se encontrar espécies que têm hábitos alimentares onívoros e/ou herbívoros, sendo o grupo responsável pela transferência energética entre os autótrofos e os peixes (BENEDETTI *et al.*, 2018).

Por sua vez, a comunidade zooplanctônica em ambientes recifais provem de diferentes locais e complexa e heterogênea, pois apresenta: i) espécies demersais que fazem migração vertical diária, como Amphipoda, Isopoda e Cumacea; ii) organismos holoplanctônicos de origem costeira e oceânica, *e.g.,* Calanoida (Copepoda) e iii) larvas meroplanctônicas de espécies bentônicas como Polychaeta, Crustacea e Mollusca (BRITO – LOLAIA *et al.*, 2020).

Globalmente, recifes de corais são considerados sumidouros de zooplâncton, devido a intensa predação durante o dia por peixes planctívoros e à noite por corais escleractinianos (SANTOS *et al.*, 2019). No entanto, os recifes de corais na zona tropical brasileira não têm muitos corais escleractinianos, devido ao alto nível de sedimentação nas áreas recifais. Os trabalhos de Santos *et al.*, (2019) e Brito-Lolaia *et al.*, (2020) em Tamandaré mostram uma abundância de zooplâncton elevada no sistema recifal e sugerem que estes recifes são fontes produtivas de zooplâncton e não sumidouros.

A região costeira de Porto Seguro (16º22’47.10” S à 16º33’54.00” S) apresenta alta complexidade de ambientes oceanográficos com características bem demarcadas, incluindo um importante estuário, diversos ambientes recifais biogenicos, incluindo áreas marinhas protegidas, e uma plataforma continental estreita, aproximando processos de mesoescala para a plataforma intermediária.

Este é o primeiro estudo a descrever a distribuição espacial do zooplâncton, com ênfase na assembleia de Copepoda, na região costeira de Porto Seguro, analisando as particularidades da comunidade mesozooplanctônica nos diferentes ambientes oceanográficos (costa, estuário e recife).

6.3 MATERIAL E MÉTODOS

6.3.1 Área de estudo

As coletas foram realizadas na região costeira de Porto Seguro, incluindo três ambientes: região estuarina (pluma do Rio Buranhém), recifal (Parque Natural Municipal Marinho do Recife de Fora a aproximadamente a 3,4 km da costa norte de Porto Seguro) e costeira (costa e Plataforma Continental Interna de Arraial d'Ajuda, distrito municipal de Porto Seguro). A foz do Rio Buranhém encontra-se em área urbana com parte de sua costa margeada por formações recifais. A plataforma continental leste brasileira (13º S – 22º) com exceção do banco de Abrolhos, é a mais estreita do Atlântico Sudoeste Tropical com média de 17 km (AMORIM *et al.,* 2012).

O Rio Buranhém é um rio federal, com nascentes no estado de Minas Gerais e sua foz está localizada na cidade de Porto Seguro. É o maior rio do município e sofre grande pressão antrópica devido ao crescimento urbano, falta de saneamento básico e atividades de agropecuária e mineração. Esta pressão antrópica influencia a qualidade e a quantidade da água nas adjacências da foz. O estuário do Rio Buranhém enfrenta situação de assoreamento ao longo do leito do rio, devido à retirada de mata ciliar e alteração do curso de água.

Em estudo durante o período seco, o estuário do Rio Buranhém foi classificado por SILVA *et al.* (2018), através do número de estratificação (número de Richardson), como predominantemente bem misturado. Geralmente, estuários com coluna de água bem misturada, tem maior influência da variação de maré do que do aporte fluvial. Em alguns momentos na maré de quadratura o estuário foi classificado como parcialmente misturado (SILVA *et al.*, 2018).

Na foz do Rio Buranhém há uma formação recifal conhecida como *beach rock*, que interfere na hidrodinâmica local direcionando a entrada e saída de água forçando o fluxo da pluma a ser paralelo à costa norte de Porto Seguro durante a maior parte do ciclo das marés (SILVA *et al.*, 2018), além de proteger as praias da costa norte de Arraial.

Ao norte da foz do Rio Buranhém encontra-se o Parque Natural Municipal Marinho do Recife de Fora, situado aproximadamente a 3,4 Km da costa, com área aproximada de 17,5 Km^2 e profundidade de até 20 m no entorno do parque (BRUNO *et al.*, 2009). O Recife de Fora é a estrutura recifal mais notável na baía de Porto Seguro e

se tornou Parque Municipal Marinho em 16 de dezembro de 1997, com retificação na denominação para Parque Natural Municipal Marinho enquadrado na categoria de Unidade de Conservação de Proteção Integral em (PORTO SEGURO, 2021). É um importante ponto de visitação turística da região. O turismo desordenado nestes ambientes está ente os principais causadores da degradação dos recifes de corais (DE PAULA, 2015). Nesta direção, o plano de manejo do Parque Natural Municipal Marinho do Recife de Fora (2015) prevê a regulamentação da atividade turística no parque, que chega a receber mais de 8 mil visitantes por mês nos períodos de alta temporada (dados 2011 – 2015) (LOUZADA *et al.*, 2015).

O regime de ventos alísios na plataforma continental do nordeste brasileiro não favorece ressurgência costeiras, mas apenas o acúmulo de Água Tropical, o que torna o ambiente oligotrófico, de modo geral. Sendo assim, as únicas formas de enriquecimento de nutrientes possivelmente ocorrem na região costeira, através da drenagem continental e regeneração bentônica (BRANDINI *et al.*, 1997). No sul da Bahia, a Plataforma Continental Interna é caracterizada pelas seguintes massas de água: Água Tropical (AT - Temperatura > 20,0°C e salinidade > 36,0) e a Água Costeira (AC - Temperatura > 20,0°C e salinidade < 34,5) (CASTRO & MIRANDA 1998) e é influenciada, na região de Porto Seguro, pela drenagem dos rios Jequitinhonha, Santo Antônio, João de Tiba e Buranhém, dentre outros menores. Devido ao predomínio de ventos NE na costa de Porto Seguro (BRANDIINI *et al.*, 1997; SILVA, 2016), a costa de Arraial D'Ajuda pode ser influenciada pela pluma do Rio Buranhém, principalmente em casos de alta vazão.

6.3.2 Delineamento amostral

Realizamos 2 campanhas na pluma do Rio Buranhém, uma seguindo sua dispersão na direção Sul (RBS) e outra na direção Norte (RBN) da desembocadura, uma campanha no Parque Natural Municipal Marinho do Recife de Fora (RF) na região costeira (AD) e na Plataforma Continental Interna (PI) de Arraial d'Ajuda totalizando 5 campanhas e 41 amostras ao longo de um ano (Figura 1).

O número de amostras por campanha variou de acordo com as condições oceanográficas e logísticas de cada saída de campo, com 20 amostras coletadas na pluma do Rio Buranhém (13 no RBS e 7 no RBN), 8 amostras no RF, 9 na costa AD e 4 na PI de Arraial d'Ajuda (Figura 1, Tabela S2). Coletamos as amostras do Rio Buranhém, AD

e RF na maré vazante de sizígia, iniciando a coleta por volta de 7h da manhã e terminando próximo ao meio dia. As amostras da PI foram coletadas na maré enchente de quadratura entre as 9 às 13h.

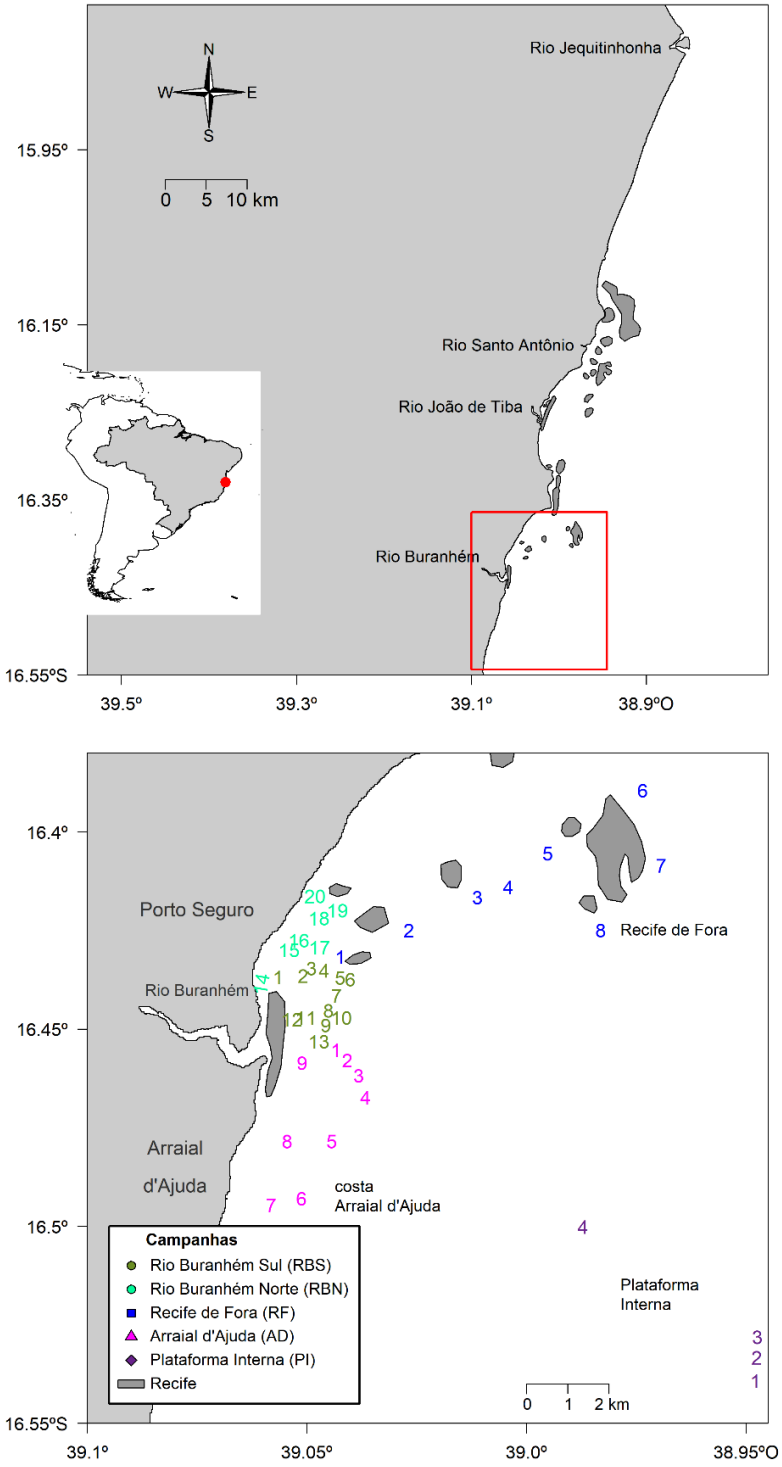

Figura 1: Mapa da área amostral com os pontos de coletas de todas as campanhas. As diferentes cores representam os diferentes ambientes amostrados.

As coletas da pluma do Rio Buranhém fizeram parte do projeto "Análise físico-química da dispersão da pluma do Rio Buranhém na costa do município de Porto Seguro (BA)" (PIB555-2019) e as coletas da Plataforma Continental Interna fizeram parte do projeto "Avaliação dos impactos das manchas de óleo na Costa do Descobrimento" (PVB565-2020). A determinação do ponto de coleta das campanhas na pluma do Rio Buranhém (RBN e RBS) e os pontos de 1 a 4 na AD foram definidos pelo deslocamento dos derivadores utilizados no projeto supracitado, sendo o primeiro ponto coletado junto com a soltura de 3 derivadores e o restante coletado de hora em hora acompanhando os derivadores. O restante dos pontos foi definido pela equipe previamente à saída de campo visando maior abrangência e representatividade da área.

Obtivemos temperatura e salinidade realizando perfis verticais em cada ponto de coleta, com auxílio de um CastAway-CTD®, e a profundidade do disco de Secchi. Coletamos as amostras de zooplâncton por meio de arrastos verticais a partir de ~2m acima do fundo até a superfície, com rede cônica simples de plâncton (30 cm de diâmetro e 200 μm de abertura de malha).

O cálculo do volume filtrado foi realizado a partir do volume do cilindro percorrido pela rede, multiplicado pela quantidade de arrastos realizados no ponto de coleta, de acordo com a seguinte fórmula: $Vf = \pi.r^2.h$ (CALAZANS *et al.*, 2011), onde r é o raio do diâmetro da rede e h a soma das alturas dos arrastos daquele ponto. Fizemos de 1 a 12 arrastos por ponto. de acordo com a quantidade de plâncton aparente e armazenamos as amostras, juntando todos os arrastos do ponto amostrado em um único frasco plástico, preservadas em formaldeído, 4% de concentração final, diluído com água do mar do local e tamponado com tetraborato de sódio.

6.3.3 Análise laboratorial

Nas amostras triadas no início do projeto (RBS1, 3, 6 e 12, PI1, 2, 3 e 4) contabilizamos os grupos mais abundantes através de alíquotas de 10 ml em um volume conhecido e o restante do zooplâncton na amostra inteira.

Posteriormente, fracionamos as amostras de zooplâncton com um fracionador Motoda (MAKOTO & TSUTOMU, 1984) de 1/2 a 1/32 de acordo com a abundância de cada amostra, com exceção das amostras AD5 e 8 que foram até 1/128 e 1/64,

respectivamente. Analisamos as amostras por inteiro para triagem dos grupos menos abundantes. Triamos as amostras em microscópio estereoscópico (MOTIC, MODELO SMZ-161T) para a separação de grandes grupos. Identificamos Copepoda em microscópio óptico (ZEISS, MODELO PRIMO STAR) até o menor nível taxonômico possível, de acordo com literatura pertinente (BOLTOVSKOY, 1981; BOLTOVSKOY, 1999; JOHNSON & ALLEN, 2012). Apresentamos os valores de abundância em organismos por m^{-3}.

6.3.4 Análise de dados

Todas as análises gráficas e estatísticas foram feitas no programa R (R core team, 2022). Identificamos as massas de água através da análise das assinaturas de temperatura e salinidade de acordo com CASTRO & MIRANDA (1998), representadas em Diagramas T-S. Obtivemos a profundidade da Zona Eufótica (ZEU) ao multiplicar o valor da profundidade do disco de Secchi por 2,7 e a ZEU proporcional, ao dividir a ZEU pela profundidade local e multiplicá-la por 100,

$$ZEUp = \frac{ZEU}{Prof\ Local}.100$$

Para caracterizar a influência da pluma do Rio Buranhém na costa de Porto Seguro, realizamos um levantamento dos dados de precipitação (mm) disponibilizados pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e vazão do Rio Buranhém disponibilizados pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Para velocidade e direção do vento utilizamos dados publicados por LEMOS *et al.*, (2022). Utilizamos como referência a média dos 14 dias anteriores aos dias de coleta.

Padronizamos a abundância dos taxa em organismos.m^{-3} a partir do volume de água filtrada e do fator multiplicativo referente à proporção de amostra analisada. A caracterização da estrutura da comunidade zooplanctônica, com ênfase em Copepoda, foi realizada a partir dos dados de abundância, abundância relativa (à partir da abundância total), frequência de ocorrência e cálculo de riqueza. Para a elaboração dos gráficos de composição estabelecemos diferentes valores de cortes para grandes grupos (2%) e Copepoda (5%) para melhor visualização e exploração dos dados.

A diversidade da assembleia de Copepoda foi calculada através do índice de diversidade de Shannon (1948):

$$H' = \sum_{i=1}^{S} pi \, \mathrm{Ln}pi$$

onde *pi* é a frequência relativa da espécie da espécie i, *s* é o número de espécies amostradas e *ln* é logaritmo na base neperiana (e). Também calculamos a equitabilidade (PIELOU, 1977):

$$J' = \frac{H'}{H'max}$$

onde *H'* é o índice de diversidade de Shannon e *H'max =ln(s)* é o índice de diversidade de Shannon máximo e *s* é o número de espécies amostradas.

Já para analisar a influência dos dados ambientais com os dados dos grandes grupos, utilizamos uma Análise Multivariada Permutacional (PERMANOVA) para testar as diferenças na comunidade planctônica entre os ambientes (estuário, recife de corais, costa e Plataforma Continental Interna de Arraial d'Ajuda) e o Escalonamento Multidimensional Não Métrico (nMDS) (LEGENDRE, & LEGENDRE, 2012), para verificar possíveis padrões na distribuição espacial dos grandes grupos. A mesma influência dos ambientes sobre a assembleia de Copepoda foi avaliada através do Análise de Redundância com base em distância (dbRDA) utilizando os valores de superfície para temperatura e salinidade.

6.4 RESULTADOS

6.4.1 Análise hidrográfica

As regiões analisadas na costa de Porto Seguro e Arraial D'Ajuda, incluindo a foz do Rio Buranhém, foram caracterizadas por áreas rasas (< 20 m de profundidade). Assim, em todas as campanhas a profundidade da zona eufótica foi igual profundidade local.

Com relação às massas de água, identificamos na área de estudos a Água Tropical (AT) em toda a região, com presença exclusiva na Plataforma Continental Interna; a Água Costeira (AC) ocorreu nas águas mais rasas (< 5m) (Figura 2). No Rio Buranhém, Arraial d'Ajuda e Recife de Fora foram detectadas ambas as massas de água (AC e AT). A AC esteve mais presente na campanha ao norte do Rio Buranhém, enquanto a AT predominou nas demais campanhas (AD, RF e RBS).

Na campanha norte do Rio Buranhém houve a maior variação de salinidade (de aproximadamente 30 a 36,5) em relação às outras campanhas, enquanto na costa de Arraial d'Ajuda e Recife de Fora, houve um maior gradiente de temperatura (de aprox. 23 a 27,5ºC) (Figura S 1, Figura S 2).

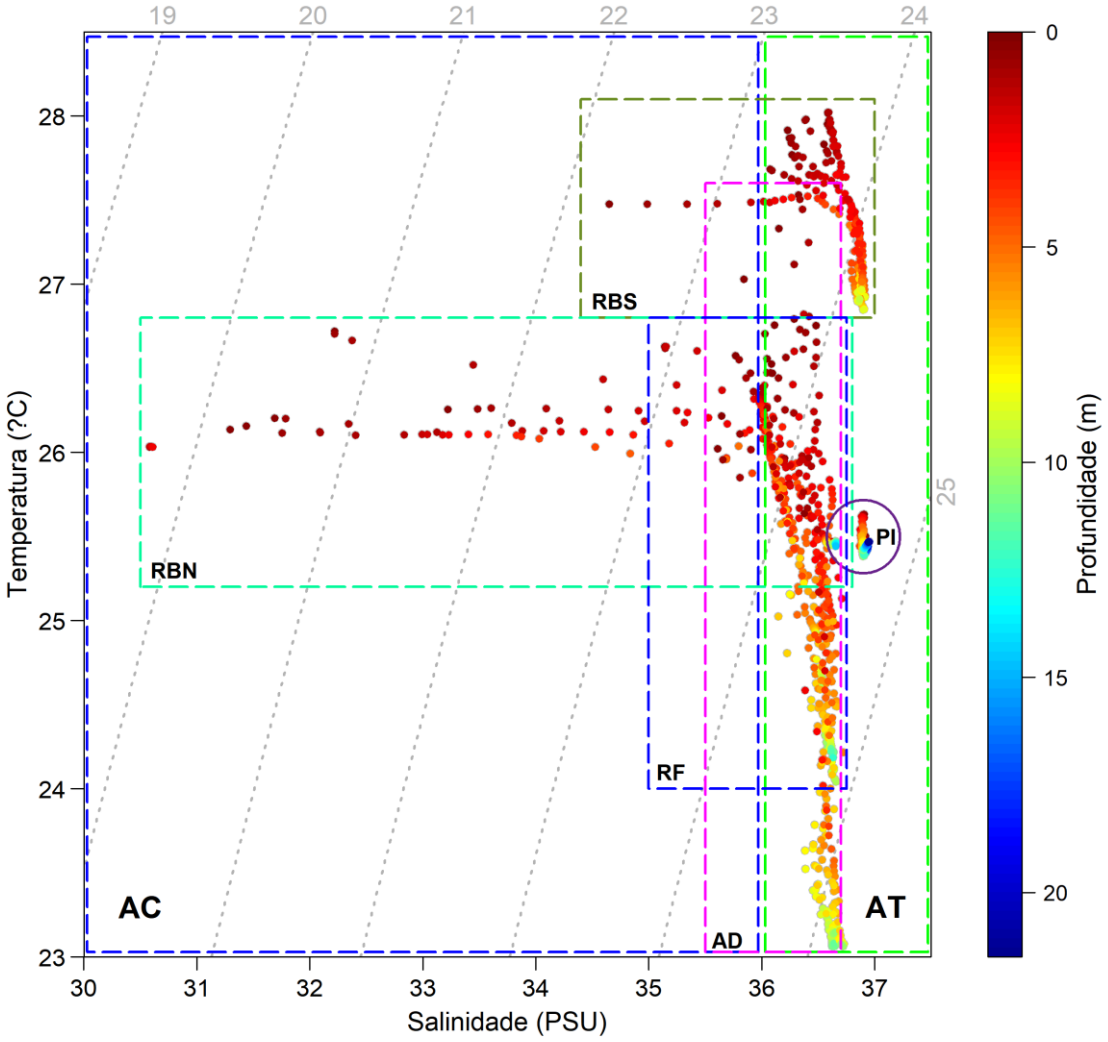

Figura 2: Diagrama de temperatura (ºC) e salinidade (PSU) e isopicnais de densidade (σ) da água com escala de cor para profundidade com todos os pontos de coleta, onde AC = Água Costeira, AT = Água Tropical, RBS = Rio Buranhém sul, RBN = Rio Buranhém norte, PI = Plataforma Continental Interna, RF = Recife de Fora e AD = Arraial d'Ajuda. Índices termohalinos de acordo com CASTRO & MIRANDA 1998.

O volume de precipitação foi baixo durante os períodos de coleta (máx. 13,58mm / dia). A campanha da Plataforma Continental Interna foi a com maior valor médio (2,8 mm) de precipitação nos 14 dias que precederam a amostragem e menor vazão média (9,9

$m^3.s^{-1}$) neste mesmo período. A campanha ao sul do Rio Buranhém foi a com maior valor médio (31 $m^3.s^{-1}$) de vazão nos 14 dias que precedem a amostragem. As campanhas ao norte do Rio Buranhém, costa de Arraial d'Ajuda e Recife de Fora foram amostrada em um intervalo de 4 dias e por isso apresentam valores semelhantes entre si nas médias de pluviosidade e vazão, os quais não foram expressivos (Figura 3).

Apesar da maior média de vazão ter ocorrido durante a campanha ao sul do Rio Buranhém, a campanha ao norte foi a única com valores mais baixos de salinidade com valores chegando próximo de 30, mostrando uma maior influência de água doce. As demais campanhas (RBS, PI, AD e RF) não obtiveram valores menores que 34,5 ficando a maioria dos pontos amostrados entre 36 e 37 de salinidade (Figura 2).

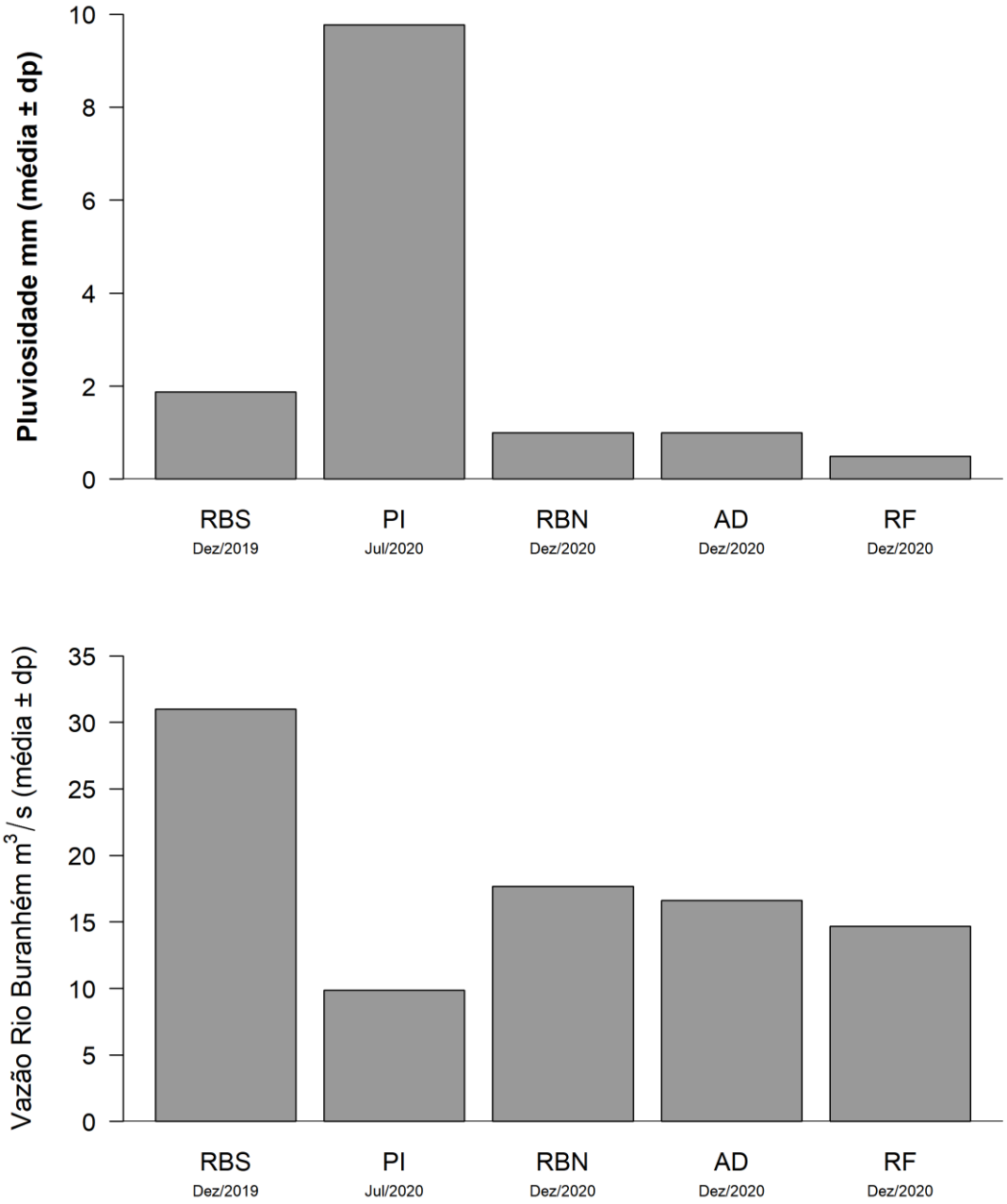

Figura 3: vazão média do Rio Buranhém ($m^3.s^{-1}$) e pluviosidade média (mm) nos 14 dias antecedentes à campanha. RBS: Rio Buranhém Sul; PI: Plataforma Continental Interna de Arraial d'Ajuda; RBN: Rio Buranhém Norte; AD: região costeira de Arraial d'Ajuda; RF: Recife de Fora.

6.4.2 Variação espacial da comunidade mesozooplanctônica

Triamos 41 amostras e identificamos 66 taxa ao todo (Tabela 1 e Tabela 3). A abundância média (± desvio padrão) do mesozooplâncton total foi de 1.418,70 ± 2.077,91 $ind.m^{-3}$ em um volume filtrado médio de 1,51 ± 0,79 m^3. Embora o volume filtrado tenha

sido baixo em relação à amostragens costeiras, a abundância total por amostra está de acordo com os valores comumente obtidos em águas costeiras brasileiras (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, 2019; DIAS e BONECKER, 2009; DIAS *et al.*, 2009). Os grupos mais abundantes nas amostras foram Copepoda, Appendicularia, Chaetognatha, Gastropoda (larva e pelágico) e zoea de Brachyura. Copepoda compôs em média 67,25% do mesozooplâncton, e, assim como Appendicularia e Chaetognatha, ocorreram em todas as amostras.

Tabela 1: Abundância Média (ind.m^{-3}), desvio padrão (DP), abundância relativa (AR %) e frequência de ocorrência (F %) dos grandes grupos identificados ao Sul e Norte do Rio Buranhém, Recife de Fora, costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial D'Ajuda.

Taxa	**Média**	**DP**	**AR%**	**F%**
Radiozoa	0,02	0,14	<0,01	2,44
Cnidaria				
Ctenophora (juvenil)	1,78	3,34	0,08	39,02
Siphonophorae	2,14	3,69	0,10	53,66
Liriope sp. Lesson, 1843	0,19	0,62	0,01	12,20
Medusa Linnaeus, 1758	20,21	22,02	0,90	92,68
Platyhelminthes				
Turbellaria (larva)	0,01	0,07	<0,01	2,44
Bryozoa (cifonauta)	15,21	17,69	0,68	92,68
Phoronidae (actinotroca)	0,23	0,49	0,01	21,95
Nemertea (pilídeo)	0,94	1,70	0,04	41,46
Mollusca				
Cephalopoda (paralarva)	0,04	0,20	<0,01	3,70
Gastropoda (veliger)	551,19	1.361,49	1,27	98,15
Creseis sp. Rang, 1828	11,26	47,72	0,03	24,07
Bivalvia (larva)	268,61	397,83	0,62	94,44
Chaetognatha	1.113,40	1.205,16	2,57	100,00
Annelida				
Polychaeta (metatrocophora e juvenil)	8,35	9,75	0,37	92,68
Magelonidae Cunningham & Ramage, 1888	0,28	0,84	0,01	14,63
Tomopteridae Grube, 1850	0,07	0,44	<0,01	2,44
Crustacea				
Copepoda	1.517,48	1.685,94	67,55	100,00
Ostracoda	10,12	33,48	0,02	25.93
Cirripedia (náuplio)	339.07	1.265.05	0.78	87.04
Isopoda	14.47	74.58	0.03	12.96
Amphipoda	8.65	18.39	0.02	42.59
Mysida	0.17	1.11	<0.01	1.85
Decapoda (larva e decapodito)	230,19	297,57	0,53	94,44
Brachyura (zoea e megalopa)	1.581,13	10.447,26	3,65	12,96
Luciferidae De Haan, 1849	3,04	5,87	0,01	25,93

Taxa	Média	DP	AR%	F%
Penilia avirostris Dana, 1849	0,83	3,10	<0,01	12,96
Echinodermata				
Asteroidea (Brachiolaria)	2,62	3,95	0,12	56,10
Ophiuroidea (Ophiopluteus)	1,90	2,37	0,08	63,41
Holothuroidea (Auricularia)	24,40	42,40	1,09	73,17
Chordata				
Doliolidae Bronn, 1862	0,01	0,10	<0,01	1,85
Oikopleura sp.	3.137,60	4.836,25	7,25	100,00
Fritillaria sp.	5,24	14,68	0,01	25,93
Teleostei (ovo e larva)	80,98	203,68	0,19	88,89
Engraulidae Gill, 1861 (ovo)	1,28	7,08	<0,01	7,41

As amostras mais abundantes ocorreram na costa de Arraial d'Ajuda e no trajeto para o Recife de Fora. A costa de Arraial d'Ajuda teve maior abundância média (3.926,94 ± 3664,77 ind.m^{-3}) devido principalmente aos pontos AD 7 e 5 (11.507 e 9.535 ind.m^{-3}). Já a Plataforma Continental Interna teve a menor abundância média (1.564,99 ± 1.295,69 ind.m^{-3}) e menor riqueza dos grandes grupos assim como ao norte do Rio Buranhém (21 taxa). Ao sul do Rio Buranhém e Recife de Fora, detectamos a maior riqueza (27 taxa), enquanto à costa de Arraial d'Ajuda teve riqueza de 23 taxa; (Figura 4, Tabela S 3).

Copepoda foi o grupo dominante em quase todas as amostras, tendo menor contribuição, em termos de abundância relativa, nas amostras do Recife de Fora e próximo a desembocadura do Rio Buranhém, onde houve um número expressivo de larvas de Decapoda, principalmente zoea de Brachyura. Já no Recife de Fora detectamos a maior representatividade de Gastropoda, além das típicas larvas véliger (Figura 5, Figura 6, Figura 7, Figura 8).

As campanhas da pluma do Rio Buranhém apresentaram um gradiente decrescente na abundância das zoés de Brachyura à medida em que as amostras se afastam da foz do rio. Na campanha sul, as amostras foram semelhantes estre si e Copepoda não ultrapassou 60% da amostra. Na campanha norte houve um aumento de Copepoda com o avanço da pluma, assim como passaram a ocorrer larvas de Gastropoda e náuplios de Cirripedia (Figura 5).

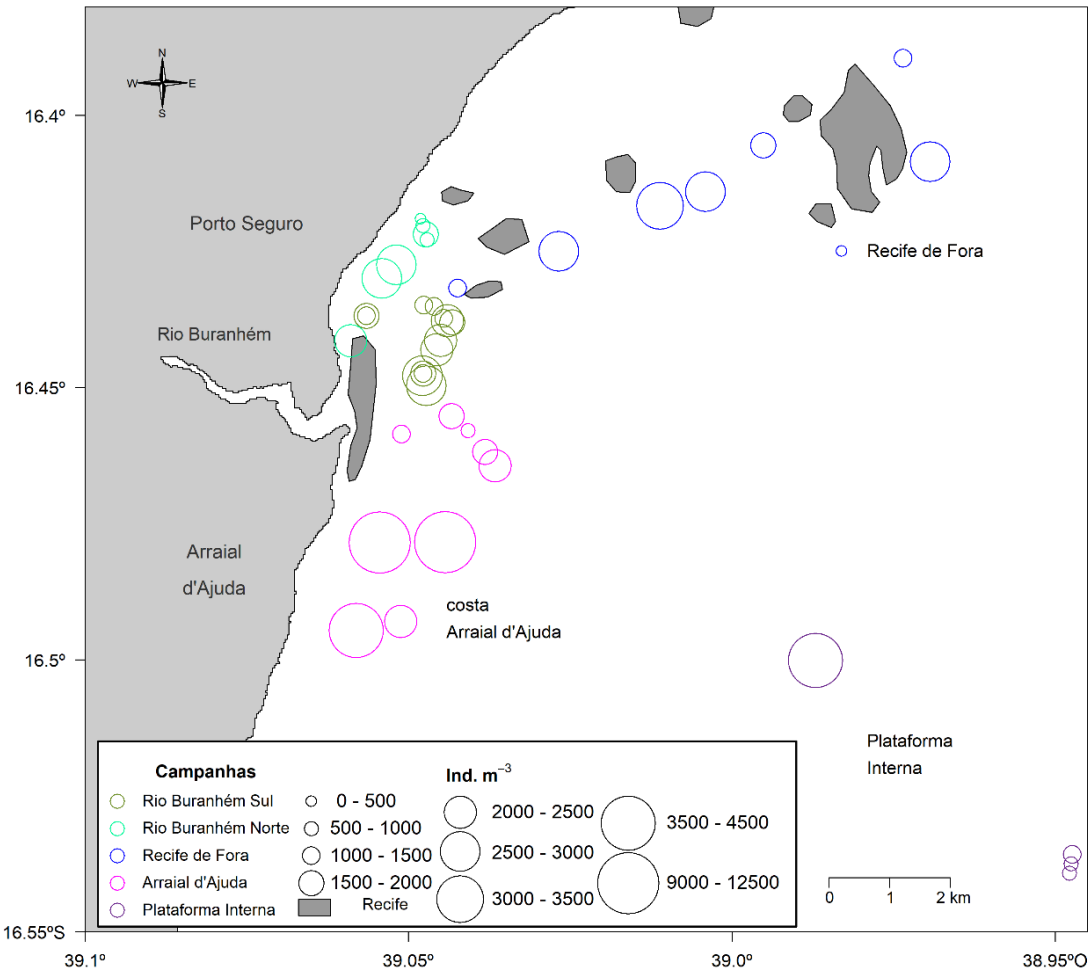

Figura 4: Distribuição espacial da abundância total do mesozooplâncton (ind.m^{-3}) nas estações oceanográficas das campanhas Sul e Norte da pluma do Rio Buranhém, no Recife de Fora e na costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial d'Ajuda, Porto Seguro, Bahia. PI tem quatro estacoes.

Na Plataforma Continental Interna Copepoda representou em média 82% do mesozooplâncton total. Outros grupos que se destacaram foram essencialmente Appendicularia e Chaetognatha (Figura 6).

Na costa de Arraial d'Ajuda, Appendicularia apareceu (> 5%) apenas nas amostras mais próximas à costa (7 e 9), enquanto larvas de Bivalvia e Gastropoda ocorreram nas amostras mais afastadas da costa (5 e 4). Já Holoturoida teve valor expressivo nas amostras coletadas ao norte desta campanha, próxima a foz do Rio Buranhém (AD1, AD2, AD3) (Figura 7).

O Recife de Fora apresentou oscilação na dominância de Copepoda sincronizada com a variação na abundância, quanto maior a abundância da amostra, maior a representatividade de Copepoda. Não há uma distinção entre a região de arrebentação (RF6, RF7 e RF8) em relação à região abrigada pela formação recifal (RF5). O ponto de coleta ao sul do Recife de Fora (RF8) foi bem distinto do resto da campanha com presença expressiva (> 2%) de Cirripedia, Brachyura e Bryozoa e menor abundância (125,67 ind.m^{-3}) (Figura 8).

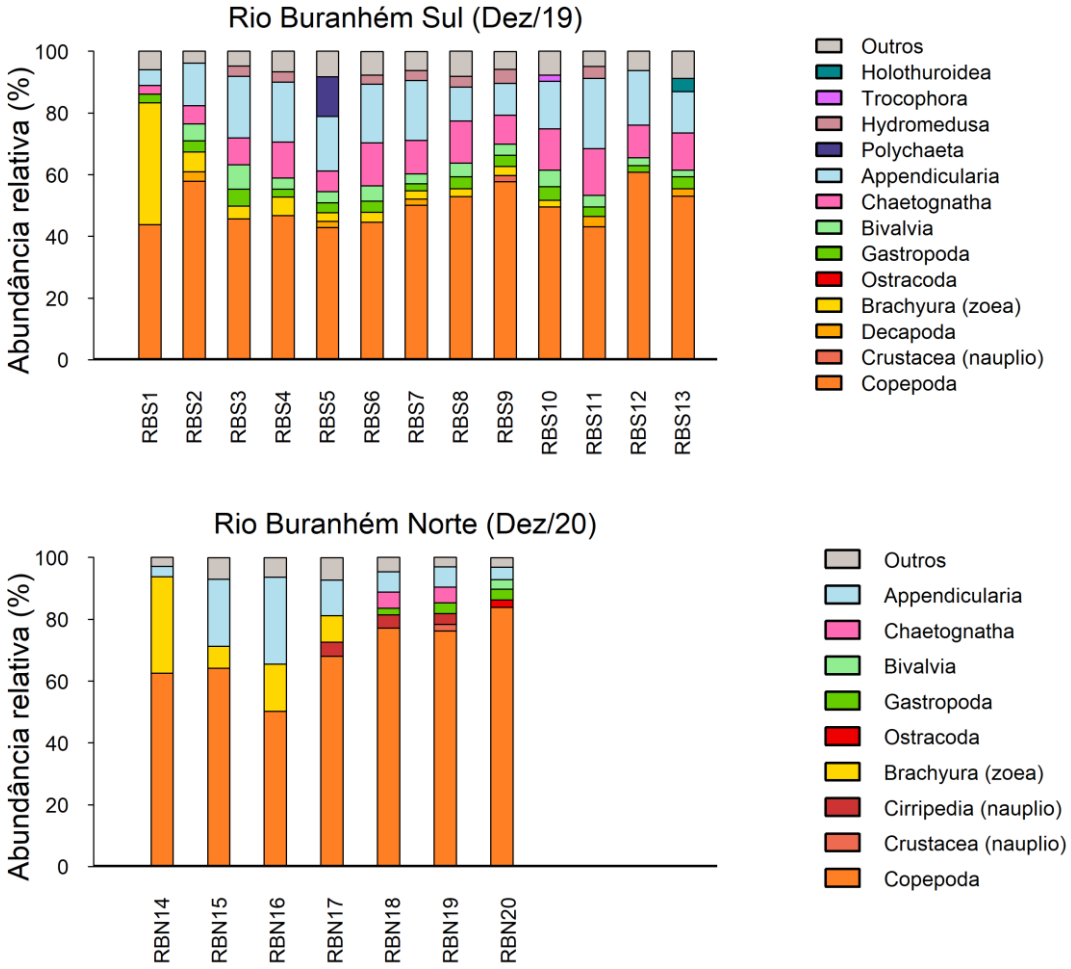

Figura 5: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta das campanhas Norte Sul da pluma do Rio Buranhém. Utilizar a Figura 1 para localizar as amostras no mapa da área de estudo.

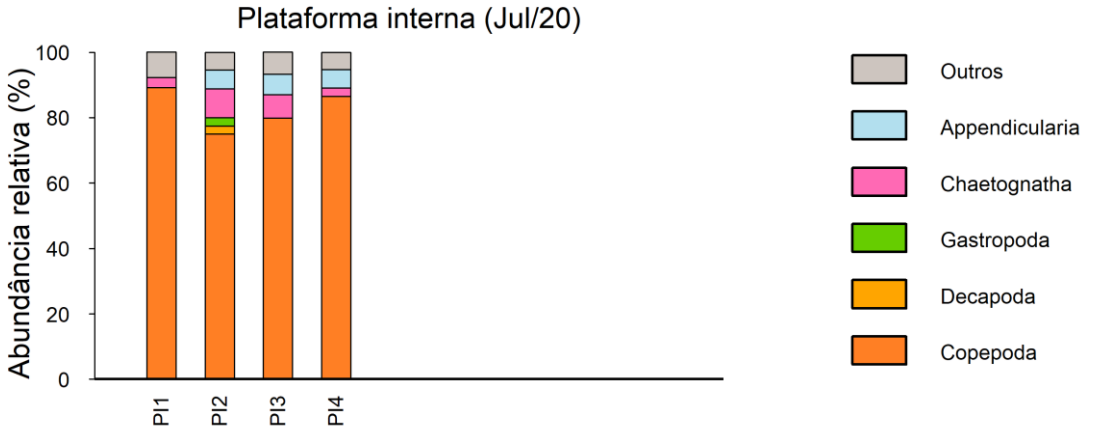

Figura 6: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta na Plataforma Continental Interna.

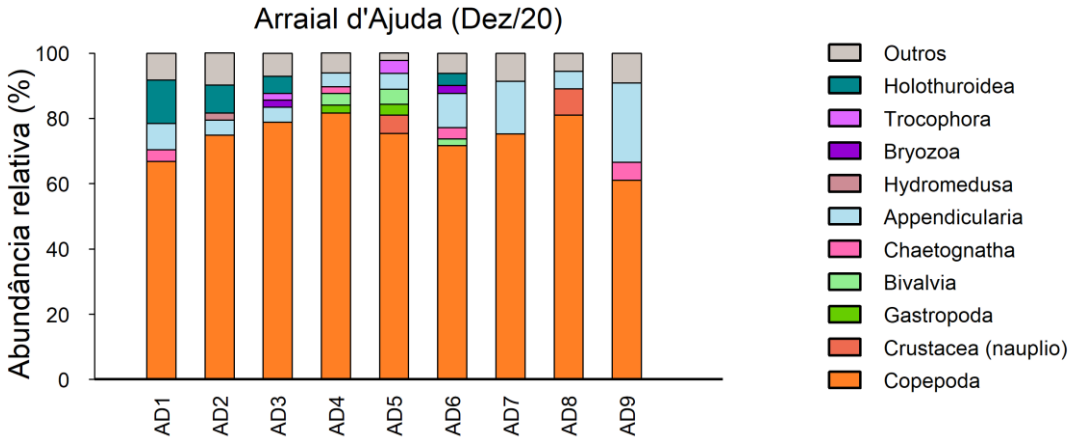

Figura 7: Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta na costa de Arraial d'Ajuda.

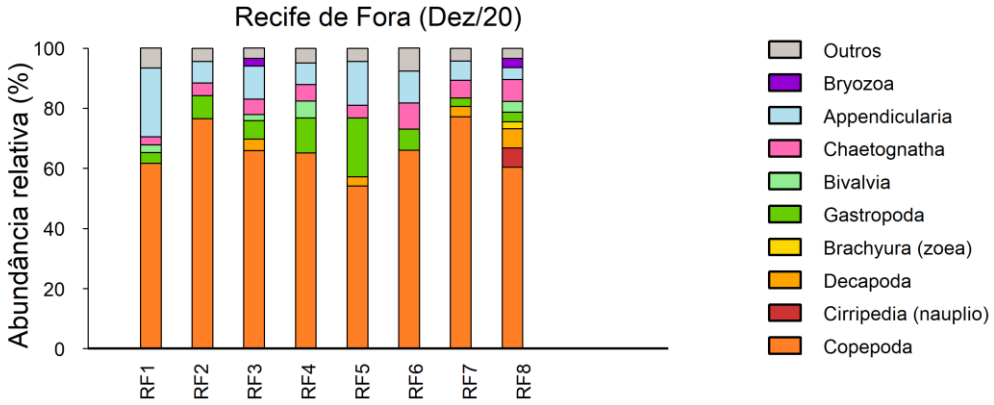

Figura 8:Abundância relativa dos grandes grupos do mesozooplâncton (%), que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta no Recife de Fora.

As campanhas foram semelhantes em sua composição, com ocorrência de espécies costeiras (Appendicularia, larvas de Gastropoda e Bivalvia, Chaetognatha e larvas de Brachyura), diferindo na distribuição relativa das espécies e pela presença de espécies exclusivas em certas campanhas (Figura 9). Holoturoidea ocorreu apenas em Arraial d'Ajuda, Bryozoa e Gastropoda (larvas e Creseis spp.) no Recife de Fora e Chaetognatha e Cirripedia (larva náuplio) na pluma do Rio Buranhém. No nMDS o stress esteve abaixo de 0.2 (0.15), o que demonstra uma aproximação da representação no nMDS à dissimilaridade real entre as amostras. Através da PERMANOVA (Tabela 2) constatamos que o agrupamento do nMDS não foi ao acaso ($p < 0,05$) e as variáveis temperatura, salinidade e campanha explicaram mais de 60% da distribuição do nMDS.

Tabela 2: resultaldo da PERMANOVA. Df = grau de liberdade, R^2 = proporção de explicação, F = resultado do test F, Pr(>F) = p calculado via permutação.

Variável ambiental	**Df**	**Soma dos quadrados**	**R^2**	**F**	**Pr(>F)**
Temperatura	1	0,25134	0,21208	18,6045	0,001
Salinidade	1	0,16319	0,13770	12,0797	0,001
Campanha	4	0,33830	0,28545	6,2605	0,001
Residual	32	0,43231	0,36477		
Total	38	1,18514	1,00000		

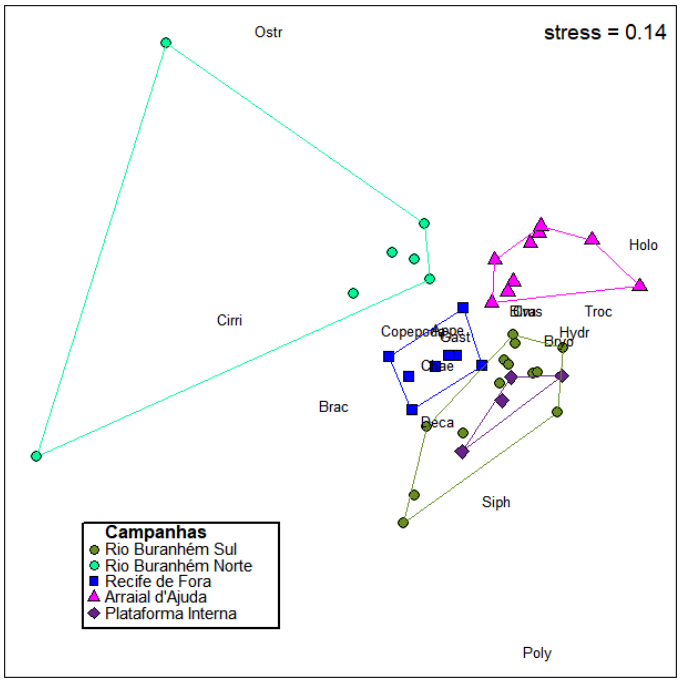

Figura 9: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) dos grandes grupos que contribuíram com abundância maior que 2% nos pontos de coleta. Crus: Crustacea (náulio); Appe: Appendicularia; Cope: Copepoda; Cirri: Cirripedia; Poly: Polychaeta; Deca: Decapoda; Hydr: Hydromedusa; Brac: Brachyura (zoea); Bryo: Bryozoa; Ostr: Ostracoda; Siph: Siphonophora; Gast: Gastropoda; Troc: Trocophora; Biva: Bivalvia; Cres: Creseis spp.; Chae: Chaetognatha; Holo: Holothuroidea.

6.4.3 Caracterização da Assembleia de Copepoda

Identificamos 38 taxa de Copepoda (Tabela 3) em 41 amostras, entre eles 29 espécies, 3 gêneros, 2 famílias, 2 ordens e 1 classe e 1 subfilo. os indivíduos que não foram possíveis de identificar até espécie foram Copepoda em estágio de copepodito ou adulto danificado, (Tabela 3). A abundância média (± desvio padrão) da assembleia de Copepoda foi de 1.517,48 ± 1.685,94 ind.m^{-3} (Tabela 1). *Paracalanus aculeatus* foi a espécie mais abundante e uma das mais frequentes, seguida de *Temora turbinata*, *Paracalanus* spp, Oithonidae e Corycaeidae. O sul do Rio Buranhém e Arraial d'Ajuda foram as áreas de maior riqueza (22 e 19 taxa respectivamente), diversidade (índice de Shannon 2,22 e 2,30) e equitabilidade (Pielou 0,7 ambos). Em contrapartida, na Plataforma Continental Interna e nos arredores do Recife de Fora encontramos os menores valores para estes mesmos índices (Tabela S 3).

Tabela 3: Abundância média (ind.m^{-3}), desvio-padrão (DP), abundância relativa (RA %) e frequência de ocorrência (F %) dos taxa de Copepoda ao Sul e Norte do Rio Buranhém, Recife de Fora, costa e Plataforma Continental Interna ao largo de Arraial D'Ajuda.

Taxa	Média	DP	AR%	F%
Subfilo Crustacea (náuplio)	47,54	161,16	2,12	97,56
Classe Copepoda	1,35	4,82	0,06	9,76
Ordem Calanoida	46,15	153,49	2,05	68,29
Família Calanidae				
Subeucalanus pileatus (Giesbrecht, 1888)	13,04	18,05	0,58	53,66
Undinula vulgaris (Dana, 1849)	0,26	1,14	0,01	4,88
Família Paracalanidae				
Paracalanus spp.	124,19	146,34	5,53	100,00
Paracalanus aculeatus Giesbrecht, 1888	409,71	390,16	18,24	97,56
Parvocalanus crassirostris (Dahl F., 1894)	68,44	288,78	3,05	70,73
Paracalanus quasimodo Bowman, 1971	72,95	65,61	3,25	97,56
Paracalanus campaneri Björnberg T.K.S., 1982	0,17	1,09	0,01	2,44
Delibus sewelli (Björnberg T.K.S., 1982)	19,10	119,69	0,85	4,88
Família Clausocalanidae				
Ctenocalanus vanus Giesbrecht, 1888	1,05	6,65	0,05	2,44
Família Temoridae				
Temora turbinata (Dana, 1849)	163,22	150,54	7,27	100,00
Temora stylifera (Dana, 1849)	4,10	11,33	0,18	19,51
Família Acartidae				
Acartia (Odontacartia) lilljeborgii Giesbrecht, 1889	57,85	129,77	2,58	48,78
Família Pontelidae	1,25	3,21	0,06	14,63
Calanopia americana Dahl F., 1894	24,48	26,60	1,09	78,05
Pontellopsis brevis (Giesbrecht, 1889)	1,10	4,00	0,05	9,76
FamíliaCentropagidae				
Centropages velificatus (Oliveira, 1947)	65,43	72,20	2,91	90,24
Família Pseudodiaptomidae				
Pseudodiaptomus acutus (Dahl F., 1894)	11,22	45,87	0,50	9,76
Ordem Cyclopoida	0,35	2,18	0,02	2,44
Família Oithonidae				
Oithona spp.	91,58	394,49	4,08	46,34
Oithona plumifera Baird, 1843	10,34	29,32	0,02	24,07
Oithona hebes Giesbrecht, 1891	73,97	190,13	0,17	24,07
Oithona oswaldocruzy Oliveira, 1945	4,56	20,19	0,20	4,88
Oithona hamata Rosendorn, 1917	0,13	0,82	0,01	2,44
Oithona nana Giesbrecht, 1893	33,41	128,06	0,08	20,37
Oithona simplex simplex Farran, 1913	11,36	65,35	0,51	4,88
Família Oncaeidae				
Oncaeia spp.	3,56	13,79	0,16	19,51
Oncaeia media Giesbrecht, 1891	0,14	0,87	0,01	2,44
Família Corycaeidae	80,33	93,65	3,58	95,12
Onychocorycaeus giesbrechti (Dahl F., 1894)	23,49	29,33	1,05	60,98
Ditrichocorycaeus amazonicus (Dahl F., 1894)	30,59	28,05	1,36	80,49
Agetus limbatus (Brady, 1883)	0,37	2,33	0,02	2,44
Família Halicyclopidae				

Taxa	Média	DP	AR%	F%
Halicyclops aberrans Rocha C.E.F., 1983	0,38	2,19	0,02	4,88
Ordem Harpacticoida	0,46	2,25	0,02	7,32
Família Tachidiidae				
Euterpina acutifrons (Dana, 1847)	71,31	197,41	3,17	85,37
Família Peltidiidae				
Goniopsyllus rostratus Brady, 1883	2,24	8,58	0,10	12,20
Ordem Siphonostomatoida				
Caligidae Burmeister, 1835	0,28	1,75	0,01	2,44

Ao norte e sul do Rio Buranhém ocorreram espécies estuarinas e de plataforma (AT). Estas regiões apresentaram composições distintas entre si na diversidade e equitabilidade. Este ambiente se diferenciou dos outros principalmente pela presença dominante de *A. lilljeborgii*, *E. acutifrons* e *P. acutus*. O sul do Rio Buranhém teve alta equitabilidade entre espécies tropicais (*O. giesbrechti*, *P. aculeatus*, *S. pielatus*) e estuarinas (*E. acutifrons*, *Pseudodiaptomus acutus*, *P. quasimodo* e *Calanopia americana*) (DIAS & BONECKER, 2009; NEUMANN – LEITÃO et al., 2019). O norte do Rio Buranhém teve tanto *A. lilljeborgii* e *P. crassirostris* (espécies estuarinas) quanto *P. aculeatus* (espécie tropical) ocorreu também uma espécie de água doce (*Halicyclops aberrans*). Também foi possível observar uma diminuição de *E. acutifrons* na campanha

sul mostrando uma relação negativa com a salinidade (Figura 10, Figura 11, Figura 12 e Figura 13).

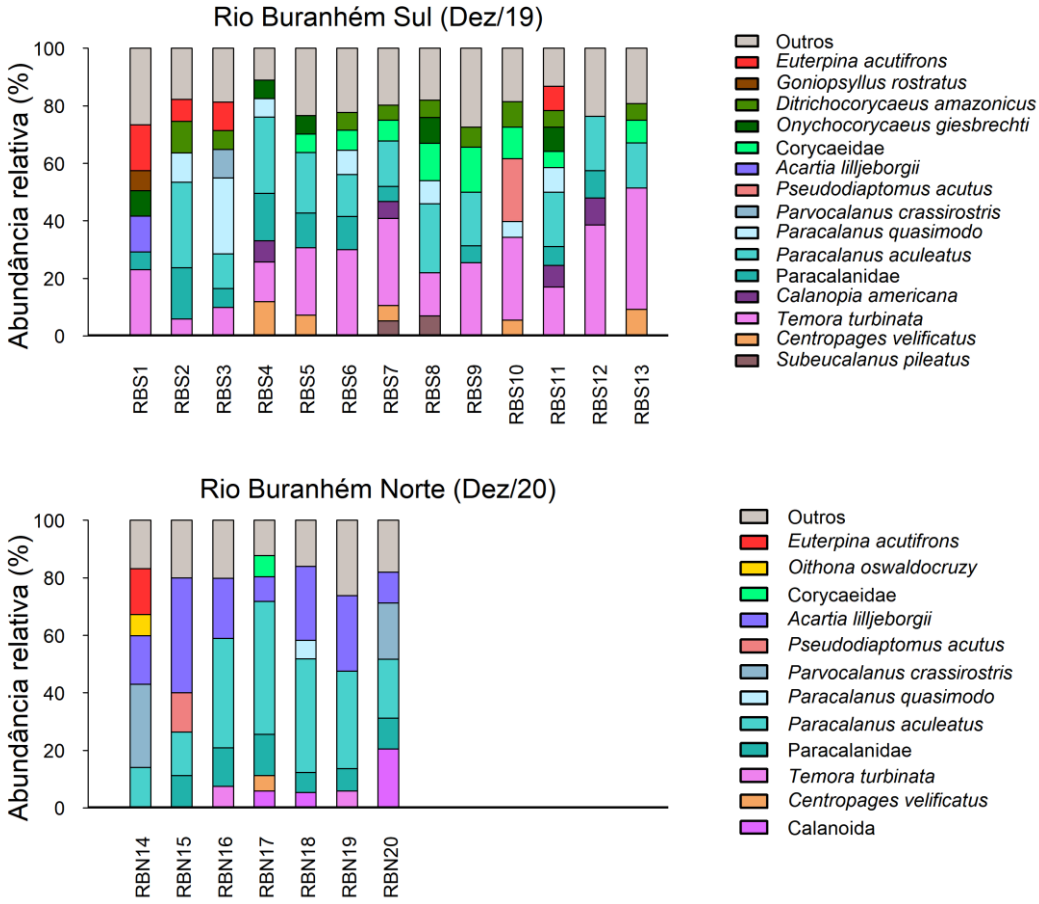

Figura 10: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta das campanhas da pluma do Rio Buranhém.

Os ambientes da Plataforma Continental Interna e Recife de Fora tiveram composição de espécies parecidas com baixa diversidade e predomínio de *P. aculeatus.* A presença de espécies de Coricides e *T. turbinata* também aproximam as campanhas (Figura 11, Figura 13).

Na Plataforma Continental Interna foi a única campanha com valor expressivo (> 5%) das espécies costeiras *T. stylifera* e *S. pileatus*, que aparecendo pontualmente nesta região (Figura 11).

A costa de Arraial d'Ajuda teve duas amostras muito distintas em composição em relação (AD5 e AD8) as demais, o que pode indicar um evento singular nesses pontos dividindo em dois o ambiente amostrado. As amostras próximas a foz do Rio Buranhém

(1, 2, 3 e 4) se diferenciam dadas do sul da campanha (6 e 7) pela presença de *C. velificatus* (Figura 12).

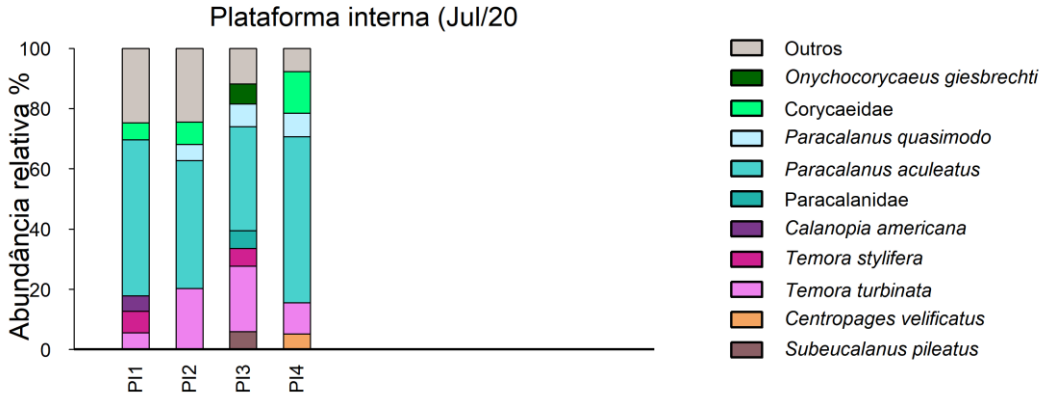

Figura 11: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta da Plataforma Continental Interna.

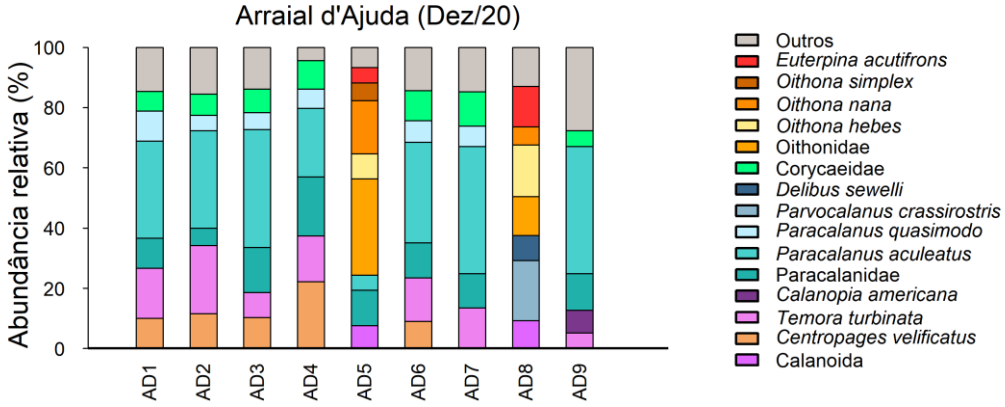

Figura 12: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta na costa de Arraial d'Ajuda.

As espécies *P. quasimodo* e *C. velificatus* ocorreram de forma abundante ao longo do transecto em direção ao Recife de Fora (RF1, RF2, RF3 e RF4), mas foram substituídas por *D. amazonycus* e *O. giesbrechti* nas amostras em torno do recife (RF5, RF6, RF7 e RF8) (Figura 13).

O nMDS das espécies de Copepoda não apresentou uma separação nítida dos ambientes, porém favorece o reconhecimento das espécies comuns a todas as campanhas e as espécies exclusivas (Fig. S4). A análise de redundância com base em distâncias (dbRDA) mostrou existir uma relação entre a distribuição da assembleia de Copepoda e

os parâmetros ambientais (temperatura e salinidade). O eixo 1 da dbRDA explicou 54% dessa relação e representou o gradiente de salinidade, onde RBN tem uma relação negativa com a salinidade. O eixo 2 com 11% de explicação representou o gradiente de temperatura, onde os pontos de AD e RF estiveram ao longo de todo o eixo e PI apresentou uma relação negativa com temperatura (Figura 14).

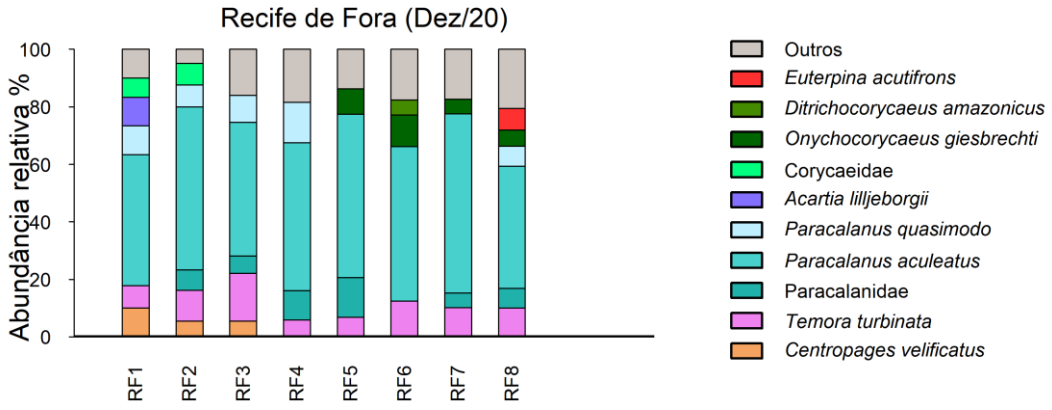

Figura 13: Abundância relativa das espécies de Copepoda (%), que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta do Recife de Fora.

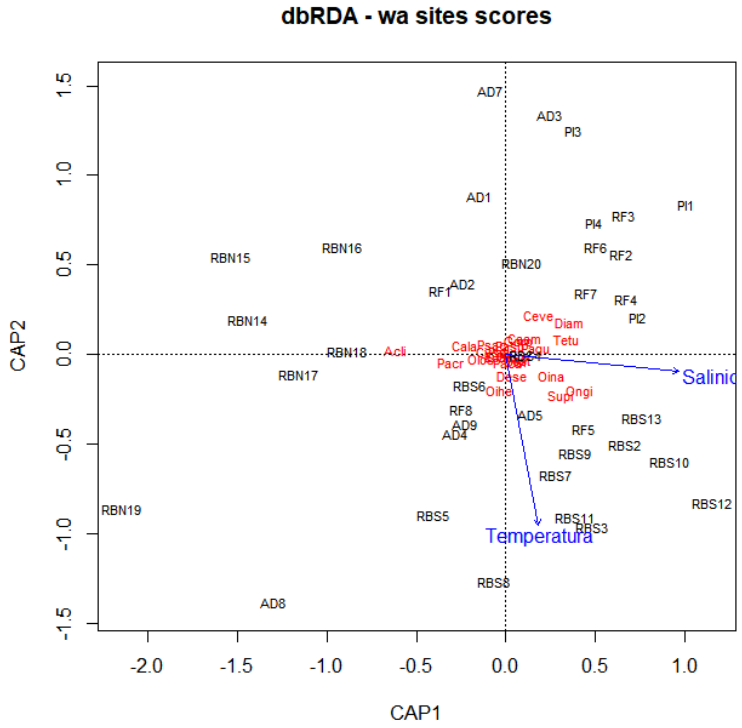

Figura 14: Análise de Redundânciabaseada em distâncias (dbRDA) os dados oceanográficos (temperatura e salinidade) e as espécies de Copepoda que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta. Cala: Calanoida; Supi: *Subeucalanus pileatus*; Ceve: *Centropages velificatus*; Tetu: *Temora*

turbinata; Test: *Temora stylifera*; Caam: *Calanopia americana*; Pasp: Paracalanidae; Paac: *Paracalanus aculeatus*; Paqu: *Paracalanus quasimodo*; Pacr: *Parvocalanus crassirostris*; Paca: *Paracalanus campaneri*; Dese: *Delibus sewelli*; Psac: *Pseudodiaptomus acutus*; Acli: *Acartia lilljeborgi*; Cysp: Cyclopoida; Ongi: *Onychocorycaeus giesbrechti*; Diam: *Ditrichocorycaeus amazonicus*; Onsp: Oncaeia spp.; Oihe: *Oithona hebes*; Oios: *Oithona oswaldocruzi*; Oina: *Oithona nana*; Oisi: *Oithona simplex*; Goro: *Goniopsyllus rostratus*; Euac: *Euterpina acutifrons*.

6.5 DISCUSSÃO

Este foi o primeiro trabalho sobre a estrutura da comunidade planctônica na costa de Porto Seguro. Os ambientes analisados (Rio Buranhém, Plataforma Continental Interna, Arraial d'Ajuda e Recife de Fora) tiveram características físicas e biológicas de ambientes estuarinos e costeiros e a estrutura da comunidade planctônica variou, de acordo com a temperatura e salinidade, expressando a diferença entre os mesmos. A presença constante da massa de Água Costeira (AC) na superfície mostra a influência do aporte continental e os taxa mais frequentemente encontrados são comuns na costa Atlântica Sudoeste Tropical, a saber: Copepoda, Appendicularia, Chaetognatha, Gastropoda (100%); Paracalanidae e *Temora turbinata* (100%), *Paracalanus aculeatus* e *Paracalanus quasimodo* (98%) e Corycaeidae (95%) (NEUMANN – LEITÃO *et al.*, 2019; DIAS *et al.*, 2009 e DIAS & BONECKER, 2009). Com exceção de Chaetognatha, carnívoro voraz, todos os outros taxa com alta ocorrência forão de hábitos alimentares onívoros e/ou herbívoros.

Devido ao domínio de algumas espécies estuarinas e costeiras de Copepoda (supracitadas) os ambientes se diferenciaram mais na estrutura planctônica considerando grandes grupos (Polychaeta, Holothuroidea, Ostracoda, Cirripedia, Hydromedusa, Bryozoa) do que quando consideramos Copepoda a nível específico devido à plasticidade das espécies, mostrando a existência de diferentes interações interespecíficas e a alta adaptabilidade destas espécies de Copepoda.

Em regiões costeiras oligotróficas é esperada uma maior abundância apenas junto à costa, principalmente em locais com enriquecimento de nutrientes através do aporte fluvial, formando o conhecido gradiente decrescente de abundância na direção costa - oceano (DIAS & BONECKER 2009). No entanto, as maiores abundâncias não foram encontradas nas estações mais próximas a foz do Rio Buranhém e sim em uma área intermediária entre a foz e os pontos mais externos à área de estudo (>3.000 ind.m^{-3}, PI4, AD5, AD7, AD8, RF3), fora da pluma do Rio Buranhém, indicando uma área produtiva

da região. A baixa abundância na pluma (RBS e RBN) pode ser explicada pela alta quantidade de sedimentos em suspensão (profundidade de Secchi ≤ 2,2 m), limitando a produção primária pela baixa irradiação luminosa.

Por outro lado, o gradiente decrescente de diversidade no sentido costa - oceano parece estar relacionado a um enriquecimento promovido pela pluma do Rio Buranhém, onde os ambientes mais próximos à costa (costa de Arraial d'Ajuda e sul do rio Buranhém) foram mais diversos (Copepoda) do que os mais afastados (Recife de Fora e Plataforma Continental Interna). Vale ressaltar que o Recife de Fora foi o local com maior riqueza em termos de grandes grupos dentre os cinco ambientes, devido a uma maior contribuição de organismos do meroplâncton, os quais tiveram origem diferente da estuarina. Por ser um ambiente de reprodução e recrutamento de organismos bentônicos, as larvas destes organismos compõem o meroplâncton (*i.e.,* larvas de Gastropoda, Bivalvia, Bryozoa, zoea de Brachyura, náuplio de Cirripedia).

A diversidade do zooplâncton está relacionada à estabilidade do ambiente, onde ambientes mais estáveis tendem a comportar mais espécies (NEUMANN-LEITÃO *et al.*, (2008). Uma vez que os estuários tendem a ser ambientes mais instáveis, isso justificaria uma menor diversidade nessa região em relação aos outros ambientes. No entanto, a mistura entre a comunidade estuarina e costeira parece contribuir para um aumento da diversidade local. Ainda não há um consenso sobre a variação da diversidade na região do Atlântico Sudoeste Tropical. Boltovskoy, (1981), Dias e Bonecker, (2009), Dias *et al.* (2015) e Neumann-Leitão *et al.* (2019) encontraram um padrão crescente da diversidade na direção – oceano. Por outro lado, Neumann-Leitão *et al.* (2008) não encontrou padrão na distribuição da diversidade, enquanto Magris *et al.* (2011) encontrou alta diversidade em estuário.

A baixa vazão do Rio Buranhém próximo aos dias de coleta correspondeu ao baixo volume de chuva corroborando com a correlação positiva entre precipitação e vazão, encontrada por SILVA *et al.*, (2021), na bacia do Rio Buranhém através da análise de séries históricas. Os valores encontrados para vazão foram abaixo da média histórica, calculada a partir de dados da ANA (22,71 $m^3.s^{-1}$ de 1968 a 2019; Lemos *et al*., 2022). Estes valores de vazão abaixo da média histórica seguem uma tendência nacional que está associada ao desmatamento, processos físicos locais e a anomalias climáticas, que causam diminuição na precipitação. (LEMOS *et al.*, 2022; SILVA *et al.*, 2021; GENZ & TANAJURA, 2013).

No ambiente estuarino as campanhas ao sul (RBS) e ao norte (RBN) da foz do Rio Buranhém apresentaram condições ambientais distintas de vento, vazão, temperatura e salinidade resultando também em uma estrutura da comunidade planctônica diferente em termos de diversidade, composição e abundância. A pluma de densidade do Rio Buranhém foi detectada pela baixa salinidade no ambiente marinho em pontos rasos do TS referentes às campanhas deste ambiente principalmente na RBN. Lemos *et al.*, (2022) identificou influência da água salobra em profundidade de até 1,34 m (35.83 PSU) na RBS e 1,65 m (35.31 PSU) na RBN.

Lemos *et al.* (2022) descreveu a dispersão da pluma do Rio Buranhém durante as campanhas RBS e RBN, dentre outras. Os autores descreveram que o vento e a vazão foram os fatores determinantes para a presença de dois padrões de dispersão. A dispersão na direção sul ocorre quando há predomínio de vento Nordeste e valores baixos e médios de vazão ($\leq 22{,}71\ m^3.s^{-1}$). Já a dispersão na direção norte, esteve associada a uma maior estratificação salina, com alta vazão ($\geq 27{,}5\ m^3.s^{-1}$) e maior alcance da pluma. Embora a campanha sul tenha apresentado maior vazão em relação à campanha norte ($31\ m^3.s^{-1}$ e $17{,}7\ m^3.s^{-1}$, respectivamente), registrou-se intenso vento Nordeste ($6.1\ m.s^{-1}$), mantendo o padrão de dispersão descrito por Lemos *et al.* (2022). Não foi possível obter dados de vento no dia da campanha norte, ou dia anterior, no entanto os dias prévios registraram vento nordeste fraco.

Ambas as campanhas do Rio Buranhém apresentaram um predomínio de espécies eurialinas (e.g., *E. acutifrons*, *Parvocalanus crassirostris*, *Acartia lilljeborgii*, *Oikopleura* sp. (Appendicularia)). Houve um gradiente decrescente das larvas de crustáceos decápodes, principalmente das larvas zoea de Brachyura, acompanhando o aumento gradativo da salinidade. Larvas de Decapoda possuem formas diferentes de dispersão, Souza *et al.* (2019) encontrou relação entre a abundância de larva de caranguejo *Petrolisthes armatus* e a variação da salinidade, obtendo maiores valores em salinidade em torno de 28 e 30, valores próximos aos encontrados no RBN. Adicionalmente, houve também um gradiente decrescente de *E. acutifrons* (Copepoda estuarino), enfatizando o aumento da salinidade à medida que a pluma avança. As mesmas espécies de Copepoda indicadoras de pluma estuarina descritas por Neumann-Leitão *et al.* (2019), mesmo que com menor abundância (< 5%), foram encontradas em ambas as campanhas do Rio Buranhém (e.g.*., Acartia lilljeborgii*, *Parvocalanus crassirostris*, *Oithona hebes*, *Oithona*

oswaldocruzi e *Euterpina acutifrons*), reforçando a presença/influência da pluma nessas regiões.

Devido ao pequeno avanço da pluma do Rio Buranhém na direção sul durante a campanha RBS, observamos um pequeno distanciamento entre os pontos de amostragem, o que resultou em pequena variação na composição e abundância do mesozooplâncton e uma alta equitabilidade (Pielou 0,7). Ainda assim, observamos altos valores de riqueza e diversidade relacionados ao enriquecimento da pluma do Rio Buranhém e/ou contribuição da comunidade costeira adjacente (MAGRIS *et al.*, 2011).

O RBN foi a campanha com maior influência direta do Rio Buranhém, no entanto não apresentou a alta abundância esperada para ambientes enriquecidos por aporte continental (DIAS & BONECKER, 2009). As zoés de Brachyura dominaram nas amostras mais próximas à foz e à medida que a salinidade aumentou, a redução das larvas de Brachyura foi acompanhado pelo aumento de outros grandes grupos com dominância de Copepoda. Em relação a assembleia de Copepoda, RBN foi a única campanha com o predomínio de *A. lilljeborgii* e baixa representatividade de *P. quasimodo* e Corycaeidae. Ainda assim, a assembleia de Copepoda foi caracterizada por espécies estuarinas e costeiras, com a ocorrência de *E. acutifrons*, *O. oswaldocruzy, P. crassirostris* e *Pseudodiaptomus acutus*.

A Plataforma Continental Interna foi o ambiente mais profundo e distante da costa, onde não houve influência do Rio Buranhém, dado que registramos apenas Água Tropical. As campanhas RBN, AD e RF ocorreram em um intervalo de 4 dias, logo, todas estiveram sobre condições ambientais muito semelhantes de pluviosidade, vazão do Rio Buranhém e vento. As campanhas AD e RF tiveram a composição das massas de água semelhantes com o maior △ T (△T = T superficial – T de fundo), mostrando a diferença entre superfície e fundo, enquanto no RBN houve o maior △S (△S = S superficial – S de fundo), evidenciando a estratificação da pluma do Rio Buranhém durante a baixa intensidade de vento do quadrante sul suposta por LEMOS *et al.* (2022).

A baixa riqueza e diversidade encontradas na Plataforma Continental está diretamente relacionada à presença exclusiva da AT oligotrófica. A presença da espécie estuarina costeira *C. amerina* (> 5%) também presente no RBS e AD indica influência estuarina enquanto a presença (> 5%) de *Subeucalanus pileatus* indica influência oceânica.

A costa de Arraial variou espacialmente de forma longitudinal em termos de grandes grupos, onde as amostras costeiras rasas com menor riqueza (AD7, AD8, AD9) se diferenciaram das amostras mais fundas (AD1 a AD6). Em relação à Copepoda, houve uma variação latitudinal, pois as amostras próximas à foz do Rio Buranhém foram separadas das amostras ao sul da costa de Arraial d'Ajuda por uma faixa (AD5 e 8) de composição bastante diferente de organismos, com presença de Oithonidae e com mais do que o dobro da abundância total em relação às outras amostras, podendo indicar uma possível influência do escape formado pelo *beach rock* da foz do Rio Buranhém. As amostras iniciais (AD1, AD2, AD3 e AD4) se diferenciaram do restante da campanha pela presença de Holothuroida (grandes grupos) e *C. velificatus* (Coepoda).

Embora Lemos *et al.* (2022) tenha concluído que a pluma do Rio Buranhém tem baixa influência sobre a costa de Arraial d'Ajuda, a estrutura da comunidade planctônica indicou semelhança entre AD e RBS, no que diz respeito à assembleia de Copepoda, por conta da presença de *C. americana* e *C. velificatus*. Além disso, ambas tiveram os maiores índices de diversidade e equitabilidade da área de estudo.

A comunidade zooplanctônica do Recife de Fora foi composta principalmente por meroplâncton em grandes grupos e dentro do holoplâncton houve o predomínio de espécies de origem costeira em detrimento das oceânicas. A campanha do Recife de Fora pode ser dividida em duas partes; a primeira com os pontos de 1 a 4 no sentido do rio Buranhém em direção ao recife; e a segunda com os pontos de 5 a 8 no entorno do recife. Foi possível perceber uma diferença entre essas duas áreas na assembleia de Copepoda, onde no primeiro momento houve a presença de *C. velificatus* e *Paracalanus quasimodo*, como no RBS e AD. Essas espécies parecem ter sido substituídas no entorno do Recife de Fora por *Onychocorycaeus giesbrechti*, que também teve grande representatividade no RBS, diferenciando o Recife de Fora (RF5, RF6, RF7 e RF8) e a área costeira adjacente.

Assim como nos pontos AD5 e AD7, o ponto RF8 apresentou características singulares quando comparado ao restante das amostras da mesma campanha. Neste caso a abundância total foi mais de dez vezes menor que os outros pontos, mas com uma maior riqueza de grandes grupos. Essa baixa abundância não deve ser um artefato amostral pois em campanha realizada com esforço amostral semelhante os dados de abundância foram ainda menores (dados não apresentados). Além disso, realizamos três vezes mais arrastos, resultando em maior volume filtrado, para atingir quantidade suficiente de organismos na

análise laboratorial. Durante as amostragens no Recife de Fora, observamos numerosos espécimes adultos de Ctenophora. Embora não existam dados quantitativos, dado que os exemplares adultos não são adequadamente preservados em formaldeído, a presença de *blooms* de Ctenophora podem explica a baixa abundância de mesozooplâncton no RF8. Somado a isto, juvenis de Ctenophora foram registrados em maior quantidade no RBS, indicando uma exportação de Ctenophora do rio para a costa adjacente.

O fato da plataforma continental leste brasileira ser estreita permite uma forte conectividade entre a costa e oceano promovendo um padrão próprio de diversidade e distribuição do zooplâncton (NEUMMAN – LIETÃO *et al.*, 2019 e DIAS & BONECKER, 2009, NEUMANN – LEITÃO *et al.*, 2008). No caso deste estudo, essa conectividade se mostrou na presença de *S. pileatus* (espécie de água Tropical) na pluma do Rio Buranhém, *C. americana* (espécie estuarina costeira) na Plataforma Continental Interna e *P. aculeatus* (espécie tropical) dominando em todas as campanhas.

Ambas as análises multivariadas (nMDS e PERMANOVA) indicaram uma estrutura da comunidade mesozooplanctônica diferente entre os quatro ambientes considerando grandes grupos do mesozooplâncton, com uma contribuição semelhante das variáveis salinidade, temperatura e campanha. Este estudo demonstrou uma diferenciação marcante da comunidade mesozooplanctônica numa região relativamente pequena, indicando a alta complexidade das características oceanográficas locais. Compreender o mecanismo de transporte de organismos planctônicos é importante para elucidar a questão da conectividade entre estes ambientes.

6.6 CONCLUSÃO

Mesmo sendo um estudo de pequena escala e pequena variação de profundidade (<25 m) foi possível diferenciar os ambientes de estuário, Plataforma Continental Interna, costa e recife de coral na estrutura da comunidade mesozooplanctônica na região costeira de Porto Seguro, em resposta às variações de temperatura e salinidade. O mesmo não foi possível para a assembleia de Copepoda. Estudos sobre o comportamento das diferentes espécies em relação à circulação de massas de água e da pluma do rio Buranhém poderão auxiliar a compreender melhor os mecanismos de conectividade dos diferentes grupos planctônicos na região.

6.7 REFERÊNCIAS

AMORIM, F. N., CIRANO, M., SOARES, I. D., CAMPOS, E. J. D., & MIDDLETON, J. F. (2012). **The influence of large-scale circulation, transient and local processes on the seasonal circulation of the Eastern Brazilian Shelf**, 13 S. *Continental Shelf Research*, *32*, 47-61.

ARAUJO, H. M. P., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., NEUMANN-LEITÃO, S., SCHWAMBORN, R., LUCAS, A. P. O., & ALVES, J. P. H. (2008). **Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4), 751-762.

BENEDETTI, F., VOGT, M., RIGHETTI, D., GUILHAUMON, F., & AYATA, S. D. (2018). **Do functional groups of planktonic copepods differ in their ecological niches?** *Journal of Biogeography*, 45(3), 604-616.

BOLTOVSKOY, D. (Ed.). (1981). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino** (No. C/592 S6/1981). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

BOLTOVSKOY, D. (1999). **South atlantic zooplankton** (No. C/592 S6).

BRITO-LOLAIA, M., SANTOS, G. S., NEUMANN-LEITÃO, S., & SCHWAMBORN, R. (2020). **Micro-and mesozooplankton at the edges of coastal tropical reefs (Tamandaré, Brazil)**. *Helgoland Marine Research*, 74(1), 1-14.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva**- REVIZEE. 1997.

BRUNO, R. L. M., DE ARAÚJO, H. A. B., & DE JESUS MACHADO, A. (2009). **Análise das assembléias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia**. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(4), 599-607.

CABRAL, C. R. (2009). **Análise da estrutura e transporte do zooplâncton no estuário do rio Caravelas (Bahia-Brasil) através do uso do zooscan** (dissertação de mestrado , Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

CASTRO, B. D., & MIRANDA, L. D. (1998). **Physical oceanography of the western Atlantic continental shelf located between 4 N and 34 S**. *The sea*, 11(1), 209-251.

COSTA, R. D., LEITE, N. R., & PEREIRA, L. C. C. (2009). **Mesozooplankton of the Curuçá estuary (Amazon coast, Brazil)**. *Journal of Coastal Research*, 400-404.

DE PAULA, Y. C. (2015). **Estrutura da comunidade de peixes recifais e os efeitos do turismo em uma área marinha protegida no nordeste do brasil.** Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Santa Cruz.

DIAS, C. O. *et al.* (2015). **Spatial and temporal changes in biomass, production and assemblage structure of mesozooplanktonic copepods in the tropical south-west Atlantic Ocean.** *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 95(3),483-496.

DIAS, C. O., ARAUJO, A. V., & BONECKER, S. L. (2009). **Seasonal variability of planktonic copepods (Copepoda: Crustacea) in a tropical estuarine region in Brazil**. *Zoologia*, 26(4).

DIAS, C. O., & BONECKER, S. L. C. (2009). **The copepod assemblage (Copepoda: Crustacea) on the inner continental shelf adjacent to Camamu Bay, northeast Brazil**. *Zoologia (Curitiba)*, *26*(4), 629-640.

DIAS, C.O., DE CARVALHO, P. F., BONECKER, A. C. T., & BONECKER, S. L. C. (2018). **Biomonitoring of the mesoplanktonic community in a polluted tropical bay as a basis for coastal management**. *Ocean & Coastal Management*, *161*, 189-200.

DOS SANTOS, T. G., de Oliveira GUSMÃO, L. M., NEUMANN-LEITÃO, S., & da CUNHA, A. G. (2009). **Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá-PE.** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca,* 4(1), 44-56.

FIGUEIRÊDO, L. G. P., FIDELIS, V. T. P., de AQUINO, E. P., NEUMANN-LEITÃO, S., & de Oliveira PASSAVANTE, J. Z. (2014). **Mesozooplâncton do estuário do Rio dos Passos, Pernambuco, Brasil**. *Trop. Oceanogr.*, *41*, 45-57.

FORTE NETO, J. B., BARETTA, M., FERREIRA, A. N., SOUZA, C. S., & MAFALDA JR, P. O. (2014). **A variabilidade da biomassa planctônica sob influência da sazonalidade e da dragagem do porto de Aratú, Baía de Todos os Santos, Brasil.** *Tropical Oceanography*, 42(2), 230-242.

GARCIA, T. M., DE LIMA, J. P., & DE CASTRO FILHO, R. S. (2007). **Mesozooplâncton da região costeira próxima ao terminal portuário do Pecém–Estado do Ceará**. *Arquivos de Ciências do Mar*, 40(2), 19-25.

GENZ, F.; TANAJURA, C. A. S. (2013). **Trends and variability of climate and river flow in the region of Costa das Baleias, Brazil**. *Water science and technology*, 67(1), 47-54.

JOHNSON, W. S., & ALLEN, D. M. (2012). **Zooplankton of the Atlantic and Gulf coasts: a guide to their identification and ecology**. JHU Press.

JÚNIOR, A. N. D. S., MAGALHÃES, A., PEREIRA, L. C. C., & RAUQUÍRIO, M. D. C. (2013). **Zooplankton dynamics in a tropical Amazon estuary**. *Journal of Coastal Research*, (65 (10065)), 1230-1235.

LEGENDRE, P., & LEGENDRE, L. F. **Numerical ecology**. Elsevier. 24, 151-165, 2012.

LEMOS, A. T. *et al.* **Dispersal of a small wave-protected river plume from drifter observations.** *Regional Studies in Marine Science*, v. 55, 102513-2022.

LOUZADA, P. T. C.. *et al.* **Plano de Manejo do Parque Natural Municipal Recife de Fora.** Porto Seguro: FLORAM - Engenharia e Meio Ambiente, 2015.

MAFALDA JR, P. D. O., SINQUE, C., BRITO, R. D., & SANTOS, J. J. (2004). **Biomassa planctônica, hidrografia e pluviosidade na costa norte da Bahia, Brasil**. *Tropical Oceanography*, 32(2), 143-158.

MAGRIS, R. A., PEREIRA, J. B., & LOUREIRO FERNANDES, L. F. (2011). **Interannual variability in tropical estuarine copepod assemblages off Northeastern Brazil**. *Journal of crustacean biology*,31(2), 260-269.

MAKOTO, O., & TSUTOMU, I. (1984). **Methods in marine zooplankton ecology**.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., et al., (2010) **Mesozooplâncton de área recifal do Atlântico Sudoeste Tropical**. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife, v. 38, n. 1, p. 47-59.

NEUMANN-LEITAO, S. N., MELO JUNIOR, M., PORTO NETO, F. D. F., SILVA, A. P., DÍAZ, X. F. G., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. D., ... & MELO, P. A. M. D. C. (2019). **Connectivity Between Coastal and Oceanic Zooplankton From Rio Grande do Norte in the Tropical Western Atlantic.** *Frontiers in Marine Science*, 6, 287.

NEUMANN-LEITÃO, S. *et al.* (2008). **Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic.** *Journal of Plankton Research*, 30(7),795-805.

PESSOA, V. T., NEUMANN-LEITÃO, S., & de Oliveira GUSMÃO, L. M. (2009). **Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil).** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 4(1), 80-94.

PIELOU, E. C. (1977). **Mathematical Ecology**. New York, NY:Wiley.

PORTO SEGURO: **Lei nº 1670, de 23 de juho de 2021**. Porto Seguro: Câmara Municipal, [2021]. Disponível em: https://www.acessoinformacao.com.br/ba/portoseguro/wp-includes/ExternalApps/downloader.php?hurl=aHR0cDovL2RvZW0ub3JnLmJyL2JhL3BvcnRvc2VndXJvL2FycXVpdm9zL2Rvd25sb2FkLzY1ZjI0YWJjYjJmYjJhOGMwYWM0ZDVlYTMxOWU4ZDA2L0xFSSBNVU5JQ0lQUwgLSAxNjcwICAtIFBBUlFVRSBNQVJJTkhPIC0gUmVjaWZlIGRlIEZvcmEuZG9jLnBkZg%3D%3D

R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/.

SANTOS, G. S., STEMMANN, L., LOMBARD, F., & SCHWAMBORN, R. (2019). **Are tropical coastal reefs sinks or sources of mesozooplankton? A case study in a Brazilian marine protected area**. *Coral Reefs*, 38(6), 1107-1120.

SHANNON, C. E. (1948). **A mathematical theory of communication**. Bell Syst.Tech. J. 27, 379–423.

SILVA, A. C. R. D. S., (2016). **Hidrodinâmica do estuário do Rio Buranhém, Porto Seguro – Bahia.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Itajubá.

SILVA, A. C. R. D. S., BERNARDES, M. E. C., ASSIREU, A. T., SIEGLE, E., SOUSA, P. H. G. D. O., & BROWN, D. (2018). **Hydrodynamics of a tropical estuary: Buranhém River, Porto Seguro, Brazil**. RBRH, 23.

SILVA, A. P., NEUMANN-LEITÃO, S., SCHWAMBORN, R., GUSMÃO, L. M. D. O., & SILVA, T. D. A. (2004). **Mesozooplankton of an impacted bay in North Eastern Brazil**. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *47*, 485-493.

SILVA-FALCÃO, E. C.; SEVERI, W.; DA ROCHA, A. A. F. (2007). **Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil.** *Iheringia. Série Zoologia*, v. 97, p. 434-440.

SILVA, G. M. F. *et al.* (2021). **Disponibilidade Hídrica de uma Bacia Hidrográfica no Sul da Bahia.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 03, p. 1597-1611.

SOUZA, E. R. O.*et al.*, (2019). Distribuição da densidade larval do caranguejo Petrolisthes armatus (Gibbes, 1850)(Decapoda: Porcellanidae) no estuário de Curuçá, Amazônia brasileira. **Biota Amazônia**, 9(2),27-31.

6.8 MATERIAL SUPLEMENTAR

Tabela S 2: data, hora e coordenadas geográficas dos pontos de coleta separados por campanhas.

Campanha	Data	Amostra	Hora	Profundidade local (m)	Disco de Secchi	Latitude	Longitude
RBS1	13/12/19	1	6:59	5	-	-16.43681	-39.05648
RBS2	13/12/19	2	7:01	7	-	-16.43681	-39.05648
RBS3	13/12/19	3	7:44	6	-	-16.43486	-39.04763
RBS4	13/12/19	4	8:00	6	-	-16.43512	-39.04600
RBS5	13/12/19	5	8:37	6	-	-16.43731	-39.04453
RBS6	13/12/19	6	8:48	6	-	-16.43768	-39.04398
RBS7	13/12/19	7	8:57	6	-	-16.43802	-39.04322
RBS8	13/12/19	8	9:30	6	-	-16.44133	-39.04501
RBS9	13/12/19	9	9:49	6	-	-16.44306	-39.04562
RBS10	13/12/19	10	10:26	6	-	-16.44740	-39.04770
RBS11	13/12/19	11	10:29	6	-	-16.44740	-39.04770
RBS12	13/12/19	12	10:31	6	-	-16.44782	-39.04782
RBS13	13/12/19	13	10:39	6	-	-16.44966	-39.04723
PI1	30/07/20	1	9:32	23	-	-16.53918	-38.94782
PI2	30/07/20	2	10:34	23	-	-16.53750	-38.94755
PI3	30/07/20	3	11:42	23	-	-16.53575	-38.94739
PI4	30/07/20	4	12:57	23	-	-16.50011	-38.98706
RBN14	14/12/20	1	6:27	4	1,2	-16.44140	-39.05890
RBN15	14/12/20	2	7:19	5	1,4	-16.42994	-39.05407
RBN16	14/12/20	3	7:34	5	1,4	-16.42745	-39.05183
RBN17	14/12/20	4	8:12	6	2,0	-16.42284	-39.04711
RBN18	14/12/20	5	8:30	6	2,0	-16.42185	-39.04729
RBN19	14/12/20	6	9:27	6	2,2	-16.42023	-39.04774
RBN20	14/12/20	7	10:11	5	2,2	-16.41900	-39.04812
AD1	15/12/20	1	7:23	10	4,0	-16.45524	-39.04335
AD2	15/12/20	2	8:05	10.8	3,7	-16.45787	-39.04078
AD3	15/12/20	3	9:04	11.3	3,5	-16.46179	-39.03812
AD4	15/12/20	4	10:07	12	3,5	-16.46435	-39.03662
AD5	15/12/20	5	10:42	11.2	4,5	-16.47841	-39.04431
AD6	15/12/20	6	11:09	11.3	3,0	-16.49295	-39.05119
AD7	15/12/20	7	11:28	8	2,5	-16.49458	-39.05807
AD8	15/12/20	8	11:56	8	3,5	-16.47842	-39.05446
AD9	15/12/20	9	12:24	8	4,0	-16.45855	-39.05104
RF1	17/12/20	1	8:08	8	7,0	-16.43170	-39.04240
RF2	17/12/20	2	8:32	10	10,5	-16.42495	-39.02672
RF3	17/12/20	3	9:12	12	11,0	-16.41661	-39.01111
RF4	17/12/20	4	9:50	11	12,0	-16.41400	-39.00408
RF5	17/12/20	5	10:24	13	11,0	-16.40548	-38.99513
RF6	17/12/20	6	11:05	11	10,0	-16.38951	-38.97351

Campaign	Date	Sample	Time	Depth (m)		Latitude	Longitude
RF7	17/12/20	7	11:38	9	7,0	-16.40850	-38.96932
RF8	17/12/20	8	12:24	7	4,0	-16.42491	-38.98305

Tabela S 3: Riqueza dos grandes grupos, riqueza, índice de diversidade de Shannon e índice de similaridade de Pielou de Copepoda.

CAMPANHAS	***RIQUEZA (grandes grupos)***	***RIQUEZA (copepoda)***	***SHANNON***	***PIELOU***
PI	21	14	1,48	0,52
RBS	27	22	2,22	0,70
RBN	21	17	1,90	0,62
AD	23	19	2,30	0,70
RF	27	15	1,42	0,58

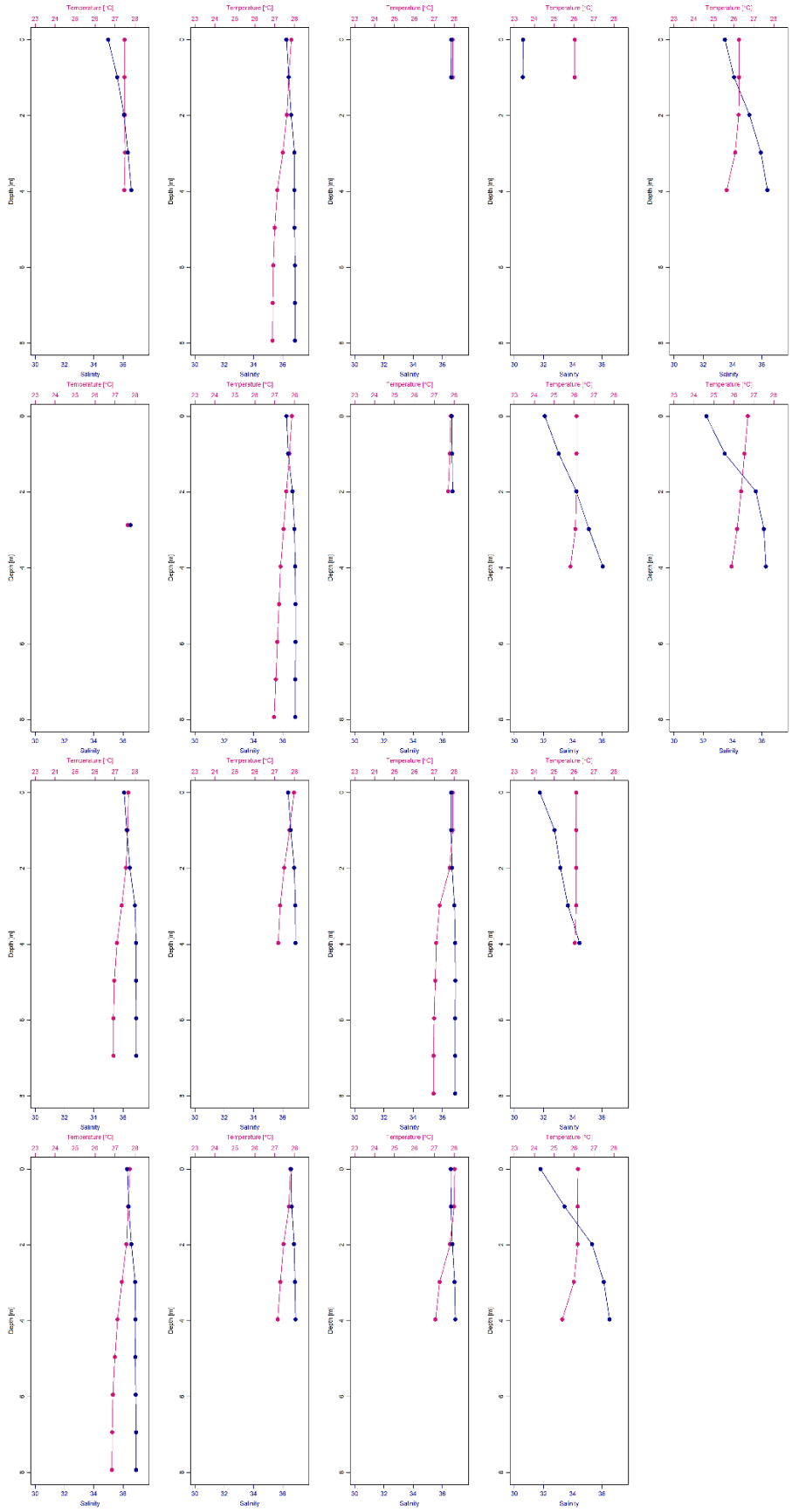

Figura S 1: perfis de salinidade e temperatura das amostras de cada campanha (RBS e RBN).

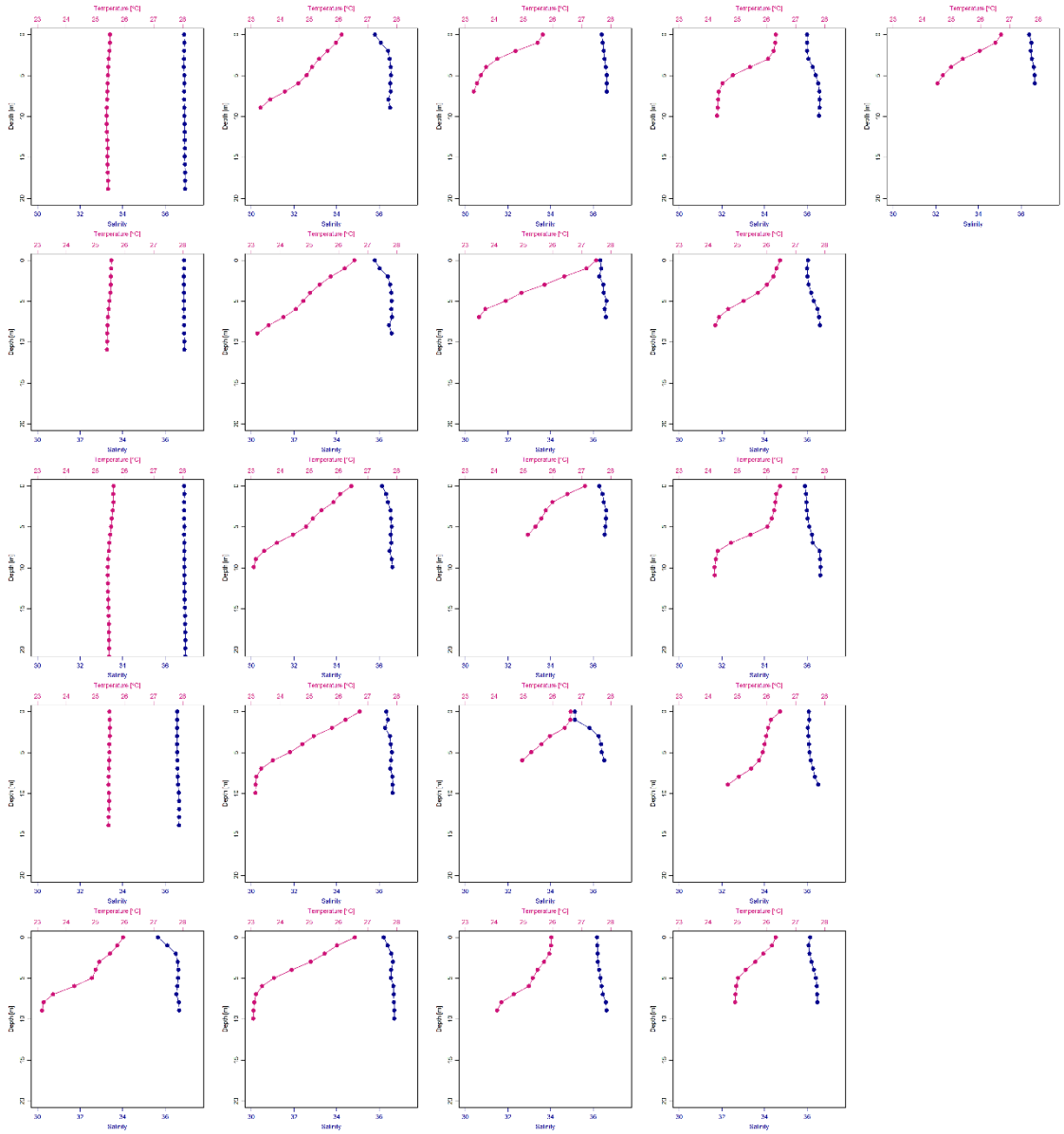

Figura S 2: perfis de salinidade e temperatura das amostras de cada campanha (PI, AD e RF).

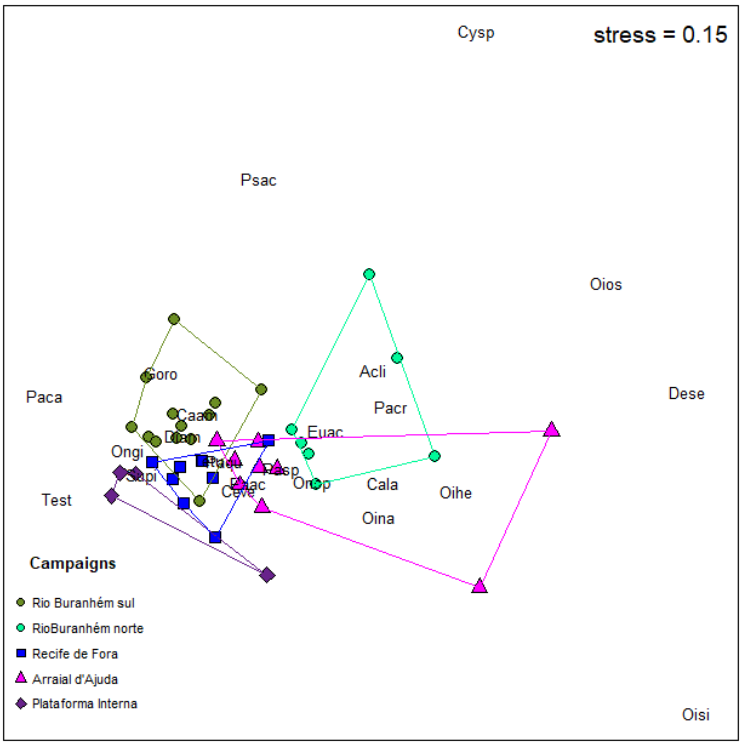

Figura S 3: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) de espécie de Copepoda que contribuíram com abundância maior que 5% nos pontos de coleta. Cala: Calanoida; Supi: *Subeucalanus pileatus*; Ceve: *Centropages velificatus*; Tetu: *Temora turbinata*; Test*: Temora stylifera*; Caam: *Calanopia americana*; Pasp: Paracalanidae; Paac: *Paracalanus aculeatus*; Paqu: *Paracalanus quasimodo*; Pacr: *Parvocalanus crassirostris*; Paca: *Paracalanus campaneri*; Dese: *Delibus sewelli*; Psac*: Pseudodiaptomus acutus*; Acli: *Acartia lilljeborgii*; Cysp: Cyclopoida; Ongi: *Onychocorycaeus giesbrechti*; Diam: *Ditrichocorycaeus amazonicus*; Onsp: Oncaeia spp.; Oihe: *Oithona hebes*; Oios: *Oithona oswaldocruzi*; Oina: *Oithona nana*; Oisi: *Oithona simplex*; Goro*: Goniopsyllus rostratus*; Euac: *Euterpina acutifrons*.

7 CONCLUSÃO

Há uma tradição de pesquisa oceanográfica em Pernambuco porém, ainda há muitos ambientes inexplorados na costa do Nordeste devido a sua grande extensão. Não havia conhecimento prévio sobre a costa de Porto Seguro em relação ao mesozooplâncton. A composição da comunidade mesozooplanctônica se assemelhou ao encontrado em outros ambientes costeiros do Nordeste. No entanto, padrões de distribuição espacial de diversidade e abundância ainda não estão bem estabelecidos na literatura para tais ambientes, o que se evidenciou na ausência do gradiente de abundância e na alta diversidade em amostras estuarinas. Os estudos na região devem continuar para melhor compreensão da influência das demais bacias atuantes na costa de Porto Seguro explorando outras feições, como o Parque Marinho de Coroa Alta, estuário do Rio Santo Antônio, João de Tiba e Jequitinhonha. Análise da variação temporal, grupos funcionais e transporte do zooplâncton na região a partir dos dados dos derivadores obtidos no projeto "Análise físico-química da dispersão da pluma do Rio Buranhém na costa do município de Porto Seguro (BA)" e nas campanhas deste trabalho trará mais detalhamento da estrutura da comunidade mesozooplanctônica e da assembleia de Copepoda e compreensão da possível conectividade entre os ambientes.

8 REFERÊNCIAS

ARAUJO, H. M. P., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., NEUMANN-LEITÃO, S., SCHWAMBORN, R., LUCAS, A. P. O., & ALVES, J. P. H. (2008). **Zooplankton community dynamics in relation to the seasonal cycle and nutrient inputs in an urban tropical estuary in Brazil**. *Brazilian Journal of Biology*, 68(4), 751-762.

BERNEGOSSI, A. C., ISSA, C. G., CAROLINE, M., FELIPE, M. R. D. L. E., & SILVA, J. J. C. **Sublethal effects of caffeine in daphnia magna life cycle: using a new-term endpoint**. XV Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia.

BOLTOVSKOY, D. (Ed.). (1981). **Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino** (No. C/592 S6/1981). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H. L.; SASSI, R. **Planctologia na plataforma continental do Brasil – Diagnose e revisão bibliográfica. Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva**- REVIZEE. 1997.

BRITO-LOLAIA, M., SANTOS, G. S., NEUMANN-LEITÃO, S., & SCHWAMBORN, R. (2020). **Micro-and mesozooplankton at the edges of coastal tropical reefs (Tamandaré, Brazil)**. *Helgoland Marine Research*, 74(1), 1-14.

BRUNO, R. L. M., ARAÚJO, H. A. B. de., MACHADO, A. de J. (2009). **Análise das assembléias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia**. *Revista Brasileira de Geociências*, 39(4): 599-607.

CABRAL, C. R. (2009). **Análise da estrutura e transporte do zooplâncton no estuário do rio Caravelas (Bahia-Brasil) através do uso do zooscan** (Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).

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

CHIBA, S., BATTEN, S., MARTIN, C. S., IVORY, S., MILOSLAVICH, P., & WEATHERDON, L. V. (2018). **Zooplankton monitoring to contribute towards addressing global biodiversity conservation challenges**. *Journal of plankton research,* 40(5), 509-518.

CHIBA, S., BATTEN, S. D., YOSHIKI, T., SASAKI, Y., SASAOKA, K., SUGISAKI, H., & ICHIKAWA, T. (2015). **Temperature and zooplankton size structure: Climate**

control and basin-scale comparison in the North Pacific. *Ecology and Evolution*, 5(4), 968-978.

COWEN, R. K., & SPONAUGLE, S. (2009). **Larval dispersal and marine population connectivity**. *Annual review of marine science*, 1, 443-466.

DIAS, C.O., DE CARVALHO, P. F., BONECKER, A. C. T., & BONECKER, S. L. C. (2018). **Biomonitoring of the mesoplanktonic community in a polluted tropical bay as a basis for coastal management**. *Ocean & Coastal Management*, *161*, 189-200.

DOS SANTOS, T. G., de Oliveira GUSMÃO, L. M., NEUMANN-LEITÃO, S., & da CUNHA, A. G. (2009). **Zooplâncton como indicador biológico da qualidade ambiental nos estuários dos rios Carrapicho e Botafogo, Itamaracá-PE.** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 4(1), 44-56.

EKAU, W. (1999). **Topographical and hydrographical impacts on zooplankton community structure in the Abrolhos Bank region, East Brazil.** *Archive of Fishery and Marine Research*, 47(2/3), 307-320.

FIGUEIRÊDO, L. G. P., DE CASTRO MELO, P. A. M., DE MELO JÚNIOR, M., E SILVA, T. D. A., DE MOURA, R. L., THOMPSON, F. L., & LEITÃO, S. N. (2018). **Summer micro-and mesozooplankton from the largest reef system of the South Atlantic Ocean (Abrolhos, Brazil): Responses to coast proximity**. *Journal of Sea Research*, 141, 37-46.

JONES, G. P., SRINIVASAN, M., & ALMANY, G. R. (2007). **Population connectivity and conservation of marine biodiversity**. *Oceanography,* 20(3), 100-111.

JÚNIOR, A. N. D. S., MAGALHÃES, A., PEREIRA, L. C. C., & RAUQUÍRIO, M. D. C. (2013). **Zooplankton dynamics in a tropical Amazon estuary.** *Journal of Coastal Research*, (65 (10065)), 1230-1235.

KNOPPERS, B., EKAU, W., & FIGUEIREDO, A. G. (1999). **The coast and shelf of east and northeast Brazil and material transport.** *Geo-Marine Letters*, 19(3), 171-178.

LAGES, N. dos S. (2014). **Caracterização da comunidade coralínea de piscina do Parque Natural Municipal do Recife de Fora, Porto Seguro, Bahia** (tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro).

MARCOLIN, C. R. et al. (2013). Plankton and seston size spectra estimated by the LOPC and ZooScan in the Abrolhos Bank ecosystem (SE Atlantic). **Continental Shelf Research**, 70, 74-87.

MELO JÚNIOR, M. D. (2005). **Padrões dinâmicos de transporte e migração do zooplâncton, com ênfase nos Decapoda planctónicos, da Barra de Catuama, Pernambuco-Brasil** (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco).

MELO JÚNIOR, M. D., PARANAGUÁ, M. N., SCHWAMBORN, R., LEITÃO, S. N., & EKAU, W. (2007). **Fluxes of zooplankton biomass between a tidal estuary and the sea in Northeastern Brazil**. *Brazilian Journal of Oceanography*, 55(4), 239-249.

MELO JÚNIOR, M. D., SCHWAMBORN, R., NEUMANN-LEITÃO, S., & PARANAGUÁ, M. N. (2012). **Abundance and instantaneous transport of Petrolisthes armatus (Gibbes, 1850) planktonic larvae in the Catuama inlet, Northeast Brazil**. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84, 95-102.

MIRANDA, L. B. D., CASTRO FILHO, B. M. D., & KJERFVE, B. (2002). **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: EDUSP.

MOBERG, F., & FOLKE, C. (1999). **Ecological goods and services of coral reef ecosystems**. *Ecological economics*, 29(2), 215-233.

MULLIN, S. J. (1995). **Estuarine fish populations among red mangrove prop roots of small overwash islands**. *Wetlands*, 15(4), 324-329.

NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., et al., (2010) **Mesozooplâncton de área recifal do Atlântico Sudoeste Tropical**. Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife, v. 38, n. 1, p. 47-59.

NETO, J. B. F., BARETTA, M., FERREIRA, A. N., SOUZA, C. S., & MAFALDA JR, P. O. (2014). **A variabilidade da biomassa planctônica sob influência da sazonalidade e da dragagem do porto de Aratú, Baía de Todos os Santos, Brasil.** *Tropical Oceanography*, 42(2), 230-242.

NEUMANN-LEITÃO, S., SANT'ANNA, E. M. E., GUSMÃO, L. M. D. O., DO NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., PARANAGUÁ, M. N., & SCHWAMBORN, R. (2008). **Diversity and distribution of the mesozooplankton in the tropical Southwestern Atlantic.** *Journal of Plankton Research*, 30(7), 795-805.

NEUMANN-LEITÃO, S. N., GUSMÃO, L. M. O., NOGUEIRA-PARANHOS, J. D., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A., & PARANAGUÁ, M. N. (1994). **Zooplâncton da área estuarina do Rio Formoso-PE (Brasil)**. Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, 23, 55-64.

NEUMANN-LEITÃO, S., MELO, P. A., SCHWAMBORN, R., DIAZ, X. F., FIGUEIREDO, L. G., SILVA, A. P., ... & THOMPSON, F. (2018). **Zooplankton from a reef system under the influence of the Amazon River plume.** *Frontiers in microbiology*, 9, 355.

NEUMANN-LEITAO, S. N., MELO JUNIOR, M., PORTO NETO, F. D. F., SILVA, A. P., DÍAZ, X. F. G., NASCIMENTO-VIEIRA, D. A. D., ... & MELO, P. A. M. D. C. (2019). **Connectivity Between Coastal and Oceanic Zooplankton From Rio Grande do Norte in the Tropical Western Atlantic.** Frontiers in Marine Science, 6, 287.

NIEMEYER, J. C., SILVA, E., & SOUSA, J. (2007). **Desenvolvimento de um Esquema para Avaliação de Risco Ecológico em Ambientes Tropicais: Estudo de Caso da Contaminação por Metais em Santo Amaro da Purificação, Bahia, Brasil**. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol*, 2(3), 263-267.

PESSOA, V. T., NEUMANN-LEITÃO, S., & de Oliveira GUSMÃO, L. M. (2009). **Comunidade zooplanctônica na baía de Suape e nos estuários dos rios Tatuoca e Massangana, Pernambuco (Brasil).** *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 4(1), 80-94.

RICHARDSON, A. J. (2008). **In hot water: zooplankton and climate change**. ICES *Journal of Marine Science*, 65(3), 279-295.

RICHARDSON, A. J., WALNE, A. W., JOHN, A. W. G., JONAS, T. D., LINDLEY, J. A., SIMS, D. W., ... & WITT, M. (2006). **Using continuous plankton recorder data**. *Progress in Oceanography*, 68(1), 27-74.

SANTOS, T. S. (2016) Transporte superficial da biomassa zooplanctônica, com ênfase em Chaetognatha, na Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. (Dissertação de mestrado, Universidade Federal da Bahia)

SARMENTO-SOARES, L. M.; LEHMANN, A. P.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. ***Parotocinclus arandai*, a new species of hypoptopomatine catfish (Siluriformes: Loricariidae) from the upper rios Jucuruçu and Buranhém, States of Bahia and Minas Gerais, Brazil**. *Neotropical Ichthyology*, v. 7, p. 191-198, 2009.

SARMENTO-SOARES, L. M.; MAZZONI, R.; MARTINS-PINHEIRO, R. F. **A fauna de peixes dos Rios dos Portos Seguros, extremo sul da Bahia, Brasil.** Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, v. 24, n. 119, p. 63-9, 2008.

SCHWAMBORN, R. (1993). **Floating mangroves leaves used for transportation and diet of decapod larvae in a Brazilian estuary** (Doctoral dissertation, Dissertação (Mestrado), Chistian-Albrechts-Universität, Kiel, Alemanha).

SCHWAMBORN, R., & BONECKER, A. C. T. (1996). **Seasonal changes in the transport and distribution of meroplankton into a Brazilian estuary with emphasis on the importance of floating mangrove leaves.** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 39, 451-462.

SCHWAMBORN, R., NEUMANN-LEITÃO, S., SILVA, T. A., SILVA, A. P., EKAU, W., & SAINT-PAUL, U. (2001). **Distribution and dispersal of decapod crustacean larvae**

and other zooplankton in the Itamaracá estuarine system, Brazil. *Tropical Oceanography*, 29(1), 1-18.

SEOANE, J. C. S., ARANTES, R. C. M., CASTRO, C. B., TEDESCO, E., & LOPES, L. S. (2012). **Atlas do Mapeamento Físico do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro, BA**.

SILVA, A. C. R. D. S., BERNARDES, M. E. C., ASSIREU, A. T., SIEGLE, E., SOUSA, P. H. G. D. O., & BROWN, D. (2018). **Hydrodynamics of a tropical estuary: Buranhém River, Porto Seguro, Brazil**. RBRH, 23.

SILVA, A. P. (2007). **Dinâmica do microzooplâncton no canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil** (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco).

SILVA, A. C. R. S.; BERNARDES, M. E. C.; GONÇALVES, A. qualidade da água do Rio Buranhém, Porto Seguro – Bahia, de 2008 a 2014. *In*: Simpósio Brasileiro de recursos hídricos, XXI, 2015, Brasília. Anais [...] Brasília: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2015.

SILVA, I. R. (2008). **Subsídios para a gestão ambiental das praias da Costa do Descobrimento, litoral Sul do estado da Bahia, Brasil**. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 8 (2), 47-60.