



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA - UFRA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E RECURSOS**  
**AQUÁTICOS TROPICAIS**

**YAGO BRUNO SILVEIRA NUNES**

**CARACTERIZAÇÃO ZOOPLANCTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL**  
**MARANHENSE**

**BELÉM - PA**

**2022**

**YAGO BRUNO SILVEIRA NUNES**

**CARACTERIZAÇÃO ZOOPLANCTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL  
MARANHENSE**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: aquicultura e manejo de recursos aquáticos naturais.

Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo  
Co-orientadores: Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim  
Prof<sup>a</sup>. Dra. Xiomara Franchesca Garcia Diaz

**BELÉM - PA**

**2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia  
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

N972c Nunes, Yago Bruno Silveira  
CARACTERIZAÇÃO ZOOPLANCTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL  
MARANHENSE /  
Yago Bruno Silveira Nunes. - 2022.  
87 f.: il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Aquicultura e Recursos  
Aquáticos Tropicais (PPGARAT), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal Rural Da  
Amazônia, Belém, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo  
Coorientador: Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim.

1. Zooplâncton marinho. 2. Plataforma Continental Maranhense. 3. Estatística. I. Melo, Nuno  
Filipe Alves Correia de, *orient.* II. Título

---

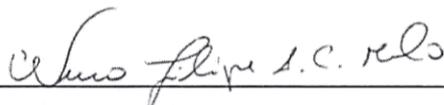
YAGO BRUNO SILVEIRA NUNES

**CARACTERIZAÇÃO ZOOPLANCTÔNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL  
MARANHENSE**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Área de concentração: aquicultura e manejo de recursos aquáticos naturais.

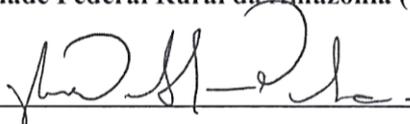
Aprovado em fevereiro de 2022

**BANCA EXAMINADORA**



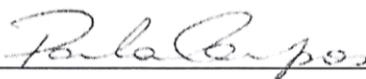
---

**Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo (Orientador)**  
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



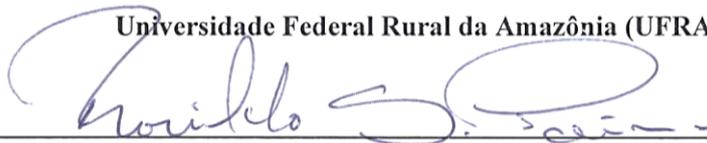
---

**Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta**  
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



---

**Prof.ª Dra. Paula Nepomuceno Campos**  
Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA)



---

**Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva**  
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Dedico esse trabalho e todos os meus dias de formação acadêmica e pesquisa, a minha Mãe, ao meu irmão aos meus cachorros Milloo e Bolt, a meu orientador, co-orientadores e aos meus amigos da graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço acima de tudo a Deus por ter iluminado meu caminho durante esta jornada me mostrando sempre as pessoas certas, agradeço também por ter protegido a mim, os meus amigos e familiares em todos os momentos.

À minha mãe por seu amor incondicional, confiança, seu apoio, por também investir em toda a minha formação e ter concedido a mim uma oportunidade que poucas pessoas têm acesso, que é um ensino de qualidade. Ao meu irmão Bismarque Júnior pelo apoio durante essa jornada, a sua disponibilidade e prontidão sempre que eu precisei. Aos meus cachorros lindos e maravilhosos, que eu amo muito, Bolt e Milloo, que me proporcionam muita felicidade e alegria.

Ao meu orientador Prof. Dr. Nuno Filipe Alves Correia de Melo pelas orientações, paciência, publicações, confiança em mim e nas minhas pesquisas, por fim, agradeço também ao conhecimento que adquiri. Aos meus co-orientadores Prof. Dr. Marco Valério Janssen Cutrim e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Xiomara Franchesca Garcia Diaz, por terem puxado minha orelha quando necessário, mas ao mesmo tempo, pelo conhecimento e confiança que tiveram em mim.

Aos meus professores queridos, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Ana Karoline Duarte dos Santos, Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Andrea Christina Gomes de Azevedo-Cutrim, Prof. Dr. Glauber David Almeida Palheta, Prof. Dr. Fábio Carneiro Sterzelecki que me ofereceram muitas oportunidades e conhecimentos para a minha jornada acadêmica, que finaliza mais um ciclo para que outro possa se abrir.

Agradeço também aos meus amigos da graduação da turma de 2015, Thalline Santos, Ladilson Rodrigues, Amanda Rafaela, Geisiane Silva, Maria Tatielle, Ediane Mendes, pois mesmo longe me ajudaram nessa caminhada dando forças e incentivos, agradeço também, pelas críticas construtivas.

Meus mais sinceros agradecimentos a todos os integrantes dos laboratórios de Laboratório de ficologia (Labific/UFMA), que me ajudaram de forma direta ou indiretamente a aprimorar meus conhecimentos.

Agradeço também ao apoio Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), bem como, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (AqRAT). Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os meus professores do mestrado.

*“Além disso, não é da minha natureza cair sem lutar, mesmo quando as coisas parecem insuperáveis”*

*Katniss Everdeen - Jogos Vorazes*

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar a distribuição espacial da biomassa, densidade e diversidade do zooplâncton na Plataforma Continental Maranhense e sua relação com as condicionantes oceanográficas. O estudo foi realizado em uma expedição oceanográfica na Plataforma Continental Maranhense, onde foram demarcados três transectos partindo das porções continentais em direção à quebra da plataforma continental. A campanha foi realizada no mês de abril de 2019, ao longo de 22 pontos amostrais. As amostras de água para análise dos parâmetros físico-químicos foram coletadas na subsuperfície da coluna d'água. Para os estudos qualitativos do zooplâncton foram utilizadas redes de plâncton cônico-cilíndricas com malha de 120  $\mu\text{m}$ . As amostras foram obtidas através de arrastos horizontais na subsuperfície com duração de 30 minutos. O material coletado foi acondicionado em frascos de 200 mL, contendo formol a 4%. Posteriormente, as amostras coletadas foram analisadas em microscópio binocular de modo a identificar ao menor nível taxonômico possível. Com base na contagem de organismos por metro cúbico ( $\text{org./m}^{-3}$ ), foram calculados os índices ecológicos de diversidade, riqueza de espécies e equitabilidade. Com o propósito de avaliar as diferenças significativas das variáveis ambientais e biológicas entre as estações de coleta foi aplicada a análise de variância (ANOVA Two-Way) e seu respectivo teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. As análises estatísticas foram realizadas usando os softwares PAST 3.0, STATISTIC 10.0 e PRIMER 6 & PERMANOVA+. A região da Plataforma Continental Maranhense apresentou 93 táxons distribuídas entre Radiolaria, Myzozoa, Foraminifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata e Chordata. A análise dos índices ecológicos de riqueza, equitabilidade e diversidade mostraram que houve diferença na distribuição dos organismos na Plataforma Continental Maranhense. A temperatura e salinidade foram os principais parâmetros que influenciaram as espécies *Euterpina acutifrons* e *Undinula vulgaris* na região, de acordo com as análises estatísticas utilizadas neste estudo. A composição do zooplâncton mostrou uma ampla distribuição, dessa forma, podemos entender que estão encontrando as condicionantes adequadas para o seu desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Zooplâncton marinho, Plataforma Continental Maranhense, Estatística.

## ABSTRACT

The present study aimed to verify the spatial distribution of biomass, density and diversity of zooplankton in the Maranhense Continental Shelf and its relationship with oceanographic conditions. The study was carried out in an oceanographic expedition on the Maranhense Continental Shelf, where three transects were demarcated starting from the continental portions towards the break of the continental shelf. The campaign was carried out in April 2019, over 22 sample points. Water samples for analysis of physical-chemical parameters were collected from the subsurface of the water column. For the qualitative studies of zooplankton, conical-cylindrical plankton nets with a mesh of 120  $\mu\text{m}$  were used. Samples were obtained through horizontal subsurface hauls lasting 30 minutes. The collected material was placed in 200 mL flasks containing 4% formaldehyde. Subsequently, the collected samples were analyzed under a binocular microscope to identify at the lowest possible taxonomic level. Based on the count of organisms per cubic meter ( $\text{org./m}^3$ ), ecological indices of diversity, species richness and equitability were calculated. In order to evaluate the significant differences in environmental and biological variables between the sampling stations, analysis of variance (Two-Way ANOVA) and its respective non-parametric Kruskal-Wallis test were applied. Statistical analyzes were performed using PAST 3.0, STATISTIC 10.0 and PRIMER 6 & PERMANOVA+ software. The Maranhense Continental Shelf region had 93 taxa distributed among Radiolaria, Myzozoa, Foraminifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata and Chordata. The analysis of ecological indices of richness, evenness and diversity showed that there was a difference in the distribution of organisms in the Maranhense Continental Shelf. Temperature and salinity were the main parameters that influenced the species *Euterpina acutifrons* and *Undinula vulgaris* in the region, according to the statistical analyzes used in this study. The zooplankton composition showed a wide distribution, in this way, we can understand that they are finding the appropriate conditions for their development.

**Keywords:** Marine zooplankton, Maranhense Continental Shelf, Statistics.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO I

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Geral.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Específicos.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Classificação geral do zooplâncton.....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Importância econômica .....</b>	<b>15</b>
<b>3.3 Importância ecológica.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Principais grupos representantes do zooplâncton .....</b>	<b>17</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Descrição da área de estudo .....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Etapas de campo e laboratorial .....</b>	<b>21</b>
4.2.1 Coleta de material.....	21
4.2.2 Coleta e análise dos parâmetros abióticos.....	21
4.2.3 Análise dos parâmetros biológicos.....	22
<b>4.3 Tratamento numérico e estatístico .....</b>	<b>23</b>
4.3.1 Análise do zooplâncton .....	23
4.3.2 Índices ecológicos .....	24
4.3.3 Curvas de abundância e biomassa (ABC).....	26
4.3.4 Valor do indicador (IndVal).....	27
4.3.5 Análise estatística.....	28
<b>4.4 Normalização do texto .....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS GERAIS .....</b>	<b>29</b>

### CAPÍTULO II

<b>Checklist do zooplâncton da Plataforma Continental do Atlântico Equatorial Brasileiro .....</b>	<b>37</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>37</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>39</b>
<b>Área de estudo .....</b>	<b>39</b>
<b>Procedimento de campo e laboratorial .....</b>	<b>40</b>

<b>Resultados .....</b>	<b>40</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>42</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>44</b>
<b>Referências .....</b>	<b>44</b>

### **CAPÍTULO III**

<b>Distribuição espacial das comunidades zooplanctônicas em uma plataforma continental da porção oeste do Atlântico Equatorial Brasileiro .....</b>	<b>50</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>50</b>
<b>Material e Métodos .....</b>	<b>52</b>
<b>Descrição da área .....</b>	<b>52</b>
<b>Amostragem abiótica e biológica.....</b>	<b>53</b>
<b>Tratamento numérico e estatístico .....</b>	<b>54</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>56</b>
<b>Parâmetros ambientais da plataforma .....</b>	<b>56</b>
<b>Comunidade zooplanctônica da plataforma.....</b>	<b>58</b>
<b>Resultados numéricos e estatísticos.....</b>	<b>59</b>
<b>Bioindicadores da Plataforma Continental Maranhense.....</b>	<b>64</b>
<b>Discussão .....</b>	<b>66</b>
<b>Estrutura das variáveis ambientais.....</b>	<b>66</b>
<b>Estrutura da comunidade zooplanctônica .....</b>	<b>67</b>
<b>Zooplâncton como bioindicadores.....</b>	<b>68</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>69</b>
<b>Agradecimentos .....</b>	<b>69</b>
<b>Referências .....</b>	<b>70</b>

### **CAPÍTULO IV**

<b>APÊNDICE A - SINOPSE TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON DA PLATAFORMA CONTINENTAL MARANHENSE.....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B – TABELA GERAL DA ANÁLISE QUANTITATIVA DO ZOOPLÂNCTON DA PLATAFORMA CONTINENTAL MARANHENSE.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE C – IMAGENS DOS ORGANISMOS ZOOPLANCTÔNICOS DA PLATAFORMA CONTINENTAL MARANHENSE.....</b>	<b>86</b>

# *Capítulo I*

---

---

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Os ambientes aquáticos sofrem diversos impactos, que influenciam diretamente na fauna da região. Sendo assim, sua importância científica, econômica e ambiental é elevada, constituindo-se em um local/espço de delicado equilíbrio ecológico que sofre uma grande pressão antropogênica e de exploração de recursos (RODRIGUES, 2013).

Estudos sobre a biodiversidade marinha são importantes, pois auxiliam no monitoramento de possíveis mudanças. Devido a sua posição dentro da bacia de drenagem, os ambientes aquáticos estão entre os mais impactados por atividades humanas. Os estuários apresentam características marinhas e de água doce, onde abrigam uma ampla diversidade faunística com requisitos básicos para seus ciclos de vida, tais como habitat chaves para reprodução, alimentação e crescimento (LOBRY et al., 2003).

Ao longo do litoral brasileiro podem ser encontrados manguezais, restingas, dunas, praias, ilhas, costões rochosos, baías, brejos, falésias, estuários, recifes de corais e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico, todos apresentando uma biodiversidade de espécies animais e vegetais adaptados às condições climáticas e geológicas da costa brasileira (RAMOS, 2007). As regiões costeiras possuem uma grande dinâmica de energia no ambiente, tendo uma elevada concentração de organismos pertencentes ao fitoplâncton e zooplâncton, os quais são fontes básicas e indispensáveis para a alimentação dos outros elos da cadeia alimentar (SOUSA et al., 2009).

Segundo Azevedo et al. (2008) e Gama et al. (2011), os regimes chuvosos em ecossistemas costeiros, contribuem para a produção primária fitoplanctônica e, com isso, afetam os outros níveis tróficos. A captura de organismos maiores, como os peixes, relaciona um conjunto de fatores ecológicos, principalmente com relação ao desenvolvimento do corpo dos animais, o grau e a natureza da exploração das capturas (NUNES et al., 2013).

O litoral maranhense ganha destaque ecológico no cenário nacional, por reunir importantes características ambientais, físicas e geográficas que favorecem a existência de ambientes ricos em espécies marinhas (PIORSKI et al., 2009), como as reentrâncias maranhenses associadas aos complexos estuarinos. Os ecossistemas estuarinos são caracterizados como zonas de transição entre os rios e o ambiente marinho (BRAZIN et al., 2014). Por essa razão, destacam-se por serem altamente hidrodinâmicos e produtivos, tendo em vista, que recebem grande aporte de nutrientes e sedimentos (MIRANDA et al., 2002; SATHICQ et al., 2017) enriquecendo assim, os ecossistemas marinhos através da sua

exportação líquida de matéria orgânica, organismos e detritos particulados e dissolvidos (MELO et al., 2008).

A utilização do zooplâncton pode auxiliar no melhor entendimento dos ecossistemas aquáticos, uma vez que o zooplâncton está diretamente associado às características físicas, químicas e biológicas da água, como concentrações de nutrientes, pH, salinidade e temperatura (VIEIRA; DANTAS, 2015). Considerando as variações espaciais e sazonais e os impactos ambientais na teia trófica, bem como, distribuição, ciclo de vida, tamanho, alguns organismos zooplanctônicos podem ser usados como indicadores para determinar o estado ecológico e a saúde ambiental de uma região (PORTO NETO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2015; RICHARDSON, 2008; MACKAS et al., 2012; SOUZA, 2019).

No litoral maranhense, assim como em outros lugares do estado, existe um déficit de trabalhos as comunidades zooplanctônicas. Dessa forma, o presente estudo se configura como relevante, pois até o momento ainda não existe um registro completo da composição e distribuição das espécies zooplanctônicas da região, tendo em vista que, a Plataforma Continental Maranhense é a porta de entrada para diversos navios, incluindo cargueiros de minério de ferro. Por fim, a identificação e análise desses aspectos é fundamental para sanar as lacunas no conhecimento científico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Caracterizar a distribuição espacial da biomassa, densidade e diversidade do zooplâncton da plataforma continental maranhense.

### **2.2 Específicos**

#### **Capítulo II**

- Determinar a composição zooplanctônica através da identificação taxonômica dos gêneros e espécies dos principais grupos.

#### **Capítulo III**

- Avaliar as condições ambientais através da análise das variáveis físico-químicas da Plataforma Continental Maranhense;
- Determinar os índices ecológicos da comunidade zooplanctônica;
- Correlacionar as variáveis bióticas e abióticas a fim de definir a dinâmica do zooplâncton na área de estudo.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Classificação geral do zooplâncton

O zooplâncton (*zoon* - animal e *planktos* - à deriva) é caracterizado por organismos heterótrofos e geralmente microscópicos que vivem em suspensão na coluna d'água, sua locomoção se dá devido ao movimento das ondas ou vazão dos rios. Vivem dispersos na coluna d'água, possuem uma heterogeneidade tanto espacial quanto temporal em função das condições do ambiente. Podem habitar regiões marinhas, onde há maior variedade de grupos com muitas espécies que nos ambientes limnéticos (água doce) (BOLTOVSKOY, 1999; BRADFORD-GRIEVE et al., 1999).

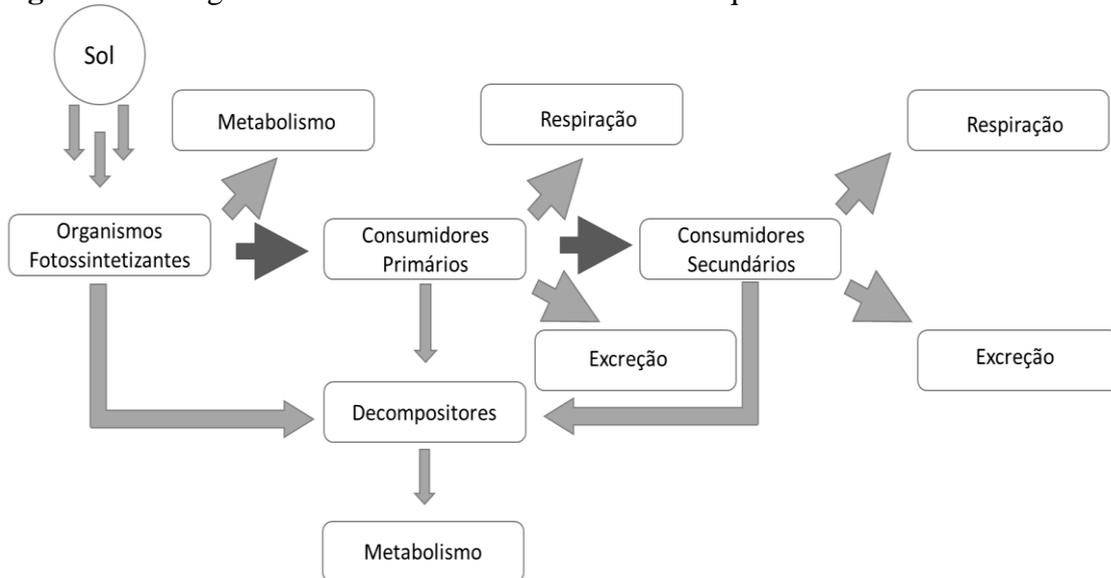
O zooplâncton é uma comunidade formada por organismos de várias categorias taxonômicas (protistas e animais, sendo a maioria invertebrados) e vários hábitos alimentares (herbívoros, onívoros, carnívoros) que consomem bactérias, fitoplâncton, detritos, invertebrados e até pequenos vertebrados (larvas de peixe) (ELMOOR-LOUREIRO et al., 2016; BONECKER, 2006; ESKINAZI; BJORNBERG, 2000).

Os organismos zooplanctônicos têm o ciclo de vida curto, e quanto ao tempo de permanência no plâncton podem ser classificados como Holoplâncton (ex: copépodos e chaetognatos) e Meroplâncton (moluscos, anelídeos) (PENÃTE; GUINEA, 2010). Como exemplo de meroplâncton, tem-se os primeiros estágios de desenvolvimento de vários invertebrados bentônicos (moluscos, anelídeos, crustáceos decápodes), os ovos e as larvas de peixes (ictioplâncton). Todas as medusas pertencem ao meroplâncton, uma vez que há uma fase fixa (pólipo) no ciclo de vida (ALMEIDA et al., 2017).

A maior parte do zooplâncton pertence à categoria do microplâncton (20-200µm); mesoplâncton; macropilâncton e megaplâncton. As formas nanoplanctônicas são inerentes ao reino Protista. Os principais grupos do zooplâncton são: protistas planctônicos, Filo Cnidaria, Filo Ctenophora, Filo Mollusca, Filo Annelida, Filo Arthropoda, Filo Chaetognatha e Filo Chordata (DUARTE; SILVA, 2008).

Por serem organismos heterótrofos, que se alimentam de fitoplâncton e/ou de outras espécies de zooplâncton menores, essa comunidade exerce um papel fundamental nas redes tróficas marinhas, servindo como elo entre os produtores primários e os crustáceos, larvas e adultos de peixes, e organismos consumidores de topo, tais como cetáceos (FERREIRA, 2009). Desta forma, o zooplâncton influencia diretamente na transferência de energia e matéria na teia aquática (Figura 1).

**Figura 1.** Fluxograma da trofodinâmica em ambientes aquáticos.



**Fonte:** Autores.

Os ecossistemas aquáticos ficam em equilíbrio devido à teia alimentar e ao ciclo de nutrientes, que se inicia com a entrada de energia Solar no sistema, onde o fitoplâncton realiza fotossíntese para obtenção de energia e para seu metabolismo que conseqüentemente, será fonte alimento para o zooplâncton, onde irá consumir a matéria e transformá-la em energia, para depois servir de alimento para outros animais aquáticos (CORREIA; SOVIERZOSKI, 2005; ESKINAZI; BJORNBERG, 2000; SOUZA, 2012; VIANNA; DUARTE, 2009).

### 3.2 Importância econômica

Devido a sua importância na cadeia trófica, como fonte de alimento, o zooplâncton é utilizado no cultivo e produção de alimentos, pois além de apresentar um ciclo de vida curto e alto valor nutritivo, são de fácil captura para peixes tanto aqueles bem desenvolvidos quanto para os pequenos. Além disso, geram efeito menos tóxico no ambiente de produção, quando utilizado como alimentos vivos, podendo ser cultivados em larga escala e de fácil estocagem (GUIMARÃES, 2016; SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2001).

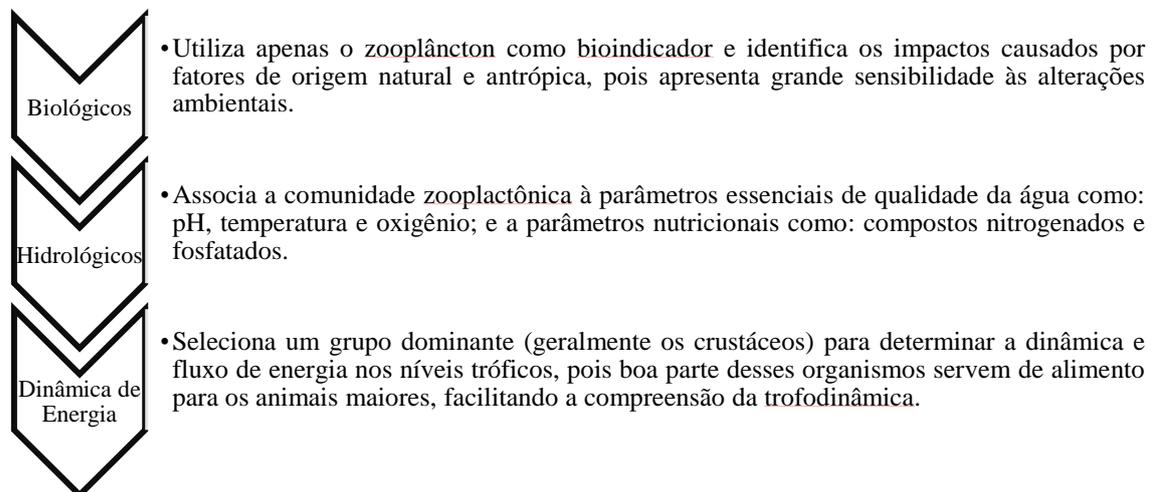
É importante ressaltar, que o número de pesquisa utilizando o zooplâncton nativo como alimento nas fases iniciais, tem crescido. Dessa forma, um zooplâncton importante na alimentação de alevinos e peixes, que se classifica como microcrustáceo e halofílico, é a *artêmia* (CÂMARA, 2000; QUEIROZ et al., 2014). Seu ambiente comum é a água salgada,

sendo esse, um dos gargalos do seu uso na piscicultura de água doce, pois os indivíduos acabam não sendo atrativos para os peixes, porque as *artemias* morrem com o choque osmótico (SANTOS, 2016).

### 3.3 Importância ecológica

Existem organismos marinhos considerados indicadores, esse termo “indicador” é originário do latim *indicare*, que significa descobrir, apontar, anunciar, estimar. O indicador comunica ou informa sobre o progresso em direção a uma determinada meta, e é utilizado como um recurso para deixar mais perceptível uma tendência ou fenômeno não imediatamente detectável por meio dos dados isolados (BELLEN, 2005). O zooplâncton é considerado como um bom indicador ambiental devido ao seu ciclo de vida curto e rápido, respondendo eficazmente às variações ambientais, tais como concentrações de nutrientes, pH, salinidade e temperatura, que podem alterar a sua composição e a abundância (IWAI, 2010; VIEIRA; DANTAS, 2015). Sendo assim, esse grupo pode ser utilizado como indicador Biológico, Hidrológico e/ou da Dinâmica de Energia de ambientes aquáticos (Figura 2).

**Figura 2.** Comunidade Zooplancônica e seus usos como indicadores ambientais.



**Fonte:** Autores.

De acordo com as variações espaço-temporais e os impactos ambientais exercidos sobre a própria teia trófica, alguns animais do zooplâncton podem ser utilizados como indicadores para determinar o estado ecológico local e a saúde do ambiente em que estão inseridos (PORTO NETO et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2015). Embora não tenham a

capacidade natatória boa, os organismos zooplancônicos realizam migrações diárias que ocorrem de acordo com o fotoperíodo, chamada de migrações circadiana ou nictimeral (MOREIRA et al., 1993; PREVIATTELL et al., 2005).

Ao realizarem essa migração vertical diária ou nictemeral, alimentam-se próximo à superfície durante à noite (após o pôr do sol e ao raiar o dia) e ao amanhecer permanece em profundidade (alguns de metros de profundidade). Uma das vantagens da migração vertical é que o zooplâncton reduz sua exposição aos predadores durante o dia (HEYWOOD, 1996; LALLI; PARSONS, 1997; INCZE et al., 2001). Esse deslocamento ao longo da coluna d'água promove efeitos ecológicos importantes, como transferência de material alimentar superficial, ou seja, conduz energia dos produtores primários para os secundários, de níveis tróficos superiores, transportando e regenerando nutrientes, por conseguintes metabolizando em diferentes profundidades (MOREIRA, 1976; CORREIA, 2014).

A Costa Amazônica (Maranhão, Pará e Amapá), apresenta elevada exploração pesqueira marinha, sendo essa alta produtividade decorrente da intensa atividade gerada pelo deságue dos rios que transportam matéria orgânica, produção primária (fitoplâncton) e sedimentos oriundos da decomposição de florestas de mangue. A heterogeneidade da dinâmica das condições físico-químicas pode determinar as importantes diferenças no estabelecimento da fauna marinha e o enriquecimento da ecologia trófica das espécies em seus respectivos locais de existência (ISAAC-NAHUM, 2006; BARTHEM; FABRÉ, 2004; MARTINS-JURAS et al., 1987; MARCENIUK et al., 2013). Segundo Zacardi (2015) e Monteiro-Neto et al. (2008), os regimes de marés e correntes apresentados pelos ecossistemas costeiros contribuem para que os processos de escoamento sejam complexos, tornando-os ambientes dinâmicos e biologicamente diversificados.

### **3.4 Principais grupos representantes do zooplâncton**

Alguns dos principais grupos zooplancônicos serão destacados a seguir. Os Copépodos - do grego kôpé (remo) e podós (pé) - são pequenos microcrustáceos que apresentam uma grande diversidade de espécies e conseguem se desenvolver em, praticamente, todos os ecossistemas aquáticos (estuários, rios e ambientes marinhos) (MANICKAM et al., 2014; DINIZ, 2017). Algumas espécies são parasitas de peixes e outros invertebrados aquáticos (PERBICHE-NEVES et al., 2014). Os hábitos de vida dos Copépodos podem ser planctônicos, bentônicos e ambientes terrestres úmidos, possuindo diversas formas e tamanhos. Os Copépodos de vida livre, podem ser divididos em três grandes Ordens, são elas: Calanoida,

Cyclopoida e Harpacticoida (BONECKER, 2006; DEFAYE; BOXSHALL, 2008; DUARTE, 2016). Os náuplios de copépodos, no estudo realizado por Kvilea et al. (2016), sofreram forte influência dos parâmetro físico-químico, como por exemplo, a temperatura superficial da água.

Partindo desse pressuposto, dentre os principais grupos zooplanctônicos dos copépodos, *Acartia lilljeborgi* é um dos organismos mais abundantes das regiões tropicais, revelando sua preferência por um conjunto de condicionantes físico-químicas, como as taxas de temperatura superficial da água, a transparência e a pluviosidade (RESGALLA JÚNIOR, 2011; MILOSLAVIĆ et al., 2015). Além disso, de acordo com Amaral et al. (2017) e Leite et al. (2009) caracterizam esse indivíduo, em seus estudos, com uma diversidade alta na costa brasileira, o que significa dizer que independem da sazonalidade, pois sempre que encontraram as características oceanográficas favoráveis, tendem a se reproduzir (GUERRERO et al., 2017).

Os foraminíferos são organismos que habitam regiões marinhas, estuarinas, mangues, lagoas e lagos. Eles são bem distribuídos e vivem fixos ou livres, ou seja, seu ciclo de vida pode ser bentônico ou planctônico. Atualmente o Foraminífero vem sendo muito utilizado para determinar os parâmetros ecológicos, bióticos e abióticos (BOLTOVSKOY et al., 1996; ARAÚJO, 2009). São conhecidos como o microfósseis, e por essa razão, podem abitar ecossistemas com grandes quantidades de óleo (IWAI, 2010).

O grupo dos decapoda é formado, principalmente, pelos camarões, caranguejos e lagostas e suas larvas são consideradas meroplanctônicas. A maioria das espécies são marinhas, mas alguns vivem em água doce ou salobra (MARQUES, 2009). Dessa forma, as larvas de caranguejo (zoea de Brachyura) são abundantes nas regiões de mangue, sendo importantes para determinar a dispersão e o recrutamento destes crustáceos decápodes, com valor comercial para os pescadores locais. Impactos nessa região podem causar deficiência no recrutamento desses indivíduos em seu estágio larval, observando que uma possível diminuição das comunidades zooplanctônicas pode acarretar também na redução dos estoques pesqueiros, bem como, um desequilíbrio ecológico no estuário ou na região costeira adjacente (FALCÃO et al., 2007; SOUZA et al., 2013; HIROSE et al., 2015).

Os moluscos bivalves possuem uma ampla diversidade marinha, sendo a salinidade um dos fatores limitantes para seu desenvolvimento, principalmente, na fase larval, onde interferem no seu processo fisiológico, determina a capacidade de alimentação e sua sobrevivência, assim como, a capacidade de selecionar locais de fixação (MORAES et al., 2015; QUESQUÉN et al., 2016). Enquanto isso, na fase adulta a salinidade pode afetar a reprodução, uma vez que, elas sofrem o estresse com variações desta variável levando os organismos a terem uma desova parcial ou total. Algumas comunidades fitoplanctônicas

(cianobactérias tóxicas) também podem se tornar um fator limitante para a sobrevivência e distribuição destes organismos (BEGHELLI et al., 2014; CHRISTO et al., 2016).

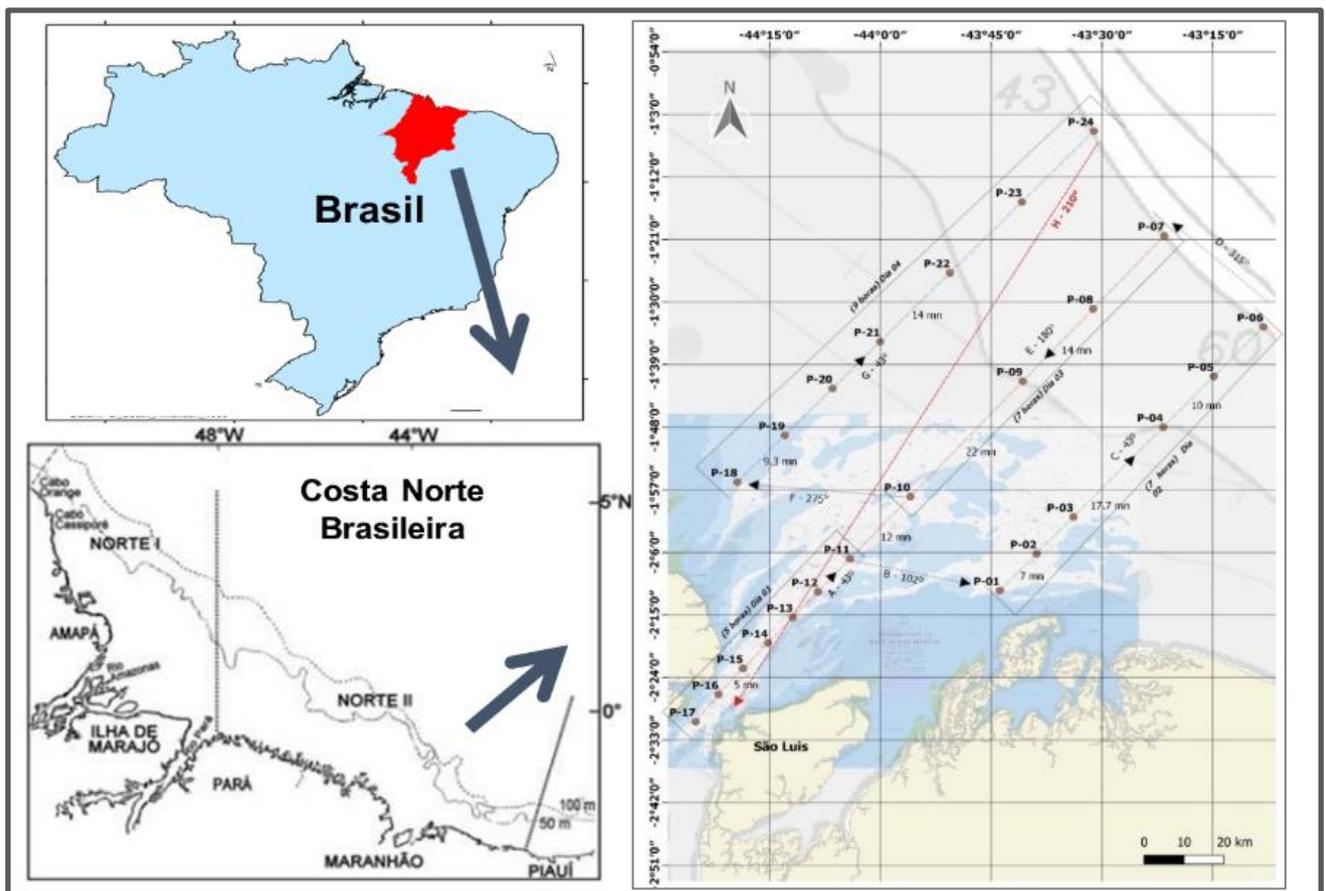
O ictioplâncton é considerado como um dos grupos pertencentes ao zooplâncton. São organismos que durante parte de seu ciclo de vida possuem pouco poder natatório, dependendo assim, das correntes e ondas para sua locomoção, são constituídos de ovos, larvas e juvenil de peixes (MAFALDA JÚNIOR et al., 2004; MANGAS et al., 2013). O ictioplâncton é importante para compreender a distribuição, ocorrência e abundância dos adultos, assim como, determinar os períodos e locais de desova e a identificando dos estoques pesqueiros da região (ZACARDI et al., 2017). A maioria dos trabalhos buscam compreender o ciclo de vida das espécies comercialmente mais importantes (NOGUEIRA et al., 1999). As larvas de peixes recém-eclodidas se alimentam do material vitelínico, bem como de outros organismos pertencentes ao plâncton, ou seja, são elementos fundamentais na sua estrutura alimentar (RÉ, 1999).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Descrição da área de estudo

O Estado do Maranhão (Figura 3) possui um litoral que chega a ter aproximadamente 640 km de extensão (EL-ROBRINI et al., 2015). A Ilha de São Luís encontra-se no centro do litoral do Estado, entre os paralelos de 02°24' e 02°28' S e os meridianos de 44°10' e 44°25' W, ocupada por uma área de 905 km<sup>2</sup> (EL-ROBRINI et al., 2015). A ilha está inserida no centro do Golfão Maranhense, separando as baías de São José a leste e São Marcos a oeste, formadas, respectivamente, pelas desembocaduras do Rio Itapecuru/Mirim e Mearim/Pindaré (DAMÁZIO et al., 1983).

**Figura 3.** Localização dos transectos na Plataforma Continental Maranhense, Costa Norte Brasileira.



Fonte: Google, LHICEAE

A Baía de São Marcos possui um sistema de marés semi-diurnas (duas preamares e duas baixa mar, com intervalos proporcionais de aproximadamente 6 horas), cuja amplitude

média de marés é de 4,6 m, podendo atingir cerca de 7,0 m (PETROBRAS, 1998). Segundo Azevedo et al. (2008), o período chuvoso em São Luís, compreende os meses de janeiro a junho, enquanto a época da estiagem equivale aos meses de julho a dezembro, sendo assim este estudo realizado no pico do período chuvoso da região.

## 4.2 Etapas de campo e laboratorial

### 4.2.1 Coleta de material

O estudo foi realizado em expedição oceanográfica na plataforma continental Maranhense a bordo do navio oceanográfico Ciências do Mar II, onde foram demarcados três transectos partindo da região mais próxima do litoral em direção à quebra de plataforma continental. Foi realizada uma campanha no mês de abril de 2019, em 22 pontos amostrais.

### 4.2.2 Coleta e análise dos parâmetros abióticos

As amostras de água para análise dos parâmetros físico e químicos foram coletadas na subsuperfície (0,5 m). Em cada ponto amostral foi realizado uma perfilagem vertical com um YSI Castway CTD (Conductivity, Temperature and Depth) para a obtenção de dados de profundidade, temperatura, salinidade, condutividade e densidade da água do mar. Estimativas de transparência da água foram obtidos com o emprego de disco de Secchi. Oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos (TDS) e pH foram mensurados através da sonda multiparamétrica (Hanna – modelo HI9828). Em laboratório, foram determinados o material particulado em suspensão (MPS) e turbidez com o auxílio do turbidímetro.

Para a análise de nutrientes, 2 litros de água foram coletados na camada superficial (50 cm de profundidade) usando uma garrafa *Vann Dorn*. A quantificação do Nitrogênio inorgânico dissolvido - DIN ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ ), do fosforo inorgânico dissolvido - DIP ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e do fósforo total (TP) seguiram a metodologia descrita em "Métodos padrão para água e esgoto" (APHA, 2012). O nitrogênio total (TN) e o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) foram determinados usando a metodologia descrita por Koroleff (1983). A determinação do nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e do íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) foi baseada no método de Strickland e Parsons (1972), já o silicato ( $\text{SiO}_2^-$ ) foi descrito por Grasshoff et al. (1983).

#### 4.2.3 Análise dos parâmetros biológicos

Para os estudos qualitativos e quantitativos do zooplâncton foi utilizada rede de plâncton cônico-cilíndricas com malha de 120  $\mu\text{m}$  e nela estava acoplado um fluxômetro (Marca General Oceanic) para identificar o volume de água filtrada (Figura 4). As amostras foram obtidas através de arrastos horizontais na subsuperfície com duração de 30 minutos em cada ponto. O material coletado foi acondicionado em frascos de 250 mL e fixado com formaldeído até concentração final de 4%.

**Figura 4:** Procedimentos de coleta e análise do zooplâncton. **A** – Navio Ciências do Mar II; **B** – Arrasto com rede cônica de plâncton (120  $\mu\text{m}$ ); **C** – Microscópio.



**Fonte:** Autores.

As amostras foram analisadas no Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal Rural da Amazônia (LECAT - UFRA). De cada amostra foi retirada uma alíquota de 10 mL para a contagem dos indivíduos na placa de Bogorov com auxílio do estereomicroscópio. Posteriormente para a identificação, os indivíduos e/ou as estruturas de importância taxonômica (Figura 5) foram analisados com auxílio de um microscópio binocular da marca Zeiss. A identificação taxonômica foi realizada utilizando os sistemas de classificação descritos por Bonecker (2006), Boltovskoy (1999) e Bradford-Grieve et al. (1999).

**Figura 5:** Estruturas taxonômicas dos copépodos. **A** – Abdome; **B** – Antênula; **C** – Segundo par de pernas.



**Fonte:** Autores.

### 4.3 Tratamento numérico e estatístico

#### 4.3.1 Análise do zooplâncton

A biomassa úmida foi calculada utilizando a metodologia de Omori e Ikeda (1984). Cada amostra foi filtrada utilizando uma peneira de malha inferior a 120  $\mu\text{m}$ . Posteriormente, foram pesadas numa balança de precisão junto com o filtro. Os filtros foram pesados previamente. A biomassa foi calculada através da fórmula:

$$B = \frac{(Pf + Pa) - Pf}{V}$$

Onde:

**B** = biomassa em ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

**Pf** = peso do filtro (g).

**Pa** = peso da amostra (g).

**V** = volume filtrado ( $\text{m}^3$ ).

O volume de água filtrada (usando um fluxômetro de água) foi obtida com a fórmula:

$$V = a \times n \times c$$

Onde:

**V** = volume filtrado (m<sup>3</sup>).

**a** = área da boca da rede (m).

**n** = variação do número de rotação do medidor de vazão

**c** = fator de calibração do fluxômetro de água (0.3).

A análise da densidade zooplanctônica foi através da contagem dos organismos utilizando uma placa de Bogorov. A análise da densidade foi calculada pela fórmula:

$$D = \frac{N}{V} \times 10$$

Onde:

**D** = densidade (org./m<sup>-3</sup>).

**N** = número de organismos nas subamostras.

**V** = volume de água filtrada.

#### 4.3.2 Índices ecológicos

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (1963) foi calculado para cada amostra (utilizando logaritmos de base 2), com o objetivo de medir a quantidade de “ordem” (ou desordem) contida em um sistema.

$$H' = \sum_{t=1}^n \left[ \frac{ni}{N} \times \log_2 \left( \frac{ni}{N} \right) \right]$$

Onde:

**H'** = diversidade específica (bits por indivíduo).

**ni** = número de indivíduos do táxon i na amostra.

**N** = número total de indivíduos da amostra.

Utilizando-se os logaritmos na base 2, o valor do índice de diversidade foi expresso em conteúdo de informação por indivíduo. Consideram-se valores acima de 3 bits.ind<sup>-1</sup> como altos, e abaixo de 1 bits.ind<sup>-1</sup> como baixos.

O índice de Equitabilidade de Pielou (1966) foi utilizado para medir a uniformidade do ambiente e foi calculado a partir do índice de Shannon ( $H'$ ), pela fórmula:

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

Onde:

$J'$  = o índice de equitabilidade.

$H'$  = o índice de diversidade calculado.

$H'_{máx}$  = dado pela fórmula seguinte.

$$H'_{max} = \log_2 S$$

Onde:

$S$  = número de espécies de cada amostra. Adotam-se, para este índice, valores entre 0 e 1, sendo  $> 0,5$  valores considerados uniformes.

A riqueza específica utilizada foi proposta por Margalef (1958), que se baseia na relação entre o número de espécies identificadas e o número total de indivíduos coletados, calculada pela seguinte expressão:

$$D = \frac{(S - 1)}{\log_2 N}$$

Onde:

$S$  = número total de espécies presentes na amostra.

$N$  = número total de indivíduos na amostra.

A riqueza consiste no número total de espécies ( $S$ ) em uma unidade amostral, sendo que quanto maior a amostra, maior o número de espécies que poderão ser amostradas. Desta forma, ela diz pouco a respeito da organização da comunidade, aumentando em função da área, mesmo sem modificação do habitat. Esta variável foi estimada através do índice de riqueza de Margalef. Valores de riqueza maiores que 5,0 significam grande riqueza de espécies.

O Índice de Constância foi calculado a partir das amostras quantitativas e expressos os resultados em porcentagem é calculada pela fórmula descrita por Dajoz (1983), como mostra a equação abaixo:

$$C = \frac{p \times 100}{P}$$

Onde:

**P** = número total de coletas efetuadas.

**p**= número de coletas contendo a espécie estudada.

Em função do valor de C foram classificados:

Constante > 50%

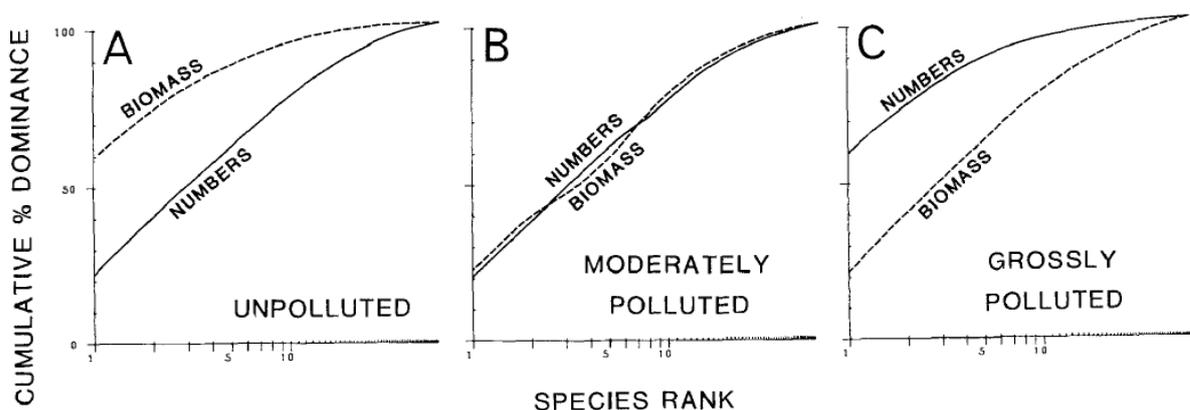
Acessória > 25% a ≤ 50%

Acidental <25%

#### 4.3.3 Curvas de abundância e biomassa (ABC)

Para avaliar possíveis alterações na estrutura do zooplâncton que indicasse o possível estado do ecossistema, foi aplicado o método de comparação gráfica das Curvas de Abundância e Biomassa (ABC) expressos pela estatística (W). O método descrito por Warwick (1986), representa uma ampliação das curvas de k-dominância, onde a inclinação da curva cumulativa indica o nível de perturbação e é correlacionado com a diversidade (Figura 6).

**Figura 6:** curvas de k-dominância para espécies e biomassa.



**Fonte:** Warwick (1986).

No caso do índice ABC, a dominância da curva da abundância sobre a curva da biomassa indica que o ambiente está perturbado, a similaridade entre as curvas, representa um ambiente moderadamente perturbado, e a dominância da biomassa indica que o ambiente não possui estresse (CLARKE; WARWICK, 2001). A estatística W obtida informa a relação de dominância em peso quando é positiva e a dominância em número de indivíduos quando é negativa (MAGURRAN, 2004). A fórmula para calcular a curva ABC foi baseado nas pesquisas de Meire e Dereu (1990) e Petesse (2006):

$$ABC = \frac{\sum(Bi - Ai)}{N}$$

Onde:

**Bi** = percentual de dominância da espécie i ordenada da maior para a menor biomassa.

**Ai** = percentual de dominância da espécie i ordenada da maior para a menor abundância em número.

**N** = número total de espécies.

A estatística W, utilizada neste trabalho foi baseado nos estudos de Magurran (2004) e Petesse (2006), sendo:

$$W = \sum_{i=1}^S \frac{(Bi - Ai)}{[50 \times (S - 1)]}$$

Onde:

**Bi** = percentual de dominância da espécie i ordenada da maior para a menor biomassa.

**Ai** = percentual de dominância da espécie i ordenada da maior para a menor abundância em número.

**S** = o número de espécies na amostra.

#### 4.3.4 Valor do indicador (IndVal)

O método do valor do indicador (IndVal) foi usado para identificar os grupos zooplanctônicos indicadores. O IndVal foi calculado com base na densidade do zooplâncton em relação as áreas de coleta e expressos como o produto da especificidade e fidelidade. Portanto, organismos indicadores com IndVal mais próximo de 100% foram considerados em nosso estudo como potencial indicador do zooplâncton (DUFRENE; LEGENDRE, 1997; FORTUNATO et al., 2013).

#### 4.3.5 Análise estatística

Para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância Two-Way ANOVA foi aplicada com os dados normais, para a variável que não atendeu o pressuposto da ANOVA foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis, sendo determinadas as diferenças significativas com  $p < 0,05$ . Para evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados, ocorrência do zooplâncton e parâmetros hidrológicos, utilizou-se a análises de componentes principais (ACP) por meio de correlação linear momento-produto de Pearson. A matriz de similaridade foi baseada na distância Bray-Curtis e a escala multidimensional não métrica (nMDS) foram aplicadas para determinar a similaridade dos pontos amostrais em relação a densidade das espécies, os dados foram transformados para raiz quadrada. Para testar a significância dos grupos foi utilizada o teste de Perfil de Similaridade (SIMPROF). A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi aplicada com o intuito de correlacionar as variáveis ambientais com as espécies dominantes. As análises estatísticas foram executadas nos programas PAST 3.0, STATISTIC 10.0 e PRIMER 6 & PERMANOVA+.

#### 4.4 Normalização do texto

Citações e referências bibliográficas seguem as normas da Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT).

## REFERÊNCIAS GERAIS

- ALMEIDA, E. V.; SANTOS, J. O.; SILVA, G. A.; MIRANDA, R. G. B. Distribuição espaço-temporal de crustáceos decápodes meroplantônicos, com ênfase nas larvas do caranguejo-uçá, na baía de Guanabara, Rio de Janeiro. **Revista CEPSUL Biodiversidade e Conservação Marinha**, v. 6, 2017.
- AMARAL, P. T.; AMARAL, W. J. A.; ORTIZ, D. O.; AGOSTINI, V. O.; MUXAGATA, E. The mesozooplankton of the Patos Lagoon Estuary, Brazil: trends in community structure and secondary production. **Marine Biology Research**, ISSN: 1745-1019. 2017.
- ARAÚJO, H. A. B. **Assembléias de foraminíferos indicadoras de mudanças ambientais no complexo recifal de Abrolhos, Bahia**. 354 f. [Tese de Doutorado]: Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.
- AZEVEDO, A. C. G.; FEITOSA, F. A. N. & KOENING, M. L. Distribuição espacial e temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, p. 870-877, 2008.
- BARTHEM, R.B.; FABRÉ, N.N. **Biologia e diversidade dos recursos pesqueiros da Amazônia**. In: RUFFINO, M. L. (Coord.). A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia brasileira. Ibama/ProVárzea, 272p., 2004.
- BAZIN, P., JOUENNE, F., DETON-CABANILLAS, A. F., PÉREZ-RUZAFÁ, Á.; VÉRON, B. Complex patterns in phytoplankton and microeukaryote diversity along the estuarine continuum. **Hydrobiologia**, v. 726, p. 155-178, 2014. DOI:10.1007/s10750-013-1761-9.
- BEGHELLI, F. G. S.; CARVALHO, M. E. K.; PECHE FILHO, A.; MACHADO, F. H.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. L. M.; RIBEIRO, A. I.; MEDEIROS, G. A. Uso do índice de estado trófico e análise rápida da comunidade de macroinvertebrados como indicadores da qualidade ambiental das águas na Bacia do Rio Jundiá-Mirim - SP - BR. **Brazilian Journal Of Aquatic Science and Technology**, v. 19, n. 1, p.13-22, 2014.
- BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.
- BOLTOVSKOY, E.; BOLTOVSKOY, D.; CORREA, N.; BRANDINI, F. Planktic foraminifera from the southwestern Atlantic (300-600S): species-specific patterns in the upper 50 m. **Marine Micropaleontology**, v. 28, p. 53-72, 1996.
- BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. Backhuys Publishers, vol. 1, 1999. 1491p.
- BONECKER, S. L. C. **Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira**. Rio de Janeiro: Museu nacional, 2006. 234 p.
- BRADFORD-GRIEVE, J. M.; MARKHASEVA, E. L.; ROCHA, C. E. F.; ABIAHY, B. **Copépoda**. In: South Atlantic Zooplankton. 1999. 1098p.

CÂMARA, M. R. Artemia no Brasil: do extrativismo ao cultivo. **Revista Panorama da Aquicultura**, v. 10, n. 62, p. 15-19. 2000.

CHRISTO, S.W.; OLIVEIRA, J.H.C.; FERREIRA-JÚNIOR, A.L.; ABSHER, T.M. Occurrence of larvae of bivalves and gastropods in the euhaline sector of the Paranaguá estuarine complex – Paraná, Brazil. **Tropical Oceanography**, v. 44, n. 01, p. 16-24, 2016.

CORREIA, E. P. **Migração vertical do microzooplâncton do arquipélago de São Pedro e São Paulo**. [Dissertação de Mestrado]: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

CORREIA, M. D.; SOVIERZOSKI, H. H. **Ecosistemas marinhos: recifes, praias e manguezais**. Ed: UFAL, Maceió. 2005, p. 55.

DAMÁZIO, E.; JURAS, A. A.; LEE LAO, P. D. (coord). **Estudo da poluição química e biológica da Ilha de São Luís - MA: rios Anil e Bacanga**. LABOHIDRO. São Luís. Relatório Final. 1983.

DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Vozes, Petrópolis, 472 p. 1983.

DEFAYE, D.; BOXSHALL G. A. Global diversity of copepods (Crustacea: Copepoda) in freshwater. **Hydrobiologia**, v. 597, p. 195-207, 2008.

DINIZ, L. P. **Microcrustáceos planctônicos (cladocera e copepoda) de reservatórios do Semiárido Neotropical: biodiversidade, espectro de tamanho e mortalidade**. 93 f. [Dissertação de Mestrado]: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2017.

DUARTE, A. K.; SILVA, A. R. da. Conhecendo o Zooplâncton. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 3, n. 2, p. 43-62, 2008.

DUARTE, M. A. **Ciclo de vida e dinâmica populacional de espécies nativas de Copepoda Cyclopoida em cultivos de laboratório**. 69 f. [Dissertação de Mestrado]: Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2016.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A.; MENDONÇA-GALVÃO, L. de.; REID, J. W.; FERNANDES, L. F. L. **Avaliação dos Copéodos (Harpacticoida: Canthocamptidae, Parastenocarididae; Calanoida: Diaptomidae, Temoridae; Cyclopoida: Cyclopidae)**. Cap. 7, p. 113-125, 2016. In: PINHEIRO, M.; BOOS, H. (Org.). Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014. Porto Alegre, RS, Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 466 p.

EL-ROBRINI, M., MARQUES, J.V., SILVA, M.A.M.A. DA, EL-ROBRINI, M.H., FEITOSA, A.C., TAROUCO, J.E.F., SANTOS, J.H.S. DOS, VIANA, J.R. **Erosão e progradação do litoral brasileiro/Maranhão**. Brasil: Ministério do Meio Ambiente. 2015.

ESKINAZI, E. M.; BJORNBERG, T. K. S. Conhecimento atual sobre o comportamento alimentar de copéodos Calanoida em ambientes marinhos. **Trab. Oceanog.**, v. 28, n. 1, p.11-20, 2000.

FALCÃO, E. C. S.; SEVERI, W.; ROCHA, A. A. F. Dinâmica espacial e temporal de zoeas de *Brachyura* (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil. **Iheringia**, v. 97, n. 4, p. 34-440, 2007.

FERREIRA, P. M. P. **Manual de cultivo e bioencapsulação da cadeia alimentar para a Larvicultura de peixes marinhos**. IPMAR – Instituto Nacional de Recursos Biológicos. 2009. 240p.

GAMA, L.R.M.; SOUSA, M.M.; ALMEIDA, I.C.S.; CARIDADE, E.O.; FERREIRA-CORREIA, M.M.; TERCEIRO, A.M. (2011), Microfitoplâncton das Baías do Golfão Maranhense e litoral oriental do Estado do Maranhão. **Boletim do Laboratório De Hidrobiologia**, v. 24, n. 1, p.13-26, 2011.

GAZULHA, V. **Zooplâncton límnic: manual ilustrado**. 1 Ed., Rio de Janeiro: Technical books, 2012. 151p.

GUERRERO, M. J.; HERNÁNDEZ, M. I. C.; GIRALDO, A. Copépodos epipelágicos en Bahía Cupica, Pacífico colombiano: composición de especies, distribución y variación temporal. **Revista de Biología Tropical**, v. 65, n. 3, p. 1046-1061, 2017.

GUIMARÃES, I. **Mitos e verdades sobre o cultivo de camarão marinho no brasil**. Associação Brasileira de Criadores de Camarão – ABCC. 2016. 172p.

HEYWOOD, K. J. Diel vertical migration of zooplankton in the Northeast Atlantic. **Journal of Plankton Research**, v. 18, n. 2, p. 163-184. 1996.

HIROSE, G. L.; SOUZA, L. S.; SILVA, S. L. R.; ALVES, D. F. R.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. Population structure of the red mangrove crab, *Goniopsis cruentata* (Decapoda: Grapsidae) under different fishery impacts: Implications for resource management. **Revista de Biologia Tropical**, v. 63, n. 2, p. 443-457, 2015.

INCZE, L. S.; HEBERT, D.; WOLFF, N.; OAKEY, N.; DYE, D. Changes in copepod distributions associated with increased turbulence from wind stress. **Marine Ecology Progress Series**, v. 213, p. 229-240. 2001.

ISAAC-NAHUM, V.J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral Amazônico: um desafio para o futuro. **Ciência e Cultura**, v. 58, n. 3, p. 33-3, 2006.

IWAI, F. S. **Assembleias de Foraminíferos planctônicos: implicações paleoceanográficas nos últimos 450.000 anos em testemunhos do sudoeste do Atlântico Sul**. 2010. 51 f, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade de São Paulo, Departamento de Ecologia. São Paulo. 2010.

KVILEA, K.; LANGANGENA, Ø.; PROKOPCHUKB, I.; STENSETHA, N.C.; STIGEA, L.C. Disentangling the mechanisms behind climate effects on zooplankton. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.113, n. 7, p. 1841–1846, 2016.

LALLI, C. M.; PARSONS, T. R. *Biological Oceanography: an introduction*. 2 ed. **Elsevier Butterworth-Heinemann**, p. 74-111, 1997.

LEITE, N. R.; PEREIRA, L. C. C.; COSTA, R. M. Distribuição temporal do mesozooplâncton no furo Muriá, Pará, Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 4, n. 2, p.149-164, 2009.

LOBRY J, MAIRAND L, ROCHARD E, ELIE, P. Structure of the Girond estuarine fish assemblages: a comparison of European estuarines perspective. *Aquat. Liv. Resour.*, v. 16, n. 2, p. 47-58, 2003.

MACKAS, D. L.; GREVE, W.; EDWARDS, M.; CHIBA, S.; TADOKORO, K.; ELOIRE, D.; MAZZOCCHI, M.G.; BATTEN, S.; RICHARDSON, A.J.; JOHNSON, C.; HEAD, E.; CONVERSI, A.; PELUSO, T. Changing zooplankton seasonality in a changing ocean: Comparing time series of zooplankton phenology. *Progress in Oceanography*, v. 97, n.100, p. 31–62, 2012.

MAFALDA JÚNIOR, P. O.; SINQUE, C.; MUELBERT, J. H.; SOUZA, C. S. Distribuição e abundância do ictioplâncton na costa norte da Bahia, Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 32, n. 1, p. 69-88, 2004.

MANGAS, A. P.; SILVA, A. C.; FERREIRA, S. C. G.; PALHETA, G. D. A.; MELO, N. F. A. C. Ictioplâncton da baía do Guajará e do estuário do rio Pará, ilha do Marajó, Pará, Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPNOR*, v. 13, n. 1, p. 43 - 54, 2013.

MANICKAM, N.; SARAVANA BHAVAN, P.; SANTHANAM, P.; MURALISANKAR, T.; SRINIVASAN, V.; RADHAKRISHNAN, S.; VIJAYADEVAN, K.; CHITRARASU, P.; JAWAHAR ALI, A. Seasonal Variations of Zooplankton Diversity in a Perennial Reservoir at Thoppaiyar, Dharmapuri District, South India. *Journal of Aquaculture and Marine Biology*, v.1, p. 1-7, 2014.

MARCENIUK, A.P.; CAIRES, A.R.; WOSIACKI, W.B.; DARIO, F.D.N. Conhecimento e conservação dos peixes marinhos e estuarinos (Chondrichthyes e Teleostei) da costa norte do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 13, n. 4, p. 251-259. 2013.

MARGALEF, R. **Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton.** In Buzzati-Traverso, A.A. (Ed.). *Perspectives in marine biology.* Berkeley: University of California. 323-349 p. 1958.

MARQUES, A. S. P. **Distribuição espaço-temporal das larvas de camarões (Decapoda) no estuário do rio Marapanim, Pará, litoral do Norte do Brasil.** 63 f. [Dissertação de Mestrado]: Universidade Federal do Pará. Belém, 2009.

MARTINS-JURAS, I.A.G.; JURAS, A.A.; MENEZES, N.A. Relação preliminar dos peixes da ilha de São Luís, Maranhão, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 4, n. 2, p.105-113., 1987.

MELO, P.A.M.C.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; PORTO NETO, F.F. Variação Nictemeral do Macrozooplâncton na Barra Orange – Canal de Santa Cruz, Estado de Pernambuco (Brasil). *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, v. 3, n. 2, p. 30-49, 2008.

- MILOSLAVIĆ, M.; LUČIĆ, D.; ŽARIĆ, M.; GANGAI, B.; ONOFRI, I. The importance of vertical habitat gradients on zooplankton distribution in an enclosed marine environment (South Adriatic Sea). **Marine Biology Research**, v. 11, n. 5, p. 462-474, 2015.
- MIRANDA, L.B.; CASTRO, B.M.; KJERFVE, B. **Princípios de Oceanografia Física dos estuários**. 1ª ed. Editora da Universidade de São Paulo - EdUSP. São Paulo, 424 p., 2002.
- MONTEIRO-NETO, C.; TUBINO, R.A.; MORAES, L.E.S.; NETO, J.P.; M.; ESTEVES, G.V.; FORTES, W.L. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. **Iheringia**, v. 98, n. 1, p. 50-59. 2008.
- MORAES, D. T.; COELHO JÚNIOR., C.; CRUZ, R. C. G.; LOPES, S. G. B. C. Ocorrência e recrutamento larval de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) na região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 105, n. 1, p. 28-34. 2015.
- MOREIRA, G. S. Sobre a migração vertical diária do plâncton ao Largo de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto oceanográfico**, v. 25, p. 55-76, 1976.
- MOREIRA, L. C.; COLLART, O. O. Migração vertical nictemeral das larvas de *Macrobrachium amazonicum* num lago de várzea na Amazônia Central, Ilha do Careiro, Brasil. **Amazoniana**, v. XII, n.3/4, p. 385 – 398, 1993.
- NOGUEIRA, C. R.; SANTOS, L. H. S.; BONECKER, A. C. T.; BONECKER, S. L. C.; DIAS, C. O.; REIS, J. M. L. Studies on zooplankton and ichthyoplankton communities off the Rio de Janeiro coastline. **Oecologia Brasiliensis**, v. 7, p 73-98, 1999.
- NUNES, T.R.S.; PAES BARRETO, T.M.S.; LARRAZÁBAL, M.E.L. Macrozooplâncton Das Cadeias Norte/Rocas/Noronha E Da Plataforma/Talude Sul Do Nordeste Do Brasil, Com Ênfase Em Crustacea Amphipoda. **Tropical Oceanography**, v. 41, n. 1-2, p. 67-83, 2013.
- OLIVEIRA, T. B.; SILVA, T. A.; TERRA NOVA, L. S. Rotíferos como indicadores da qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras. **Acta of Fisheries and Aquatic Resources**, v. 3, p. 65-76, 2015.
- PEÑATE, A. L. R.; GUINEA, L. F. V. **Revisión del zooplancton de la costa vasca: actualización taxonómica e identificación de deficiencias**. Trabajo fin de grado em Biología, 2010.
- PERBICHE-NEVES, G., ROCHA, C.E.F., NOGUEIRA, M.G. Estimating cyclopoid copepod species richness and geographical distribution (Crustacea) across a large hydrographical basin: comparing between samples from water column (plankton) and macrophyte stands. **Zoologia**, v. 31, n. 3, p. 239-244. 2014.
- PETROBRAS. **Parecer técnico quanto aos aspectos hidráulicos/sedimentológicos referentes às alternativas de solução para implantação do píer pretroleiro do porto comercial do Itaquí**. v.1, p.51. jul, São Luís, 1998.
- PIELOU, E.C. The measure of diversity in different types of biological collections. **Journal of theoretical Biology**, v. 13, 1966, p. 131-144. DOI: 10.1016 / 0022-5193 (66) 90013-0.

PIORSKI, N.M.; SERPA, S.S.; NUNES, J.L.S. Análise comparativa da pesca de curral na ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 2009. 42(1): 65–71. <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v42i1.6040>.

PORTO NETO, F. F.; NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L. M. O.; VIEIRA, D. A. N.; SILVA, A. P.; SILVA, T. A. Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. **Trabalho Oceanográfico**, v. 27, p. 43-58, 1999.

PREVIATTELLI, D.; SANTOS-SILVA, E. N.; DARWICH, A. J. **Distribuição vertical do zooplâncton e sua relação com as variáveis ambientais**. In: SANTOS-SILVA, E. N.; APRILE, F. M.; SCUDELLER, V. V. MELO, S. (Orgs.). Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Editora INPA, Manaus, 2005.

QUESQUÉN, R.; PATRÍCIA, A.; VÁQUEZ, L. Moluscos holoplanctónicos (Mollusca: heteropoda y thecosomata) como indicadores de la variabilidad oceanográfica y del evento el Niño frente a callao y pisco del 2013 al 2015. Instituto del mar del Perú, **Boletim Trimestral Oceanográfico**, v. 2, n 1, Callao: Perú, 2016.

QUIROZ, M.; TRIADO-MARGARIT, X.; CASAMAYOR, E.O.; GAJARDO, G. Comparison of Artemia–bacteria associations in brines, laboratory cultures and the gut environment: a study based on Chilean hypersaline environments. **Extremophiles**, 2014. DOI 10.1007/s00792-014-0694-1.

RAMOS, C.A.R. **Qualidade ambiental, distribuição e densidade do mesozooplâncton do estuário de Guajará-Miri, Vigia de Nazaré, ne do estado do Pará**. 126 f. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal do Pará. Belém, 2007.

RÉ, P. M. A. **Ictioplâncton estuarino da Península Ibérica (Guia de identificação dos ovos e estados larvares planctónicos)**. Prémio do Mar. Câmara Municipal de Cascais. 163p. 1999.

RESGALLA JÚNIOR, C. The holoplankton of the Santa Catarina coast, southern Brazil. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v. 83, n. 2, p. 575-588, 2011.

RICHARDSON, A. J. In hot water: zooplankton and climate change. – ICES. **Journal of Marine Science**, v. 65, p. 279–295, 2008.

RODRIGUES, D. **Ecologia trófica das principais espécies de peixes do Rio Paraíba do Sul na área de influência do aproveitamento hidrelétrico simplício durante o período pré-represamento**. 91 f. [Dissertação Mestrado]: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013.

SANTANA, C. S.; SCHWAMBORN, R.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MONTES, M. J. F.; LIRA, S. M. A. Spatio-temporal variation of planktonic decapods along the leeward coast of the Fernando de Noronha archipelago, Brazil. **Brazilian Journal Of Oceanography**, v. 66, n. 1, p. 1-14, 2018.

SANTOS, L. L. S. **Produção de cistos e uso de quitinase, hidróxido de cálcio e ácido ascórbico na eclosão de náuplios de Branchoneta *Dendrocephalus brasiliensis* (PESTA, 1921)**. [Dissertação de Mestrado]: Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SATHICQ, M. B., GÓMEZ, N., BAUER, D. E.; DONADELLI, J. Use of phytoplankton assemblages to assess the quality of coastal waters of a transitional ecosystem: Río de la Plata Estuary. **Continental Shelf Research**, v. 150, p. 10-17, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csr.2016.08.009>.

SHANNON, C.E.; W. **The Mathematical Theory of Communication**. University Illinois Press, Urbana, 117 p. 1963.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. **Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Carlos. Editora Rima: FAPESP, 2001, 100p.

SOUSA, L. B. COSTA, V. B. PEREIRA, L.C.C COSTA, R.M. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 23, n. 4, p. 1084-1095, 2009.

SOUZA, A. S.; COSTA, R. M.; ABRUNHOSA, F. A. Comparative morphology of the first zoea of twelve brachyuran species (Crustacea: Decapoda) from the Amazon region. **Zoologia**, v. 30, n. 3, p. 273–290. 2013.

SOUZA, C. A. **Impactos do represamento sobre a diversidade zooplanctônica e implicações para o biomonitoramento**. [Tese de Doutorado]: Universidade de Brasília, Planaltina (DF), 125f. 2019.

SOUZA, M. R. **Influências ambientais e biológicas sobre organismos zooplanctônicos e sua utilização como bioindicadores**. Trabalho de Conclusão de Curso: Licenciatura em Ciências Naturais, Universidade de Brasília, Brasília: set./ 2012.

VIANNA, T. M. B.; DUARTE, A. K. Estudando o zooplâncton: uma abordagem para ensino. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 4, n. 1, p. 25-51, 2009.

VIEIRA, F. S.; DANTAS, M. A. T. O protista foraminífero, bioindicador ambiental: uma abordagem para o ensino de ciências e biologia. **Revista Eletrônica de Biologia**, v. 8, p. 267-282, 2015.

ZACARDI, D.M. Variação e abundância do ictioplâncton em canais de maré no Extremo Norte do Brasil. **Biota Amazônia**, v. 5, n. 1, p. 43-52. 2015.

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S.; FERREIRA, L. C.; LIMA, M. A. S.; SILVA, Á. J. S.; CHAVES, C. S. Diversity and spatio-temporal distribution of the ichthyoplankton in the lower Amazon River, Brazil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 12-20, 2017.

## *Capítulo II*

---

---

*“Você deve desaprender o que aprendeu”*

*Mestre Yoda - Star Wars*

Normas: <https://checklist.pensoft.net/about#Authors-Guidelines>

## Checklist do zooplâncton da Plataforma Continental do Atlântico Equatorial Brasileiro

Yago Bruno Silveira Nunes<sup>1\*</sup>, Marco Valério Jansen Cutrim<sup>2</sup>, Xiomara Franchesca  
Garcia Diaz<sup>1</sup>, Nuno Filipe Alves Correia de Melo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais, Belém, PA, Brasil. E-mail: [ybruno3098@gmail.com](mailto:ybruno3098@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Departamento de Oceanografia e Limnologia, São Luís, MA, Brasil.

### Resumo

Pesquisas que de checklist são importantes, pois auxiliam na compreensão das espécies que existem no ambiente, conseqüentemente, na conservação e gestão dos recursos naturais. Dessa forma, esse estudo visa apresentar uma lista de espécies das comunidades zooplanctônicas presentes na Plataforma Continental Maranhense localizada na porção equatorial do oceano Atlântico. A região da Plataforma Continental Maranhense apresentou 93 táxons distribuídos entre os grupos Radiolaria, Myzozoa, Foraminifera, Cnidaria, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Bryozoa, Chaetognatha, Echinodermata e Chordata. A composição do zooplâncton mostrou uma ampla distribuição, dessa forma, podemos entender que estão encontrando as condicionantes adequadas para o seu desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Apendicularia, Copepoda, Costa Maranhense, mesozoplâncton, macrozooplâncton.

### Introdução

Os ecossistemas das zonas tropicais apresentam grande diversidade e são sensíveis às mudanças climáticas globais, bem como aos impactos locais (Oliveira-Santos et al. 2016). A biodiversidade do zooplâncton é fundamental para o funcionamento dos

34 ecossistemas oceânicos (Bucklin et al. 2019). Tendo isso como base, a diversidade de  
35 espécies do zooplâncton tende a aumentar em direção à plataforma externa e às águas do  
36 oceano aberto. Dessa forma, valores elevados de biomassa e abundância de organismos  
37 tendem a ser frequentes na plataforma interna, em decorrência de locais de ressurgência  
38 ou influência de sistemas estuarinos (Lopes et al. 2006). Além disso, a dinâmica sazonal  
39 da ressurgência e os eventos climáticos, como o El-Niño, em escala interanual, moldam  
40 as comunidades do zooplâncton tropical no ecossistema nerítico (Ambriz-Arreola et al.  
41 2018).

42 O zooplâncton costuma responder a mudanças ambientais rapidamente,  
43 desempenhando um importante papel nos ambientes aquáticos, através de sua ligação  
44 com os produtores primários, o que justifica sua importância para a estrutura da teia  
45 alimentar (Porto Neto et al. 1999; Bi et al. 2014). Na base produtiva desse sistema, as  
46 comunidades zooplanctônicas são os principais componentes intermediários da teia  
47 alimentar pelágica, transferindo energia e matéria do fitoplâncton aos níveis tróficos  
48 superiores (Oliveira et al. 2015; Cepeda et al. 2018). Medidas de produção secundária  
49 podem ser empregadas para caracterizar o papel funcional do zooplâncton e para avaliar  
50 os impactos nos processos e serviços do ecossistema (Isinibilir et al. 2019; Setubal et al.  
51 2020). Essas respostas podem ser obtidas por meio da biomassa, produtividade e  
52 estimativas de taxa de variação das comunidades do zooplâncton (Araújo et. al. 2017).

53 A compreensão da relação dinâmica e trófica entre diferentes grupos e os  
54 serviços ecossistêmicos que eles fornecem, podem aumentar a consciência da importância  
55 de preservar os ambientes marinhos (Lomartire et al. 2021). Portanto, as listas de espécies  
56 geradas, podem auxiliar na compreensão da ocorrência de organismos em diferentes  
57 escalas, podendo ser usado como uma ferramenta de impacto. Essas informações  
58 permitem melhorar os processos biológicos na conservação e esforços de gestão (Melo et  
59 al. 2014).

60 Apesar da Plataforma Continental Maranhense ser uma zona economicamente  
61 importante, em decorrência da exploração pesqueira e intenso tráfego de grandes  
62 embarcações de minério de ferro, estudos que buscam entender o comportamento e  
63 distribuição da comunidade zooplanctônica desse ecossistema ainda são muito escassos.  
64 O objetivo deste estudo é apresentar uma lista de espécies das comunidades  
65 zooplanctônicas da Plataforma Continental Maranhense, registrada em um período de alta  
66 pluviosidade da região, com comentários adicionais sobre os principais táxons  
67 registrados.

68

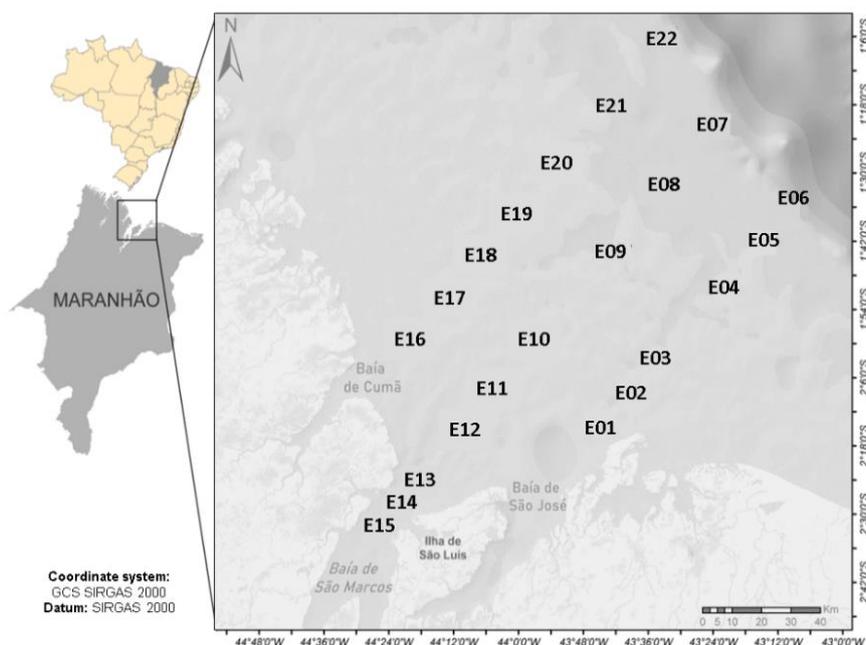
69 **Material e Métodos**70 **Área de estudo**

71 O litoral maranhense tem aproximadamente 640 km de extensão (El-Robrini et  
 72 al. 2015) e a Plataforma Continental do Maranhão possui quase 55,70 km<sup>2</sup> de superfície,  
 73 estando dividida pela foz dos rios Gurupi e Parnaíba, limitada "offshore" pela isóbata de  
 74 80 m (Gualberto and El-Robrini 2005). As amplitudes de marés estão entre as maiores do  
 75 litoral brasileiro, alcançando amplitudes de até 7 m (Coutinho and Morais 1976). O clima  
 76 local é bem distinto e dividido em dois períodos sazonais, o período chuvoso em São  
 77 Luís, compreende os meses de janeiro a junho, enquanto a época da estiagem equivale  
 78 aos meses de julho a dezembro (Azevedo et al. 2008).

79 O estudo foi desenvolvido em uma expedição a bordo do navio oceanográfico  
 80 Ciências do Mar II, no mês de abril de 2019, ao longo de 22 estações amostrais na  
 81 Plataforma Continental Maranhense, onde foram demarcadas três áreas: Transecto de São  
 82 José, Transecto de São Marcos e Transecto de Cumã (Figura 1). As coletas partiram das  
 83 porções continentais em direção à região oceânica até a isóbata de 70 m.

84

85 **Figura 1.** Área de coleta na região da Plataforma Continental Maranhense (Brasil  
 86 Equatorial).



87

88

## 89 **Procedimento de campo e laboratorial**

90 Para os estudos qualitativos do zooplâncton foram utilizadas redes de plâncton  
 91 cônico-cilíndricas com malha de 120 µm. As amostras foram obtidas através de arrastos  
 92 horizontais na subsuperfície da coluna d'água com duração de 30 minutos em cada ponto.  
 93 O material coletado foi acondicionado em frascos de 200 mL, contendo formol a 4%. Por  
 94 fim, transportados para o Laboratório de Ecologia Aquática da Universidade Federal  
 95 Rural da Amazônia (UFRA). Para cada amostra retirou-se uma alíquota de 10 mL para a  
 96 contagem dos indivíduos na placa de Bogorov, posteriormente, foram levados para o  
 97 microscópio estereoscópio binocular da marca Zeiss. Com relação ao enquadramento  
 98 taxonômico foi utilizado os sistemas de classificação descritos por Esnal (1999), Esnal e  
 99 Dalponte (1999), Pohle et al. (1999), Avila et al. (2006), Bonecker e Carvalho (2006),  
 100 Bonecker e Quintas (2006), Dias e Araujo (2006), Fernandes et al. (2006), dentre outras.  
 101

## 102 **Resultados**

103 A fauna do zooplâncton da Plataforma Continental Maranhense foi composta  
 104 por 93 táxons distribuídas entre Radiolaria (n = 1; 1,08%), Myzozoa (n = 1; 1,08%),  
 105 Foraminifera (n = 2; 2,15%), Cnidaria (n = 6; 6,46%), Mollusca (n = 4; 4,30%), Annelida  
 106 (n = 2; 2,15%), Arthropoda (n = 62; 66,67%), Bryozoa (n = 1; 1,08%), Chaetognatha (n  
 107 = 8; 8,60%), Echinodermata (n = 1; 1,08%), Chordata (n = 5; 5,38%) (Tabela 1).  
 108 Arthropoda foi o filo com maior riqueza registrando 62 espécies representadas  
 109 principalmente por Copepoda, e por sua vez foi muito frequente sendo registrado em  
 110 todas as estações. Entre as ordens dos Copepoda, os Calanoida foram representados por  
 111 35 espécies, os Cyclopoida registraram 11 espécies, e os Harpacticoida apresentaram 3  
 112 espécies. Radiolaria, Myzozoa, Bryozoa e Echinodermata foram observados em menor  
 113 riqueza, em comparação com Arthropoda e Chaetognatha. De acordo com o tempo de  
 114 vida dos organismos zooplanctônicos, 61,79% das espécies encontrados foram do  
 115 holoplâncton e 38,20% foram do meroplâncton.

116

117 **Tabela 1.** Táxons do zooplâncton da Plataforma Continental Maranhense.

Grupos/espécies	
<b>Filo:</b> RADIOLARIA	<i>Candacia varicans</i> (Giesbrecht, 1893)
Radiolaria	<b>Família:</b> Centropagidae
<b>Filo:</b> MYZOOZOA	<i>Centropages velificatus</i> (Oliveira, 1947)
<b>Classe:</b> Conoidasida	<i>Centropages gracilis</i> (Dana, 1849)
<b>Ordem:</b> Eugregarinorida	<b>Família:</b> Euchaetidae
<b>Família:</b> Uradiophoridae	<i>Euchaeta marina</i>

- Nematoides* sp.  
**Filo:** FORAMINIFERA  
**Classe:** Globothalamea  
**Ordem:** Rotaliida  
**Família:** Globigerinidae  
*Globigerinoides ruber* (D'Orbigny, 1839)  
**Família:** Globorotaliidae  
*Globorotalia scitula* (Brady, 1882)  
**Filo:** CNIDARIA  
**Classe:** Hydrozoa  
**Ordem:** Leptothecata  
**Família:** Eirenidae  
*Eutima gracilis* (Forbes & Goodsir, 1853)  
**Ordem:** Trachymedusae  
**Família:** Rhopalonematidae  
*Aglaura hemistoma* (Péron & Lesueur, 1810)  
**Ordem:** Limnomedusae  
**Família:** Geryoniidae  
*Liriope tetraphylla* (Chamisso & Eysenhardt, 1821)  
**Ordem:** Siphonophorae  
**Família:** Diphyidae  
*Chelophyes contorta* (Lens & van Riemsdijk, 1908)  
**Família:** Agalmatidae  
*Agalma* sp.  
**Ordem:** Anthoathecata  
**Família:** Cytaeidae  
*Cytaeis* sp.  
**Filo:** MOLLUSCA  
**Classe:** Gastropoda  
**Ordem:** Pteropoda  
**Família:** Creseidae  
*Creseis acicula* (Rang, 1828)  
**Família:** Limacinidae  
*Limacina* sp.  
**Classe:** Bivalvia  
**Classe:** Cephalopoda  
**Filo:** ANNELIDA  
**Classe:** Clitellata  
**Ordem:** Crassicitellata  
**Família:** Acanthodrilidae  
*Neochaeta* sp.  
Metatrochophora (larva)  
**Filo:** ARTHROPODA  
**Classe:** Ostracoda  
**Ordem:** Halocyprida  
**Família:** Halocyprididae  
*Conchoecia* sp.  
**Classe:** Thecostraca  
**Subclasse:** Cirripedia  
**Classe:** Branchiopoda
- Família:** Lucicutiidae  
*Lucicutia flavicornis* (Claus, 1863)  
**Família:** Calanidae  
*Nannocalanus minor* (Claus, 1863)  
*Undinula vulgaris* (Dana, 1849)  
**Família:** Oithonidae  
*Oithona oswaldocruzi* (Oliveira, 1945)  
*Oithona nana* (Giesbrecht, 1893)  
*Oithona ovalis* (Herbst, 1955)  
*Oithona setigera* (Dana, 1849)  
**Família:** Pseudodiaptomidae  
*Pseudodiaptomus acutus* (Dahl F., 1894)  
*Pseudodiaptomus gracilis* (Dahl F., 1894)  
*Pseudodiaptomus richardi* (Dahl F., 1894)  
*Pseudodiaptomus* sp.  
**Família:** Subeucalanidae  
*Subeucalanus pileatus* (Giesbrecht, 1888)  
**Família:** Temoridae  
*Temora turbinata* (Dana, 1849)  
*Temora stylifera* (Dana, 1849)  
**Ordem:** Cyclopoida  
**Família:** Sapphirinidae  
*Copilia mirabilis* (Dana, 1852)  
**Família:** Corycaeidae  
*Corycaeus (Ditrichocorycaeus) amazonicus* (Dahl, 1894)  
*Corycaeus (Onchocorycaeus) giesbrechti* (Dahl, 1894)  
*Corycaeus (Onchocorycaeus) latus* (Dana, 1849)  
*Corycaeus (Onchocorycaeus) ovalis* (Claus, 1863)  
*Corycaeus (Corycaeus) speciosus* (Dana, 1849)  
*Corycaeus (Agetus) typicus* (Krøyer, 1849)  
*Farranula gracilis* (Dana, 1849)  
**Família:** Oncaeidae  
*Oncaea conifera* (Giesbrecht, 1891)  
*Oncaea media* (Giesbrecht, 1891)  
*Oncaea venusta* (Philippi, 1843)  
**Ordem:** Harpacticoida  
**Família:** Tachidiidae  
*Euterpina acutifrons* (Dana, 1847)  
**Família:** Miraciidae  
*Miracia efferata* (Dana, 1849)  
**Família:** Ectinosomatidae  
*Microsetella rosea* (Dana, 1847)  
**Ordem:** Decapoda  
**Família:** Luciferidae  
*Lucifer typus* (Edwards, 1837)  
*Belzebub faxoni* (Borradaile, 1915)  
**Infraordem:** Brachyura (zoea)  
**Família:** Penaeidae  
**Família:** Caridae  
**Filo:** BRYOZOA

**Ordem:** Onychopoda  
**Família:** Podonidae  
*Pseudevadne tergestina* (Claus, 1877)  
**Classe:** Malacostraca  
**Ordem:** Cumacea  
**Ordem:** Isopoda  
**Ordem:** Amphipoda  
**Ordem:** Mysida  
**Ordem:** Euphausiacea  
**Classe:** Hexanauplia  
**Subclasse:** Copepoda  
**Ordem:** Calanoida  
*Acartia tonsa* (Dana, 1849)  
*Acartia danae* (Giesbrecht, 1889)  
*Acartia lilljeborgii* (Giesbrecht, 1889)  
**Família:** Phaennidae  
*Brachycalanus bjornbergae* (Campaner, 1978)  
*Phaenna spinifera* (Claus, 1863)  
**Família:** Pontellidae  
*Calanopia americana* (Dahl, 1894)  
*Labidocera acutifrons* (Dana, 1849)  
*Labidocera fluviatilis* (Dahl, 1894)  
*Labidocera* sp.  
*Pontellopsis regalis* (Dana, 1849)  
**Família:** Paraclanidae  
*Calocalanus pavo* (Dana, 1852)  
*Calocalanus contractus* (Farran, 1926)  
*Parvocalanus crassirostris* (Dahl, 1894)  
*Paracalanus aculeatus* (Giesbrecht, 1888)  
*Paracalanus indicus* (Wolfenden, 1905)  
*Paracalanus quasimodo* (Bowman, 1971)  
**Família:** Candaciidae  
*Candacia truncata* (Dana, 1849)

**Classe:** Gymnolaemata  
**Ordem:** Cheilostomatida  
**Família:** Membraniporidae  
*Membranipora* sp.  
**Filo:** CHAETOGNATHA  
**Classe:** Sagittoidae  
**Ordem:** Aphragmophora  
**Família:** Sagittidae  
*Sagitta bipunctata* (Quoy & Gaimard, 1827)  
*Sagitta helenae* (Ritter-Záhony, 1911)  
*Pseudosagitta maxima* (Conant, 1896)  
*Ferosagitta hispida* (Conant, 1895)  
*Parasagitta tenuis* (Conant, 1896)  
*Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881)  
*Sagitta* sp.  
**Filo:** ECHINODERMATA  
Echinodermata (larva)  
**Filo:** CHORDATA  
**Classe:** Leptocardii  
**Família:** Branchiostomatidae  
*Branchiostoma* sp.  
**Classe:** Appendicularia  
**Ordem:** Copelata  
**Família:** Oikopleuridae  
*Oikopleura (Vexillaria) dioica* (Fol, 1872)  
*Oikopleura (Coecaria) longicauda* (Vogt, 1854)  
**Classe:** Thaliacea  
**Ordem:** Salpida  
**Família:** Salpidae  
*Thalia democratica* (Forskål, 1775)  
**Ordem:** Doliolidina  
**Família:** Doliolidae  
*Doliolum* sp.

118

## 119 **Discussão**

120 Na zona costeira, o zooplâncton enfrenta fortes e constantes flutuações  
121 ambientais que resultam de interação entre sistemas marinhos e de água doce (Rodrigues  
122 et al. 2019). Com a inserção de novas espécies aos inventários, é possível subsidiar  
123 informações importantes sobre a riqueza de espécies para cada ambiente (Magurran  
124 2013). Levado isso em consideração, normalmente verifica-se um padrão da área nerítica  
125 para a oceânica. Vários são as causas desse gradiente e existem múltiplos caminhos nos  
126 quais os mecanismos atuam e interagem para produzir os padrões encontrados (Giller  
127 1984).

128 Segundo Hopkins et al. (1981) e Angel (1996) ocorre uma mudança brusca na  
129 comunidade pelágica ao longo da quebra da plataforma das margens continentais,  
130 relacionado à redução na densidade e aumento na biodiversidade no sentido nerítico-  
131 oceânico. Longe das áreas costeiras, a produção planctônica é controlada, principalmente  
132 pela água tropical oligotrófica da Corrente do Brasil, está por sua vez é enriquecida pela  
133 advecção da Água Central do Atlântico Sul, rica em nutrientes (Nogueira Júnior and  
134 Brandini 2018).

135 A Plataforma Continental Maranhense registrou um número expressivo de  
136 copépodos, 49 espécies, realidade similar ao que foi encontrado por Araujo e Ribeiro  
137 (2008), na Plataforma Continental de Sergipe, com 51 espécies; Salvador e Bersano  
138 (2017), que identificaram 22 espécies na Baía de Paranaguá; e Conceição et al. (2021),  
139 com 62 táxons de copépodos, na Plataforma Continental de Salvador. Essas informações  
140 confirma a dominância e importância desse grupo em todo litoral Brasileiro. Diante disso,  
141 Sun et al. (2010), em seu estudo diz que os crustáceos gigantes, grandes e pequenos  
142 copépodos são os principais recursos alimentares para peixes, enquanto, indivíduos  
143 carnívoros como os gelatinosos, competem com outros organismos para obter alimento e  
144 sua energia não pode ser transferida de forma eficiente para níveis tróficos mais elevados.

145 Estudos com gelatinosos (Cnidaria, Ctenophora, Tunicata) e Semigelatinoso  
146 (Chaetognatha) são poucos. A maioria destes gelatinosos e semigelatinosos são  
147 tipicamente oceânicos, não apresentando grande riqueza em números de espécies  
148 (Nogueira et al. 2018). Diante disso, os Siphonophora não sofrem grande influência das  
149 correntes podendo realizar consideráveis deslocamentos, principalmente para atingirem  
150 zonas com alto produtividade primária (Lučić et al. 2005). Boa parte das medusas  
151 pertencem ao meroplâncton, uma vez que há uma fase fixa (pólipo) no ciclo de vida  
152 (Almeida et al. 2017).

153 A *Oikopleura longicauda* é uma das apendicularias de mais ampla distribuição  
154 ao longo das águas tropicais e subtropicais (Esnal 1999). Dessa forma, Carvalho e  
155 Bonecker (2010) caracterizaram a ocorrência das apendicularias no estuário de Caravelas  
156 e na área costeira adjacente, perceberam que todas as espécies se distribuem ao longo da  
157 costa, porém apenas cinco foram registradas no estuário (*Oikopleura rufescens*, *O. dioica*,  
158 *O. cophocerca*, *O. fusiformis* e *O. longicauda*). O que corrobora com o presente estudo  
159 onde foram registradas duas espécies de apendicularias.

160 Koulouri et al. (2009) na região da Plataforma Continental e encosta da Baía de  
161 Heraklion, identificou que o mesozoplâncton foi composto principalmente de copépodos

162 calanóides e larvas de crustáceos, enquanto o macrozooplâncton consistia quase  
163 exclusivamente de quetognatos. Constatação similar ao que foi encontrado na Plataforma  
164 Continental Maranhense. A taxa do meroplâncton de acordo com Fanjul et al. (2018)  
165 desempenha um papel fundamental na formação da comunidade zooplanctônica, podendo  
166 destacar a influência da dinâmica bentônica sobre a pelágica. A composição  
167 zooplanctônica encontrada no estudo de Nunes et al. (2020) ao longo do litoral  
168 Maranhense, mostraram uma ampla distribuição de copépodos, anelídeos, foraminíferos,  
169 poliquetas, moluscos e mysidáceos. Realidade similaridade ao que foi observado nessa  
170 pesquisa, baseado nisso, podemos entender que o zooplâncton local está encontrando as  
171 condicionantes adequadas para o seu desenvolvimento.

172 Apesar de estudos que buscam entender o comportamento e distribuição da  
173 comunidade zooplanctônica da Plataforma Continental Maranhense ser muito escasso, a  
174 pesquisa em questão, conseguiu apresentar a lista de espécies, além de caracterizar alguns  
175 dos principais grupos da região.

176

### 177 **Agradecimentos**

178 Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível  
179 Superior (CAPES), bem como, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), ao  
180 Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPG-  
181 AqRAT), por fim, ao Laboratório de Ecologia Aquática.

182

### 183 **Referências**

184 Almeida EV, Santos JO, Silva GA, Miranda RGB (2017) Distribuição espaço-temporal  
185 de crustáceos decápodes meroplanctônicos, com ênfase nas larvas do caranguejo-uçá, na  
186 baía de Guanabara, Rio de Janeiro. Revista CEPSUL Biodiversidade e Conservação  
187 Marinha 6.

188

189 Ambriz-Arreola I, Gomez-Gutierrez J, Franco-Gordo MC, Plascencia-Palomera V, Gasca  
190 R, Kozak ER, Lavaniegos BE (2018) Seasonal succession of tropical community  
191 structure, abundance, and biomass of five zooplankton taxa in the central Mexican  
192 Pacific. *Continental Shelf Research* 168: 54–67.  
193 <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.08.007>

194

195 Angel MV (1996) Biodiversity of Pelagic Ocean. In: Pirie EG (Ed.) *Oceanography: Contemporary readings in Ocean Sciences*. Oxford University Press, 192-206.

196

197  
198 Araujo HMP, Ribeiro VA (2008) Distribution of the mesozooplankton at continental shelf  
199 off Sergipe, Brazil. *Tropical Oceanography* 36 (1-2): 1-13.

200

- 201 Araujo AV, Dias CO, Bonecker SLC (2017) Effects of environmental and water quality  
202 parameters on the functioning of copepod assemblages in tropical estuaries. *Estuarine,*  
203 *Coastal and Shelf Science* 194: 150e161. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2017.06.014>  
204
- 205 Avila LRM, Arruda MR, Bonecker SLC (2006) Chaetognatha; In: Bonecker SLC (Ed.)  
206 *Atlas do zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva*. Rio de Janeiro,  
207 Museu Nacional, Série Livros, 165-184.  
208
- 209 Azevedo ACG, Feitosa FAN, Koenig ML (2008) Distribuição espacial e temporal da  
210 biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense, Brasil. *Acta*  
211 *Botânica Brasilica*, 22 (3): 870-877. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300022>  
212
- 213 Bi H, Ji R, Liu H, Jo YH, Hare JA (2014) Decadal Changes in Zooplankton of the  
214 Northeast U.S. Continental Shelf. *PLoS ONE* 9 (1): e87720.  
215 <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0087720>  
216
- 217 Bonecker SLC, Carvalho PF (2006) Appendicularia. In: Bonecker SLC (Ed.) *Atlas da*  
218 *Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira*. Rio de Janeiro, Museu  
219 Nacional, Série Livros, 185-203.  
220
- 221 Bonecker SLC, Quintas MCC (2006). Salpidae. In: Bonecker SLC (Ed.) *Atlas de*  
222 *zooplâncton da região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira*. Rio de Janeiro,  
223 Museu Nacional, Série Livros, 203-213.  
224
- 225 Bucklin A, Yeh HD, Questel JM, Richardson DE, Reese B, Copley NJ, Wiebe PH (2019)  
226 Time-series metabarcoding analysis of zooplankton diversity of the NW Atlantic  
227 continental shelf. *ICES Journal of Marine Science* 76 (4): 1162–1176.  
228 <http://dx.doi.org/10.1093/icesjms/fsz021>  
229
- 230 Carvalho PF, Bonecker SLC (2010) Seasonal and Spatial Variability of Appendicularian  
231 Density and Taxonomic Composition in the Caravelas Estuary (Northeastern Brazil) and  
232 Adjacent Coastal Area. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 53 (1): 161-169.  
233
- 234 Cepeda GD, Temperoni B, Sabatini ME, Viñas MD, Derisio CM, Santos BA, Julieta C.  
235 Antacli JC, Padovani LN (2018) Zooplankton Communities of the Argentine Continental  
236 Shelf (SW Atlantic, ca. 34°–55°S), An Overview. In: Hoffmeyer M, Sabatini M, Brandini  
237 F, Calliari D, Santinelli N (eds) *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*. Springer,  
238 Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_9)  
239
- 240 Conceição LR, Souza CS, Mafalda Junior PO, Schwamborn R, Neumann-Leitão S (2021)  
241 Copepods community structure and function under oceanographic influences and  
242 anthropic impacts from the narrowest continental shelf of Southwestern Atlantic.  
243 *Regional Studies in Marine Science* 47: 101931.  
244 <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101931>  
245
- 246 Coutinho PN, Morais JO (1976) Distribuição de sedimentos na Baía de São José Estado  
247 do Maranhão (Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 16 (2): 123-127.  
248

- 249 Dias CO, Araujo A V (2006) Copepoda In: Bonecker SLC (Ed.) Atlas do Zooplâncton da  
250 Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. Rio de Janeiro, Museu  
251 Nacional, Série Livros/Documents REVIZEE Score Central, 21-99.  
252
- 253 El-Robrini M, Marques JV, Silva MAMA, El-Robrini MH, Feitosa AC, Tarouco JEF,  
254 Santos JHS, Viana JR (2015) Erosão e progradação do litoral brasileiro/Maranhão. Brasil,  
255 Ministério do Meio Ambiente, 44p.  
256
- 257 Esnal GB (1999) Appendicularia. In: Boltovskoy D (Ed.) South Atlantic Zooplankton.  
258 The Netherlands, Backhuys Publishers, 1375-1398.  
259
- 260 Esnal GB, Daponte M (1999) Doliolida. In: Boltovskoy D. (Ed.) South Atlantic  
261 Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden, v. 2: 1409-1421.  
262
- 263 Fanjul A, Iriarte A, Villate F, Uriarte I, Atkinson A, Cook K (2018) Zooplankton  
264 seasonality across a latitudinal gradient in the Northeast Atlantic Shelves Province.  
265 Continental Shelf Research 160: 49–62. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2018.03.009>  
266
- 267 Fernandes LDA, Almeida EV, Peixoto BJFS, Souza MF (2006) Larvas de Decapoda. In:  
268 Bonecker SLC (Ed.) Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica  
269 Exclusiva brasileira. Rio de Janeiro, Museu Nacional, Séries Livros / Documentos  
270 REVIZEE Score Central, 101-164.  
271
- 272 Giller PS (1984) Community structure and the niche. In: Dunnet GM, Gimingham CH  
273 (Eds.) Chapman and Hall. London, 176p.  
274
- 275 Gualberto LPS, El-Robrini M (2005) Faciologia da Cobertura Sedimentar Superficial da  
276 Plataforma Continental do Maranhão. Estudos Geológicos, 15: 234-243.  
277
- 278 Hopkins TL, Miliken DM, Bell LM, Mcmichael EJ, Hefferman JJ, Cano RV (1981) The  
279 landward distribution of oceanic plankton and micronekton over the west Florida  
280 continental shelf as related to their vertical distribution. Journal of Plankton research 3:  
281 645-659.  
282
- 283 Isinibilir M, Dogan O (2019) Zooplankton Biodiversity in the Golden Horn Estuary after  
284 the Opening of the Water Channel from the Strait of Istanbul, Turkey. Turkish Journal of  
285 Fisheries and Aquatic Sciences, 20 (2): 147-158. [http://doi.org/10.4194/1303-2712-  
286 v20\\_2\\_07](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_2_07)  
287
- 288 Koulouri P, Dounas C, Radin F, Eleftheriou A (2009) Near-bottom zooplankton in the  
289 continental shelf and upper slope of Heraklion Bay (Crete, Greece, Eastern  
290 Mediterranean): observations on vertical distribution patterns. Journal of Plankton  
291 Research 31 (7): 753–762. <https://doi.org/10.1093/plankt/fbp023>  
292
- 293 Lomartire S, Marques JC, Gonçalves AMM (2021) The key role of zooplankton in  
294 ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish  
295 recruitment. Ecological Indicators, 129: 1-8.  
296 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>  
297

- 298 Lopes RM, Katsuragawa M, Dias JF, Montú, MA, Muelbert JH, Gorri C, Brandini FP  
299 (2006) Zooplankton and ichthyoplankton distribution on the southern Brazilian shelf: an  
300 overview. *Scientia Marina* 70 (2): 189-202.  
301
- 302 Lučić D, Benović A, Batistić M, Njire J, Onofri V (2005) Calycophorae (Siphonophora)  
303 in the open waters of the central and southern Adriatic Sea during spring 2002. *Journal*  
304 *of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 85: 495–501.  
305
- 306 Magurran AE (2013) *Medindo Diversidade Biológica*. Curitiba, Editora da UFPR.  
307
- 308 Melo TX, Lourenço LJS, Medeiros ESF (2014) Checklist of zooplankton from the upper  
309 Ipanema River (Pernambuco), an intermittent river in semi-arid Brazil. *Check List* 10(3):  
310 524–528, 2014. <https://doi.org/10.15560/10.3.524>  
311
- 312 Nogueira M, Nascimento LS, Maciel PV, Tilbert S, Oliveira LD (2018) Diversity,  
313 Species Composition and Assemblage Dynamics of Estuarine Gelatinous and Semi-  
314 Gelatinous Zooplankton from Brazil. In: Hoffmeyer M, Sabatini M, Brandini F, Calliari  
315 D, Santinelli N (eds) *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*. Springer, Cham.  
316 [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_18)  
317
- 318 Nogueira M, Brandini FP (2018) Community Structure and Spatiotemporal Dynamics of  
319 the Zooplankton in the South Brazilian Bight: A Review. In: Hoffmeyer M, Sabatini M,  
320 Brandini F, Calliari D, Santinelli N (eds) *Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic*.  
321 Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77869-3_8)  
322
- 323 Nunes YBS, Diniz TS, Figueiredo MB, Lima KL, Silva CM (2020) Distribuição das  
324 comunidades zooplanctônicas ao longo do litoral norte do Maranhão, Brasil. *Brazilian*  
325 *Journal of Development*, 6: 18416-18423. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-131>  
326
- 327 Oliveira-Santos NM, Martins-Garcia T, Oliveira-Soares M (2016) Micro- and  
328 mesozooplankton communities in the surf zone of a tropical sandy beach (Equatorial  
329 Southwestern Atlantic). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 44 (2): 247-255.  
330 <https://doi.org/10.3856/vol44-issue2-fulltext-6>  
331
- 332 Oliveira TB, Silva TA, Terra Nova LS (2015) Rotíferos como indicadores da qualidade  
333 de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas salobras.  
334 *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, 3 (1): 65-76.  
335 <https://doi.org/10.2312/Actafish.2015.3.1.65-76>  
336
- 337 Porto Neto FF, Neumann-Leitão S, Gusmão LMO, Vieira DAN, Silva AP, Silva TA  
338 (1999) Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no canal de Santa Cruz, Itamaracá,  
339 PE, Brasil. *Trabalho Oceanográfico*, 27: 43-58.  
340
- 341 Pohle GW, Mantellato FLM, Negreiros-Fransozo ML, Fransozo A (1999) Larval  
342 Decapoda (Brachyura). In: Boltovskoy D (Ed.) *South Atlantic Zooplankton*. Leiden,  
343 Backhuys, v.2: 1281-1351.  
344
- 345 Rodrigues MA, Agostini VO, Ozorio CP (2019) Short-term temporal variations in the  
346 zooplankton community of the surf zone influenced by estuarine discharge. *Regional*  
347 *Studies in Marine Science* 29: 100687. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100687>

- 348  
349 Salvador B, Bersano JGF (2017) Zooplankton variability in the subtropical estuarine  
350 system of Paranaguá Bay, Brazil, in 2012 and 2013. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*  
351 199: 1e13. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.09.019>  
352
- 353 Setubal RB, Nascimento RA, Bozelli RL (2020) Zooplankton secondary production:  
354 main methods, overview and perspectives from Brazilian studies. *International Aquatic*  
355 *Research* 12:85–99. [https://doi.org/10.22034/IAR\(20\).2020.1897659.1037](https://doi.org/10.22034/IAR(20).2020.1897659.1037)  
356
- 357 Sun S, Huo Y, Yang B (2010) Zooplankton functional groups on the continental shelf of  
358 the yellow sea. *Deep-Sea Research II* 57: 1006–1016.  
359 <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2010.02.002>

## *Capítulo III*

---

---

*“Seu lar ficou para trás agora. O mundo está à sua frente”*

*Gandalf o cinzento – O Senhor dos Anéis*

1  
2 **Normas:** <https://www.trjfas.org/static.php?id=4>

3  
4 **Distribuição espacial das comunidades zooplanctônicas em uma plataforma**  
5 **continental da porção oeste do Atlântico Equatorial Brasileiro**

6  
7 Yago Bruno Silveira Nunes<sup>1\*</sup>, Marco Valério Jansen Cutrim<sup>2</sup>, Xiomara Franchesca  
8 Garcia Diaz<sup>1</sup>, Nuno Filipe Alves Correia de Melo<sup>1</sup>

9  
10 <sup>1</sup>Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Programa de Pós-graduação em Aquicultura  
11 e Recursos Aquáticos Tropicais, Belém, PA, Brasil. E-mail: [ybruno3098@gmail.com](mailto:ybruno3098@gmail.com)

12 <sup>2</sup>Universidade Federal do Maranhão – UFMA, Departamento de Oceanografia e Limnologia, São  
13 Luís, MA, Brasil.

14  
15 **Resumo**

16 O zooplâncton é um grupo de organismos que pode auxiliar na compreensão da  
17 qualidade dos ecossistemas aquáticos, pois são responsáveis por transformar a matéria  
18 energética, tornando-os importantes na trofodinâmica aquática. Este estudo analisou as  
19 variações espaciais das comunidades zooplanctônicas em três transectos, ao longo da  
20 Plataforma Continental Maranhense. A amostragem ocorreu em abril de 2019.  
21 Parâmetros abióticos, nutrientes e plâncton foram registrados em cada local de  
22 amostragem. Os resultados encontrados para os parâmetros abióticos mostraram um  
23 padrão bem definido entre as áreas de coleta. A comunidade zooplanctônica foi  
24 representada por 98 táxons, representados principalmente por copépodos, foraminíferos,  
25 poliquetas, moluscos e ovos e larvas de peixes. A análise dos índices ecológicos de  
26 riqueza, equitabilidade e diversidade mostraram que houve diferença na distribuição dos  
27 organismos entre as áreas de estudo. A temperatura e salinidade foram uns dos principais  
28 parâmetros que influenciaram as espécies *Euterpina acutifrons* e *Undinula vulgaris* na  
29 região, de acordo com as análises estatísticas utilizadas neste estudo.

30 **Palavras-chave:** Região tropical, Copépodos, Ecologia do plâncton, Maranhão.

31  
32 **Introdução**

33

34 A plataforma norte do Brasil se estende do mar do Caribe, na América Central ao Rio  
35 Parnaíba, no Brasil. Essa região recebe a vazão de grandes rios, dentre eles o Amazonas  
36 e Orinoco, o que aumenta o transporte de sedimentos (Isaac & Ferrari, 2017). Os  
37 ecossistemas das zonas tropicais apresentam grande diversidade e são sensíveis às  
38 mudanças climáticas globais, bem como aos impactos locais (Oliveira-Santos et al.,  
39 2016).

40 Ao longo do litoral tropical brasileiro podem ser encontrados manguezais, restingas,  
41 dunas, praias e outros ambientes importantes do ponto de vista ecológico, todos  
42 apresentando uma biodiversidade de espécies animais e vegetais adaptados às condições  
43 climáticas e geológicas da costa brasileira (Ramos, 2007; Grama et al., 2011). As regiões  
44 costeiras possuem uma grande dinâmica de energia no ambiente, tendo uma elevada  
45 concentração de organismos pertencentes ao fitoplâncton e zooplâncton (Sousa et al.,  
46 2009).

47 Levando isso em consideração, o plâncton marinho desempenha um papel importante  
48 no funcionamento do ecossistema, ligando os ambientes pelágico e bentônico por meio  
49 da trofodinâmica (Bueno et al., 2017; Lomartire et al., 2021), através da transferência de  
50 energia para os demais níveis tróficos e na remoção de CO<sub>2</sub> da atmosfera, por meio da  
51 sedimentação de compostos de carbono inorgânico e orgânico (Coria-Monter et al.,  
52 2020).

53 Estudos que visem compreender os padrões de distribuição e diversidade dos  
54 organismos planctônicos são importantes, pois auxiliam na identificação do estado  
55 ecológico, na sanidade do ambiente que estão inseridos e na identificação dos  
56 mecanismos pelos quais os impactos do aumento recente da eutrofização são transferidos  
57 através da cadeia alimentar costeira (Porto Neto et al., 1999; Oliveira et al., 2015;  
58 Helenius et al., 2017; Isinibilir et al., 2019; Shi et al., 2020). Assim, uma pesquisa sobre  
59 zooplâncton, juntamente com os parâmetros da água é recomendada com a finalidade de  
60 adotar as iniciativas necessárias para determinar medidas de gestão das águas costeiras  
61 (Abdullahal et al. 2020). Estas informações, associadas a estrutura da comunidade,  
62 permitem um maior conhecimento das interações ecológicas e os aspectos relevantes das  
63 populações zooplânctônicas nas áreas estudadas (Silva et al., 2016).

64 Apesar da plataforma continental maranhense ser uma zona economicamente  
65 importante, em decorrência da exploração pesqueira e intenso tráfego de grandes  
66 embarcações de minério de ferro, estudos que buscam entender o comportamento e  
67 distribuição da comunidade zooplânctônica desse ecossistema ainda são muito escassos,

68 como o de Nunes et al. (2020). Diante disso, o presente estudo visa compreender a  
69 estrutura, distribuição espacial e ecologia das assembleias do zooplâncton e correlacionar  
70 com as condicionantes físico-químicas, a fim de identificar possíveis influências.

71

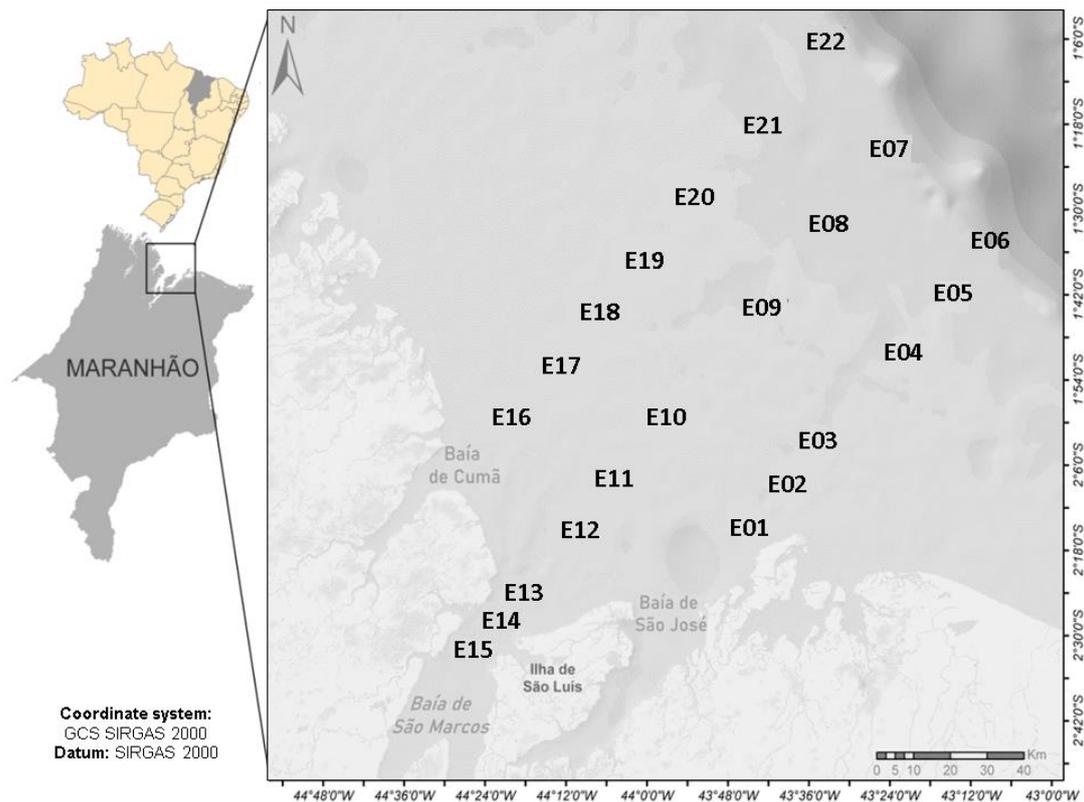
## 72 **Material e Métodos**

### 73 **Descrição da área**

74

75 O litoral maranhense tem aproximadamente 640 km de extensão (El-Robrini et al.,  
76 2015). Enquanto isso, a Plataforma Continental do Maranhão possui quase 55,70 km<sup>2</sup> de  
77 superfície, estando dividida pela foz dos rios Gurupi e Parnaíba, limitada "offshore" pela  
78 isóbata de 80 m (Gualberto & El-Robrini, 2005). As amplitudes de marés estão entre as  
79 maiores do litoral brasileiro (Coutinho & Morais, 1976). O clima local é bem distinto e  
80 dividido em dois períodos sazonais, o período chuvoso em São Luís, compreende os  
81 meses de janeiro a junho, enquanto a época da estiagem equivale aos meses de julho a  
82 dezembro (Azevedo et al., 2008).

83 O estudo foi desenvolvido em expedição oceanográfica no mês de abril de 2019, ao  
84 longo de 22 estações amostrais na Plataforma Continental Maranhense (PCM), onde  
85 foram demarcadas três áreas, Área I (São José), Área II (São Marcos) e Área III (Cumã),  
86 cada região possui, respectivamente, 6 estações, 9 estações e 7 estações (Figura 1). As  
87 coletas partiram das porções continentais em direção à região oceânica até a isóbata de  
88 70 m.



89

90 **Figura 1.** Localização geográfica dos pontos amostrais ao longo da Plataforma  
 91 Continental Maranhense.

92

93 Gualberto e El-Robrini (2005) dividem a Plataforma Continental do Maranhão em três,  
 94 sendo elas a Interna, que é limitada pela isóbata de 40 m, seguida da porção Média  
 95 compreendendo uma área com maior inclinação, está situada entre as isóbatas de 40 e  
 96 60m, sendo marcada por uma série de feições erosivas, por fim, a Plataforma Continental  
 97 Externa está compartimentada entre a isóbata de 60 e 80m.

98

### 99 **Amostragem abiótica e biológica**

100

101 As amostras de água para análise dos parâmetros físico e químicos foram coletadas na  
 102 subsuperfície da coluna d'água (0,5 m). Em cada ponto amostral foi realizado uma  
 103 perfilagem vertical com um YSI Castway CTD (Conductivity, Temperature and Depth)  
 104 para a obtenção de dados de profundidade, temperatura, salinidade, condutividade e  
 105 densidade da água do mar. Estimativas de transparência da água foram obtidos com o  
 106 emprego de disco de Secchi. Oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos (STD) e pH  
 107 foram mensurados através da sonda multiparamétrica (Hanna – Modelo HI9828). Em

108 laboratório foram determinados o material particulado em suspensão (MPS) e turbidez  
109 com o auxílio do turbidímetro.

110 Para a análise de nutrientes, 2 litros de água foram coletados na camada superficial (50  
111 cm de profundidade) usando uma garrafa Van Dorn. A quantificação do Nitrogênio  
112 inorgânico dissolvido - DIN ( $\text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$ ), do fosforo inorgânico dissolvido -  
113 DIP ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e do fósforo total (TP) seguiram a metodologia descrita em "Métodos padrão  
114 para água e esgoto" (APHA, 2012). O nitrogênio total (TN) e o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) foram  
115 determinados usando a metodologia descrita por Koroleff (1983). A determinação do  
116 nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e do íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) foi baseada no método de Strickland e Parsons  
117 (1972), já o silicato ( $\text{SiO}_2^-$ ) foi descrito por Grasshoff et al. (1983).

118 Para os estudos qualitativos e quantitativos do zooplâncton foram utilizadas redes de  
119 plâncton cônico-cilíndricas com malha de 120  $\mu\text{m}$ . As amostras foram obtidas através de  
120 arrastos horizontais na subsuperfície da coluna d'água com duração de 30 minutos em  
121 cada ponto. O material coletado foi acondicionado em frascos de 200 mL, contendo  
122 formol a 4%. Por fim, transportados para o laboratório de ecologia aquática da  
123 Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA). Para cada amostra, retirou-se uma  
124 alíquota de 10 mL para a contagem dos indivíduos em placa de Bogorov, posteriormente,  
125 foram levados para o microscópio estereoscópio binocular da marca Zeiss. Com relação  
126 ao enquadramento taxonômico foi utilizado os sistemas de classificação descritos por  
127 Bonecker (2006), Boltovskoy (1999) e Bradford-Grieve et al. (1999).

128

### 129 **Tratamento numérico e estatístico**

130

131 A análise da densidade foi calculada pela fórmula  $D = N / V$ , onde N é o número de  
132 organismos nas subamostras e V é o volume de água filtrada. O volume de água filtrada  
133 (usando um fluxômetro Marca General Oceanic) foi obtida com a fórmula  $V = a \times n \times c$ ,  
134 onde "a" é a área da boca da rede, "n" é a variação do número de rotação do medidor de  
135 vazão e "c" é o fator de calibração (0.3). O resultado foi representado em  $\text{org}/\text{m}^3$ .

136 A biomassa úmida foi amostrada utilizando a metodologia de Omari e Ikeda (1984).  
137 Cada amostra foi filtrada utilizando uma peneira de malha inferior a 120  $\mu\text{m}$ ,  
138 posteriormente, foram pesadas numa balança de precisão junto com o filtro. Os filtros  
139 foram pesados previamente. A biomassa foi calculada através da formula:  $B = ((\text{Pf} + \text{Pa})$   
140  $- \text{Pf}) / V$ , onde "B" é a biomassa em  $\text{g}/\text{m}^3$ , Pf é o peso do filtro (g), Pa peso da amostra  
141 (g) e o V é o volume filtrado ( $\text{m}^3$ ).

142 O índice de constância foi descrito por Dajoz (1983), onde os organismos eram  
143 considerados "Constante" quando o zooplâncton tinha registro em mais de 50% das  
144 amostras, "Acessório" quando foi encontrado em 25 - 50% das amostras e "Acidental"  
145 quando foi registrado em menos de 25% das amostras. A análise dos índices ecológicos  
146 para a comunidade do zooplâncton foi calculada por meio do programa PAST3. A  
147 diversidade foi determinada de acordo com Shannon-Wiener (1963), a riqueza  
148 específica utilizada foi proposta por Margalef (1958), por fim, foi calculado o índice de  
149 Equitabilidade de Pielou (1966).

150 O método do valor do indicador (IndVal) foi usado para identificar os grupos  
151 zooplanctônicos indicadores. IndVal foi calculado com base na densidade do zooplâncton  
152 em relação às áreas de coleta e expressos como o produto da especificidade e fidelidade.  
153 Portanto, organismos indicadores com IndVal > 50% foram considerados, em nosso  
154 estudo, como potencial indicador do zooplâncton (Dufrene & Legendre, 1997; Fortunato  
155 et al., 2013)

156 Para avaliar possíveis alterações na estrutura do zooplâncton que indicassem possíveis  
157 impactos ambientais, foi aplicado o método de comparação gráfica das Curvas de  
158 Abundância e Biomassa (ABC) expressos pela estatística (W). O método descrito por  
159 Warwick (1986), representa uma ampliação das curvas de k-dominância, onde a  
160 inclinação da curva cumulativa indica o nível de perturbação e é correlacionado com a  
161 diversidade. No caso do índice ABC, a dominância da curva da abundância sobre a curva  
162 da biomassa indica que o ambiente está perturbado, a similaridade entre as curvas,  
163 representa um ambiente moderadamente perturbado, e a dominância da biomassa indica  
164 que o ambiente não possui estresse (Clarke & Warwick, 2001).

165 Para testar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados foi utilizado o  
166 teste de Shapiro-Wilk. A análise de variância Two-Way ANOVA foi aplicada com os  
167 dados normais, para a variável que não atendeu o pressuposto da ANOVA foi aplicado o  
168 teste de Kruskal-Wallis, sendo determinada as diferenças significativas com  $P < 0,05$ .  
169 Para evidenciar e hierarquizar os fatores responsáveis pela variância dos dados,  
170 ocorrência do zooplâncton e parâmetros hidrológicos, utilizou-se a análises de  
171 componentes principais (ACP) por meio de correlação linear momento-produto de  
172 Pearson. A matriz de similaridade foi baseada na distância Bray-Curtis e a escala  
173 multidimensional não métrica (nMDS) foram aplicadas para determinar a similaridade  
174 dos pontos amostrais em relação a densidade das espécies, os dados foram transformados  
175 para raiz quadrada. Para testar a significância dos grupos foi utilizada o teste de Perfil de

176 Similaridade (SIMPROF). A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi aplicada  
177 com o intuito de correlacionar as variáveis ambientais com as espécies dominantes. As  
178 análises estatísticas foram executadas nos programas Past 3.14, STATISTIC 10.0 e  
179 PRIMER (version 6.0).

180

## 181 **Resultados**

### 182 **Parâmetros ambientais da plataforma**

183

184 As características físico-químicas das variáveis estudadas estão resumidas na Tabela  
185 1. Em relação a distribuição espacial por área, todas as variáveis apresentaram diferenças  
186 significativas conforme a análise de variância Two-Way ANOVA, com exceção da  
187 temperatura, que não apresentou variação em nenhum teste estatístico.

188 **Tabela 1.** Média e desvio padrão das variáveis ambientais e nutrientes medidas na Plataforma Continental Maranhense.

Variáveis	Unit.	AREA I	AREA II	AREA III	F	P
Temperatura	°C	28,38 ± 0,42	28,67 ± 0,36	28,03 ± 2,1	6685	0,8338
Salinidade	-	33,59 ± 1,05	26,93 ± 7,26	31,18 ± 4,4	453,4	3,98E-24
pH	-	8,28 ± 0,55	8,30 ± 0,37	8,49 ± 0,15	1121	6,38E-32
ATM	-	279,01 ± 60,37	570,92 ± 539,5	1120,24 ± 600,08	26,85	5,88E-06
OD	mg/L <sup>-1</sup>	2,66 ± 1,91	3,77 ± 1,72	5,52 ± 0,97	18,99	8,29E-05
Saturação	%	28,38 ± 13,54	49,45 ± 26,39	80,85 ± 8,24	72,33	1,66E-10
STD	mg/L <sup>-1</sup>	25,49 ± 0,7	20,72 ± 5,17	24,51 ± 2,94	462,2	1,38E-23
Condutividade	mS/cm	51,11 ± 1,63	41,65 ± 10,2	47,91 ± 6,09	571,6	4,42E-26
Secchi	m	10,48 ± 5,42	7,74 ± 8,73	12,75 ± 9,08	19,23	7,61E-05
NT	µmol/L <sup>-1</sup>	106,24 ± 21,96	80,99 ± 20,41	80,36 ± 19,48	278,6	3,79E-20
NH <sub>4</sub>	µmol/L <sup>-1</sup>	14,76 ± 4,41	20,06 ± 3,18	20,38 ± 3,08	307,5	6,18E-21
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	µmol/L <sup>-1</sup>	0,71 ± 0,12	0,97 ± 0,21	0,99 ± 0,22	41,88	8,33E-08
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	µmol/L <sup>-1</sup>	0,06 ± 0,03	0,06 ± 0,02	0,09 ± 0,03	138	7,44E-15
PT	µmol/L <sup>-1</sup>	3,35 ± 1,15	3,93 ± 1,5	4,44 ± 2,04	22,24	2,66E-05
PID	µmol/L <sup>-1</sup>	0,17 ± 0,07	0,11 ± 0,06	0,25 ± 0,14	121,9	5,39E-14
SiO <sub>4</sub>	µmol/L <sup>-1</sup>	0,87 ± 0,1	1,07 ± 0,28	0,86 ± 0,17	39,02	1,76E-07
NID	µmol/L <sup>-1</sup>	15,54 ± 4,46	21,11 ± 3,13	21,47 ± 3,02	336	1,18E-21

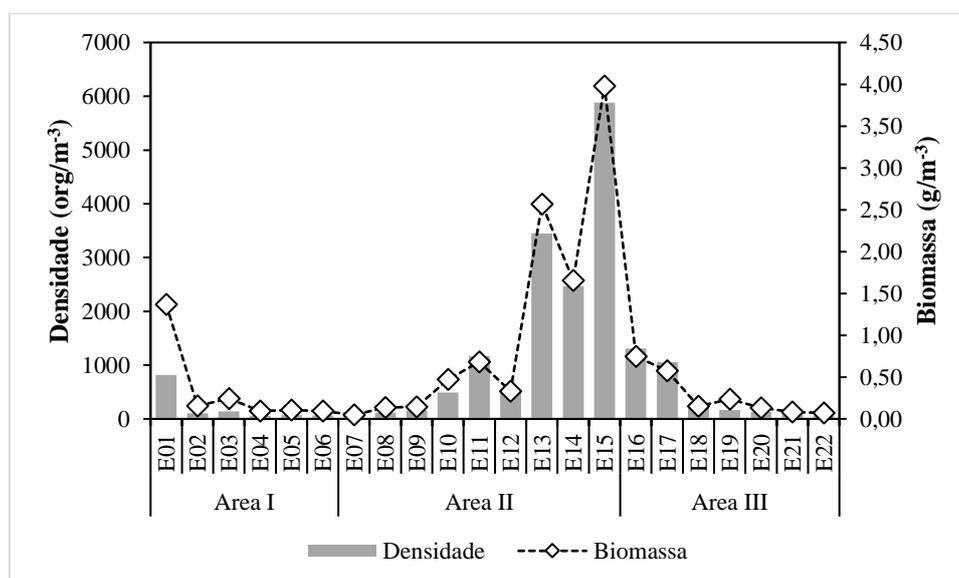
## 190 Comunidade zooplanctônica da plataforma

191

192 A comunidade zooplanctônica da Plataforma Continental Maranhense esteve  
 193 representada por 98 táxons, sendo distribuídos, principalmente, por Cnidaria (5,62%),  
 194 Chordata (5,62%), Decápoda (6,74%), Crustacea (7,87%), Chaetognata (7,87%) e  
 195 Copepoda (49,44%). Os táxons *Agalma* sp., *Oikopleura dioica*, Penaeidae, Euphausiacea,  
 196 *Sagitta bipunctata*, Nauplios de Copepoda e *Oithona ovalis* se destacam entre as mais  
 197 representativas de cada grupo. O zooplâncton teve uma baixa constância no estudo, sendo  
 198 28,57% enquadrados na categoria constantes, 33,67% como acessórios e 37,76%  
 199 acidentais.

200 Em termos de densidade (Figura 2), percebe-se que a Plataforma Continental  
 201 Maranhense apresentou a maior densidade nas estações E15, com 5.884 org/m<sup>-3</sup> e E13,  
 202 onde foi registrado 3.450 org/m<sup>-3</sup>. Ambos os pontos estão situados no interior da baía de  
 203 São Marcos. A densidade dos organismos zooplanctônicos na plataforma foi  
 204 extremamente alta na área II. A densidade apresentou variações espaciais ( $P = 0,0079$ ;  $F$   
 205  $= 7,76$  two-way ANOVA). Enquanto isso, a soma das densidades por área foi igual a  
 206 1.255,60 org/m<sup>-3</sup> (Área I), 14.298,23 org/m<sup>-3</sup> (Área II) e 3.071,46 org/m<sup>-3</sup> (Área III).

207 A biomassa calculada mostrou que a área II foi mais representativa com 3,98 g/m<sup>-3</sup> e  
 208 2,57 g/m<sup>-3</sup>. A biomassa do zooplanctônicos na plataforma também se destacou na área I.  
 209 As 03 regiões iniciaram seu transecto da área mais interna, isto é próximo à costa, dessa  
 210 forma, apresenta uma carga de matéria orgânica muito grande o que pode ter influenciado  
 211 no resultado. Por fim, essa análise apresentou variações entre as áreas ( $P = 4,48E-06$ ;  $F$   
 212  $= 27,72$  two-way ANOVA).



213

214 **Figura 2.** Densidade e Biomassa dos organismos zooplancônicos da Plataforma  
215 Continental Maranhense.

216

### 217 **Resultados numéricos e estatísticos**

218

219 Os índices ecológicos (Tabela 2) mostram que, ao longo do período de estudo, a  
220 diversidade e riqueza máxima foram maiores na Área II, sendo os valores respectivamente  
221 de 3,32 bits/idn<sup>-1</sup> e 6,49 bits/idn<sup>-1</sup>. Por fim, a equitabilidade foi maior na Área III com  
222 0,90. De acordo com a two-way ANOVA, os índices ecológicos apresentaram variação  
223 significativa.

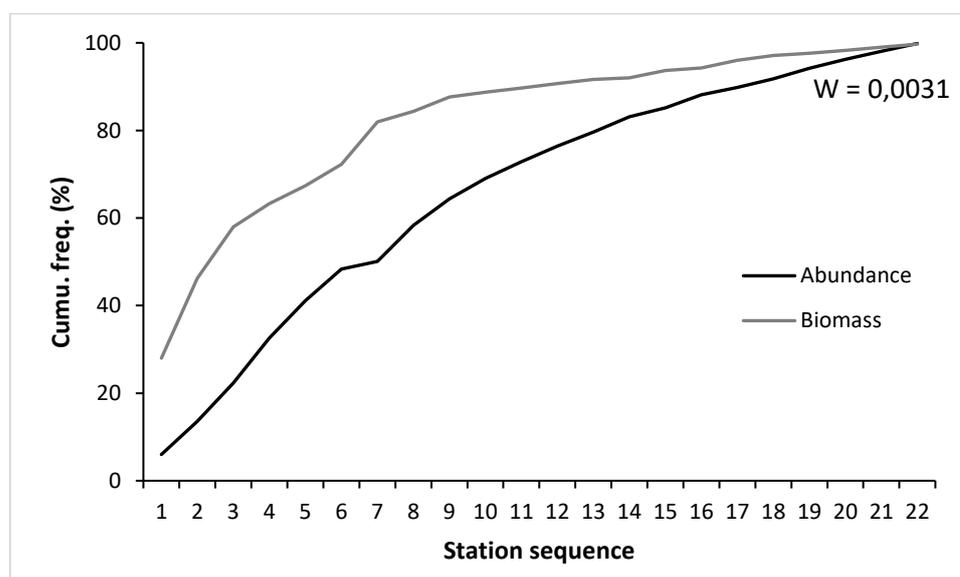
224

225 **Tabela 2.** Índices ecológicos dos organismos zooplancônicos da Plataforma Continental  
226 Maranhense.

ÍNDICES ECOLÓGICOS	AREA I			AREA II			AREA III			F	P
	MÁX	MÍN	MÉDIA	MÁX	MÍN	MÉDIA	MÁX	MÍN	MÉDIA		
Diversidade (bits/idn <sup>-1</sup> )	3.06	2.60	2.79 ± 0.16	3.32	2.82	3.12 ± 0.15	3.32	2.78	3.01 ± 0.20	29.4	2.68E-06
Riqueza (bits/idn <sup>-1</sup> )	6.07	3.71	5.12 ± 0.8	6.50	3.78	5.26 ± 0.76	5.65	4.64	5.13 ± 0.29	191.6	3.01E-17
Equitabilidade	0.85	0.75	0.80 ± 0.03	0.87	0.83	0.85 ± 0.01	0.90	0.79	0.83 ± 0.04	52.2	6.90E-09

227

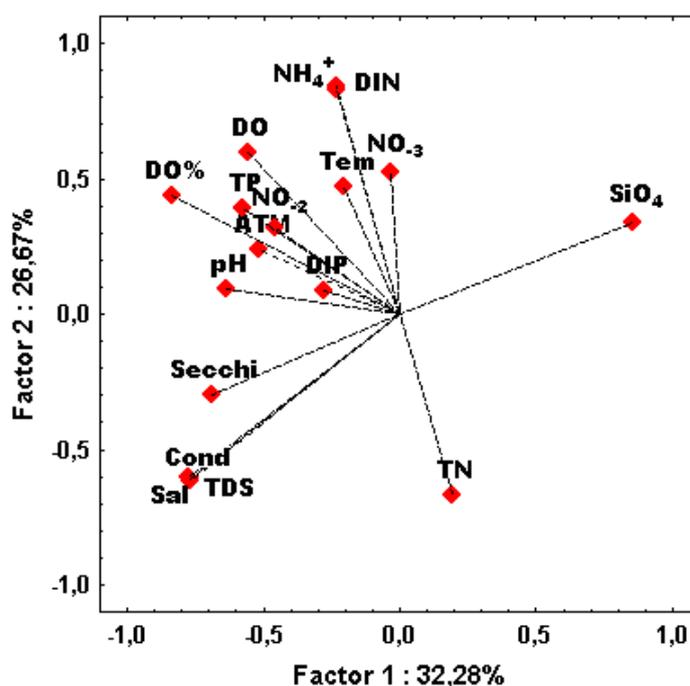
228 As curvas de dominância cumulativa de abundância e biomassa (ABC) estimadas para  
229 a Plataforma continental maranhense (Figura 3), demonstraram que o ambiente marinho  
230 se encontra pouco estressado. Este resultado é confirmado pela estatística W que revelou  
231 valor igual a  $W = 0,0031$ .



233 **Figura 3.** Método ABC aplicado no zooplâncton da Plataforma Continental Maranhense.

234

235 Os resultados da Análise das Correspondentes Principais (ACP) explicaram 58,29%  
 236 da variância total para as amostras dos físico-químicos coletadas, com a soma dos fatores  
 237 1 = 34,11% e fator 2 = 24,18% (Figura 4), onde os parâmetros abióticos permaneceram  
 238 bem definidos.



239

240 **Figura 4.** Análise dos principais componentes da comunidade zooplanctônica e fatores  
 241 ambientais da Plataforma Continental Maranhense.

242 Note: DO - Oxigênio dissolvido; DO% - Oxigênio saturado; PT – Fosforo total; TN –  
 243 Nitrogênio total; DIN – Nitrogênio inorgânico dissolvido; DIP – Fosforo inorgânico  
 244 dissolvido; ATM – Pressão atmosférica; TDS – Sólidos totais dissolvidos; Sal –  
 245 Salinidade; Cond – Condutividade; Temp – Temperatura.

246

247 O fator 1 (Tabela 3) mostrou que o silicato (0,85) correlacionou inversamente com o  
 248 pH (-0,63), Secchi (-0,69), salinidade (-0,77), condutividade (-0,77), fósforo total (-0,57),  
 249 pressão atmosférica (-0,51), oxigênio dissolvido (-0,83), sólidos totais dissolvidos (-  
 250 0,76), oxigênio saturado (-0,83).

251

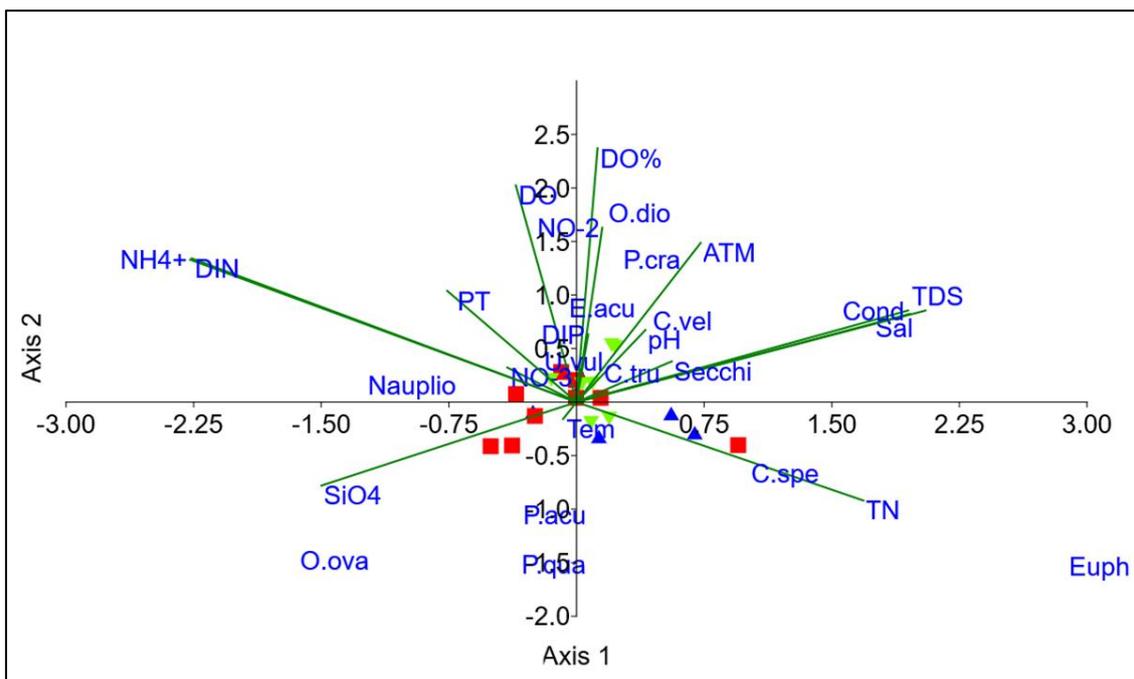
252 **Tabela 3.** Relação dos eixos da Análise das correspondentes principais.

Variáveis	Factor 1	Factor 2
Temp	-0.204098	0.469228
Sal	<b>-0.770746</b>	<b>-0.611408</b>
pH	<b>-0.637514</b>	0.091390
DO	<b>-0.557153</b>	<b>0.595551</b>
DO (%)	<b>-0.837430</b>	0.440585
TDS	<b>-0.767534</b>	<b>-0.615875</b>
Cond	<b>-0.776780</b>	<b>-0.604677</b>
Secchi	<b>-0.691888</b>	-0.295614
ATM	<b>-0.515070</b>	0.237671
TN	0.189705	<b>-0.664986</b>
NH <sub>3</sub>	-0.232182	<b>0.829587</b>
NO <sub>3</sub>	-0.032162	<b>0.522059</b>
NO <sub>2</sub>	-0.456591	0.321680
TP	<b>-0.576222</b>	0.393429
DIP	-0.281441	0.086535
SiO <sub>4</sub>	<b>0.855691</b>	0.337529
DIN	-0.232798	<b>0.843173</b>

253 Note: DO - Oxigênio dissolvido; DO% - Oxigênio saturado; PT – Fosforo total; TN –  
 254 Nitrogênio total; DIN – Nitrogênio inorgânico dissolvido; DIP – Fosforo inorgânico  
 255 dissolvido; ATM – Pressão atmosférica; TDS – Sólidos totais dissolvidos; Sal –  
 256 Salinidade; Cond – Condutividade; Temp – Temperatura.

257

258 Em geral, a Análise das Correspondentes Canônica (CCA) explicou 59,18% da relação  
 259 do ambiente com a distribuição dos grupos zooplancônicos selecionados pelo IndVal na  
 260 região da Plataforma continental maranhense (Figura 5). A significância da CCA foi de  
 261  $p = 0,03$ ; Eigenval = 0,104. O eixo 1 da CCA explicou 39,8% da relação entre Secchi,  
 262 salinidade, condutividade, sólidos totais dissolvidos, saturação do oxigênio, pH, pressão  
 263 atmosférica, nitrito, nitrogênio total e DIP, influenciando positivamente as espécies  
 264 *Centropages velificatus*, *Undinula vulgaris*, Euphausiacea, *Candacia truncata*,  
 265 *Corycaeus speciosus*, *Parvocalanus crassirostris* e *Oikopleura dioica*. Por isso, estão  
 266 mais sujeitos a esses fatores ambientais. O eixo 2 foi menos representativo com 19,3% da  
 267 relação; assim, a temperatura, oxigênio dissolvido, nitrato, fósforo total, íon amônio, DIN  
 268 e silicato, pode influenciar a distribuição espacial da *Euterpina acutifrons*, *Paracalanus*  
 269 *aculeatus*, *Paracalanus quasimodo*, Náuplios, *Oithona ovalis*, na área de estudo.



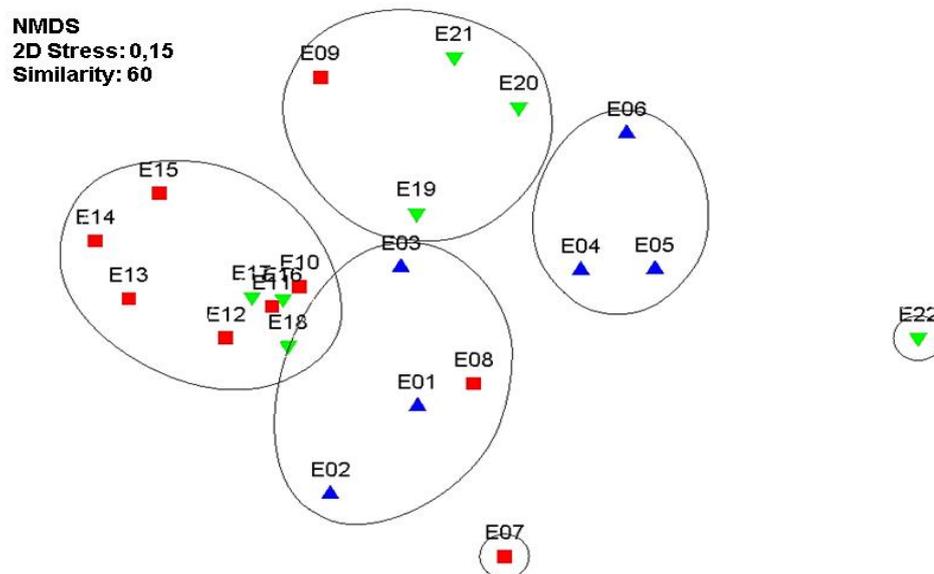
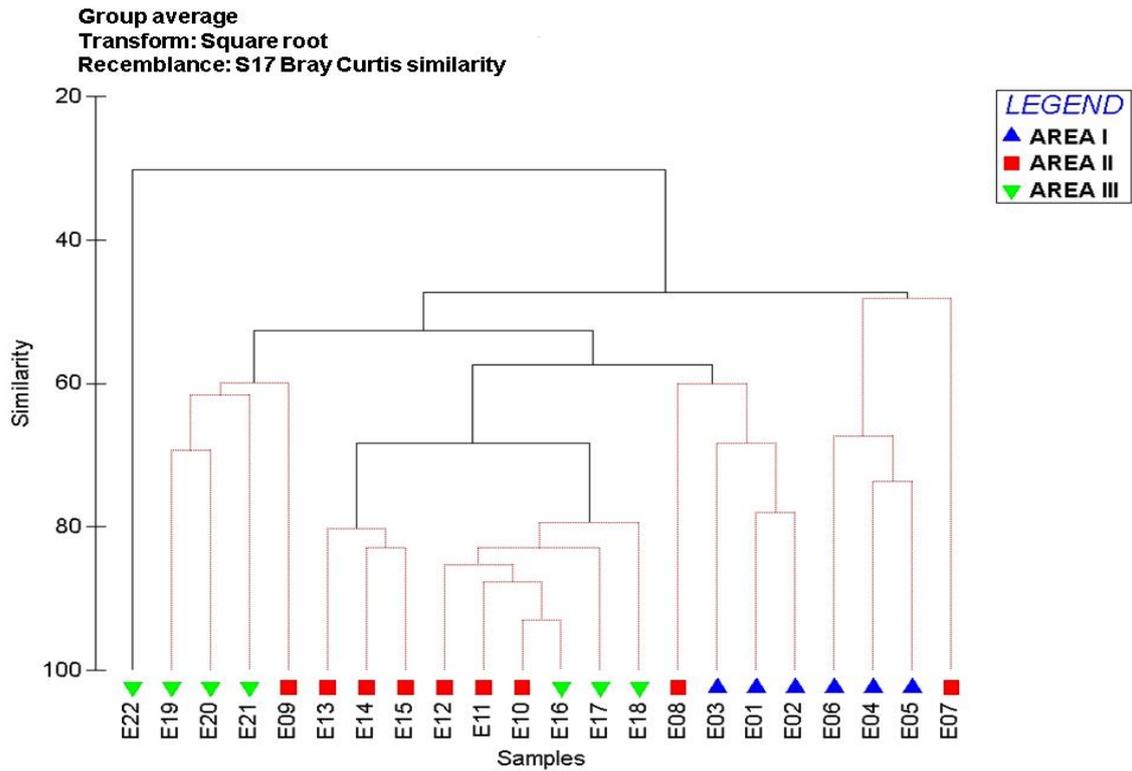
270

271 **Figura 5.** Análise das Correspondentes Canônica (CCA), relação dos parâmetros bióticos  
 272 e abiótico da Plataforma Continental Maranhense.

273 Note: DO - Oxigênio dissolvido; DO% - Oxigênio saturado; PT – Fosforo total; TN –  
 274 Nitrogênio total; DIN – Nitrogênio inorgânico dissolvido; DIP – Fosforo inorgânico  
 275 dissolvido; ATM – Pressão atmosférica; TDS – Sólidos totais dissolvidos; Sal –  
 276 Salinidade; Cond – Condutividade; Temp – Temperatura. C.vel – *Centropages*  
 277 *velificatus*; E.acu – *Euterpina acutifrons*; P.acu – *Paracalanus aculeatus*; P.qua –  
 278 *Paracalanus quasimodo*; U.vul – *Undinula vulgaris*; Euph – Euphausiacea; C.tru –  
 279 *Candacia truncata*; C.spe – *Corycaeus speciosus*; O.ova – *Oithona ovalis*; P.cra –  
 280 *Parvocalanus crassirostris*; O.dio – *Oikopleura dioica*.

281

282 Os métodos de classificação hierárquicos de Cluster mostraram que a região da  
 283 Plataforma apresentou dois grandes agrupamentos (Figura 6). O primeiro grupo está  
 284 representado pelos pontos da AREA I e uma estação isolada (E08). Enquanto isso, o  
 285 segundo grupo apresentou a maior similaridade, com destaque as estações E10 e E16. Os  
 286 resultados obtidos através das espécies bioindicadoras selecionadas pelo IndVal, foram  
 287 evidenciados pelo NMDS. O nível de stress foi de 0,15, o que torna a análise aplicável  
 288 para definir os agrupamentos conforme a abundância do zooplâncton.



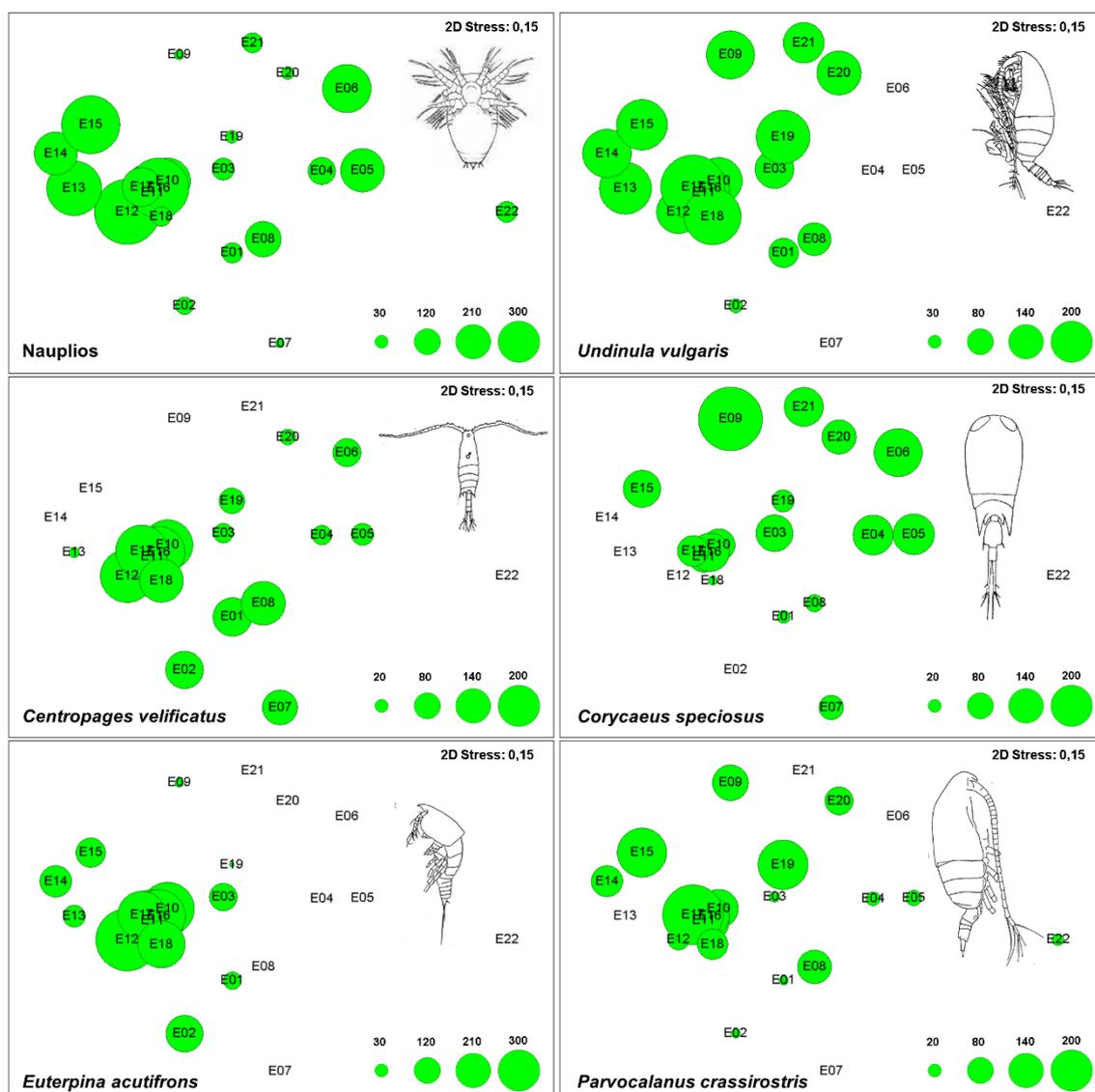
289

290 **Figure 6.** Métodos de classificação hierárquicos de Cluster e escala multidimensional não  
291 métrica da comunidade zooplancônica da Plataforma Continental Maranhense.

292

293 A variação da densidade das espécies indicadoras (Figura 7) por áreas mostrou que os  
294 Nauplios e *U. vulgaris* estão bem definidos espacialmente, ou seja, possuem registro em

295 quase todos os pontos de coleta. Enquanto isso, *C. velificatus* e *C. speciosus* estão mais  
 296 presentes nas regiões mais oceânicas, por fim, a *E. cutifrons* e *P. crassirostris*  
 297 demonstraram preferências pelas águas mais costeiras (Figura 7).



298  
 299 **Figure 7.** Bubbles das principais espécies zooplânctônicas da Plataforma Continental  
 300 Maranhense, sobrepostos na Escala multidimensional não métrica (NMDS).

301

### 302 **Bioindicadores da Plataforma Continental Maranhense**

303

304 Dos 98 táxons usados para determinar as assembleias do zooplâncton por análise de  
 305 agrupamento, 28 táxons apresentaram valor indicador significativo (IndVal) com  
 306 resultados superiores a 50% (Tabela 4). Esses táxons representam as espécies  
 307 bioindicadoras da comunidade zooplânctônica na Plataforma Continental Maranhense,  
 308 devido à sua alta abundância e ocorrência, enquanto isso, poderiam caracterizar cada

309 grupo servindo como indicadores para esse estudo. Assim, a plataforma continental foi  
 310 caracterizada pelo predomínio de copépodos ao longo das três áreas, onde os táxons  
 311 Nauplios (100%), *Oithona ovalis* (81,82%), *Candacia truncata* (81,82%), *Parvocalanus*  
 312 *crassirostris* (81,82%), *Undinula vulgaris* (77,27%), *Paracalanus aculeatus* (77,27%),  
 313 *Centropages velificatus* (77,27%) e *Corycaeus speciosus* (77,27%). Em contrapartida, os  
 314 táxons *Oikopleura dioica* (86,36%; Áreas I e III) e Euphausiacea (72,73%; Áreas I e II)  
 315 também se destacaram como organismos bioindicadores, porém de algumas áreas  
 316 específicas.

317

318 **Tabela 4.** Valor do indicador (IndVal) da comunidade zooplanctônica da Plataforma  
 319 Continental Maranhense (porção oeste do Atlântico Equatorial Brasileiro).

Groups/species	IndVal (%)	MEAN	SD	F	p (<0.05)
Copepoda Nauplio	100	69.10	145.80	24.38	<b>1.30E-05</b>
<i>Oikopleura dioica</i>	86.36	7.63	3.89	5.63	<b>0.0223</b>
<i>Oithona ovalis</i>	81.82	44.58	95.60	4.16	<b>0.04779</b>
<i>Candacia truncata</i>	81.82	19.31	32.66	5.86	<b>0.01986</b>
<i>Parvocalanus crassirostris</i>	81.82	26.61	66.57	2.86	0.09819
<i>Undinula vulgaris</i>	77.27	43.44	75.27	6.35	<b>0.01563</b>
<i>Paracalanus aculeatus</i>	77.27	42.24	89.40	4.25	<b>0.0456</b>
<i>Centropages velificatus</i>	77.27	16.82	24.82	7.44	<b>0.009287</b>
<i>Corycaeus speciosus</i>	77.27	8.17	11.21	6.23	<b>0.01654</b>
Euphausiacea	72.73	14.94	28.85	4.19	<b>0.04692</b>
Bivalvia	68.18	1.51	2.16	1.16	0.2868
<i>Paracalanus quasimodo</i>	68.18	44.46	93.10	4.36	<b>0.04296</b>
<i>Oithona nana</i>	68.18	26.03	56.01	3.85	0.05633
<i>Sagitta bipunctata</i>	63.64	4.16	6.71	2.05	0.1597
Copepodito	63.64	13.41	15.91	10.68	<b>0.00216</b>
<i>Candacia varicans</i>	63.64	8.30	11.61	6.06	<b>0.01803</b>
<i>Limacina</i> sp.	63.64	1.80	4.41	0.06	0.8067
<i>Oikopleura longicauda</i>	63.64	1.90	3.89	0.03	0.8704
<i>Euterpina acutifrons</i>	63.64	32.88	44.56	10.05	<b>0.002843</b>
<i>Nanocalanus minor</i>	59.09	20.48	40.35	4.38	<b>0.04241</b>
<i>Pseudevadne tergestina</i>	54.55	9.14	21.70	2.24	0.1416
<i>Creseis acicula</i>	54.55	3.19	9.28	0.32	0.5753
Ovos de peixe	54.55	0.61	1.25	20.22	<b>5.37E-05</b>
<i>Labidocera fluviatilis</i>	54.55	5.20	12.06	1.43	0.239
<i>Oithona setigera</i>	54.55	6.07	11.70	2.47	0.1232
<i>Oncaea media</i>	54.55	6.27	19.42	0.99	0.3252
Penaeidae	54.55	0.87	1.48	10.44	<b>0.002394</b>
<i>Oncaea venustra</i>	54.55	9.84	27.34	1.70	0.1989

320

321 **Discussão**322 **Estrutura das variáveis ambientais**

323

324 As oscilações de temperatura próxima a plataforma continental são baixas e sem muita  
325 variação, com valores que podem variar entre 27 °C e 28 °C (Nunes, 2005). Essa  
326 informação, corrobora com Santos et al. (2012), que demonstraram que, na Plataforma  
327 Continental do Amazonas, não ocorre grandes variações na temperatura superficial.  
328 Dessa forma, a temperatura não foi significativa ( $P = 0,8338$ ) nessa pesquisa. Segundo os  
329 estudos feitos por Magalhães et al. (2009), os parâmetros abióticos para as regiões  
330 costeiras geralmente não são significativos ( $P > 0,05$ ).

331 A variação da salinidade entre as áreas foi muito significativa ( $P < 0,05$ ), uma vez que,  
332 provavelmente foram influenciadas pelos regimes de chuvas nas regiões, visto que quanto  
333 maior a precipitação, menores tendem a ser as taxas de salinidade ambiental (Santos et  
334 al., 2020). O transporte da massa de água fluvial pode ser outro fator que influencia na  
335 variação da salinidade, principalmente, durante o período de máxima descarga (Silva et  
336 al., 2016).

337 É notório que o litoral maranhense possui diversos rios substanciais, principalmente  
338 na Baía Arraial e de São Marcos (El-Robrini et al., 2015), podendo influenciar alguns  
339 pontos próximos das Área I e Área II respectivamente. Esses fatores podem interferir na  
340 transparência da água e conseqüentemente a vida marinha da região (Azevedo et al.,  
341 2008). A deposição de matéria orgânica, segundo Silva et al. (2016), pode afetar o  
342 processo respiratório dos organismos, pois a decomposição da matéria orgânica também  
343 consome e compete pelo oxigênio presente no meio ambiente, o que pode causar a morte  
344 de alguns animais por asfixia (Hébert et al., 2016).

345 O oxigênio dissolvido nos ecossistemas aquáticos apresenta uma correlação inversa  
346 com a temperatura e salinidade, em outras palavras, a solubilidade do oxigênio aumenta  
347 à medida que a salinidade e a temperatura diminuem (Cutrim et al., 2019). Dessa forma,  
348 em Cumã (área III) tivemos concentração de 8,53. Tal realidade pode corroborar para  
349 justificar a razão da baixa concentração de OD na Plataforma Continental, que variou de  
350 0,58 na parte mais externa até 7,25 mg/L<sup>-1</sup> nas porções mais internas. Enquanto isso,  
351 Santos et al. (2012), encontrou resultados similares na Plataforma Continental  
352 Amazônica.

353 A geomorfologia da zona costeira maranhense favorece uma grande amplitude de  
354 marés semi-diurnas podendo variar de 3,3 até 7,2 m (El-Robrini et al., 2015). Desse modo,  
355 segundo Azevedo et al. (2008), as hipermarés possuem a capacidade de interferir na  
356 distribuição das comunidades planctônicas no ambiente.

357

### 358 **Estrutura da comunidade zooplanctônica**

359

360 Na Plataforma, os copépodos representaram 49,44% da composição zooplanctônica.  
361 Neumann-Leitão et al. (2018), subdivide as espécies de copépodo do Litoral Norte  
362 brasileiro (Amapá, Pará e Maranhão) em oceânicas, sendo elas, *C. furcatus*,  
363 *Nannocalanus minor*, *O. plumifera*, *C. speciosus*, *O. media* e *F. gracilis*, enquanto isso,  
364 os organismos mais oceânico-costeiro são, *C. furcatus*, *Parvocalanus crassirostris*, *O.*  
365 *hebes* e *Euterpina acutifrons*, tais informações confirmam o que foi encontrado nessa  
366 pesquisa, tendo espécies similares.

367 A presença de decápodes na plataforma, representou 6,74% de todo zooplâncton, além  
368 disso, o decápode holoplanctônico *Belzebub faxoni*, Penaeidae e Brachyura (zoea) foram  
369 considerados constantes e acessórias. Desse modo, Santana et al. (2020), destaca a  
370 importância dos ambientes costeiros e de plataforma como principais fontes de decápodes  
371 planctônicos para ecossistemas pelágicos do Atlântico tropical. Os Brachyura (zoea)  
372 terem sido caracterizadas como acessórias, podem indicar a dispersão e recrutamento de  
373 crustáceos decápodes, com valor comercial para os pescadores locais. Impactos nesta  
374 região, podem afetar as comunidades zooplanctônicas, através da deficiência no  
375 recrutamento desses indivíduos em seu estágio larval e, conseqüentemente um  
376 desequilíbrio ecológico na região costeira adjacente, com diminuição dos estoques  
377 pesqueiros. (Falcão et al., 2007; Hirose et al., 2015). A presença desses indivíduos mostra  
378 a importância do meroplâncton na área de estudo.

379 A salinidade possibilita interferir em alguns grupos do zooplâncton, como é o caso dos  
380 moluscos bivalves, principalmente em sua fase larval, visto que influencia no seu  
381 processo fisiológico, determinando a capacidade alimentar, a sobrevivência e a  
382 capacidade de selecionar locais de fixação (Moraes et al., 2015). Além disso, na idade  
383 adulta, variações de salinidade, podem afetar a reprodução, uma vez que esse grupo sofre  
384 estresse com tais variações, podendo causar desova parcial ou total para os bivalves.

385 A diversidade e a biomassa do zooplâncton são essenciais para o funcionamento dos  
386 ecossistemas marinhos, pois através de mudanças nessa relação é possível aferir a

387 produtividade dos níveis tróficos mais elevados, observando a produção secundária e  
388 consequentemente sua eficiência na transferência de energia (Venello et al., 2021). Os  
389 copépodos são um grupo planctônico importante e representam a maior parte da biomassa  
390 total e diversidade nos ecossistemas marinhos pelágicos (Kozak et al., 2018), graças às  
391 suas adaptações corporais.

392 A composição de espécies do zooplâncton varia de acordo com diversos fatores, dentre  
393 os quais, o clima se destaca, principalmente para regiões oceânicas (Pessoa et al., 2009),  
394 tornando esses ambientes mais equilibrados se comparado com áreas costeiras. A região  
395 da plataforma apresentou diversidade de organismos dentro do esperada, tendo em vista,  
396 que de acordo com os estudos de Shannon-Wiener (1963), valores acima de 3 bits.ind<sup>-1</sup>  
397 altos, e abaixo de 1 bits.ind<sup>-1</sup>, baixos.

398 Tendo isso como base, as variáveis ambientais Secchi, salinidade, condutividade,  
399 STD, OD, pH, ATM e alguns nutrientes (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, TN e DIP), influenciaram  
400 significativamente na estrutura da comunidade do zooplâncton nas áreas desse estudo.  
401 Realidade similar encontrada por Anandavelu et al. (2020), nas águas costeiras tropicais  
402 da Índia, verificando que a temperatura superficial do mar, oxigênio dissolvido, material  
403 total em suspensão e os nutrientes (SiO<sub>4</sub> e NO<sub>2</sub>) foram mais significativos para o  
404 zooplâncton da região.

405

#### 406 **Zooplâncton como bioindicadores**

407

408 Baseado nos testes do IndVal e na capacidade da utilização do zooplâncton como  
409 mecanismos de indicação biológica e qualidade ambiental, 10 espécies foram  
410 consideradas boas indicadoras ao longo da Plataforma Continental Maranhense. Segundo  
411 Wanga et al. (2020) em seus estudos desenvolvidos no sul do Mar Amarelo, percebeu que  
412 as estrutura de tamanho podem ser usadas para indicar diferentes comunidades  
413 zooplânctônicas e como um potencial bioindicador das condições ambientais (por  
414 exemplo, eutrofização). Realidade similar na pesquisa de Fernandes et al. (2020) que  
415 mostrou uma resposta rápida do zooplâncton às mudanças na dinâmica do ambiente  
416 costeiro, provando ser uma importante ferramenta de diagnóstico para monitoramento  
417 costeiro como um marcador natural para mudanças oceanográficas rápidas. Carvalho e  
418 Bonecker (2016) utilizam as Appendicularia como bioindicadores na Plataforma  
419 Continental da Bacia de Campos, para determinar as massas d'água, relatam ainda a  
420 escassez de trabalhos abordando esse tema. Dessa forma, no presente estudo a *Oikopleura*

421 *dioica* (86,36%) e *Oikopleura longicauda* (63,64%) foram consideradas constantes e seus  
422 valores no IndVal foram significativos.

423 O método de Comparação da Abundância e Biomassa (ABC), é outra análise que  
424 auxilia na compreensão da ecologia do ambiente, diante disso, a região da Plataforma  
425 Continental revelou baixo estresse. Desse modo, ambientes com boa estabilidade,  
426 apresentam a curva de biomassa localizada acima da curva de abundância numérica, isso  
427 indica que há dominância de espécies do tipo k-estrategistas de maior porte e ciclo de  
428 vida longo, ou seja, a dominância da biomassa é maior que a numérica no ambiente  
429 (Casatti et al., 2006; Gonçalves & Braga, 2008).

430

### 431 **Conclusão**

432

433 O presente estudo foi o primeiro trabalho aprofundado na Plataforma Continental  
434 Maranhense sobre a seleção do zooplâncton como ferramenta para compreender o  
435 funcionamento ecológico local. A partir disso, foi possível identificar as principais  
436 espécies indicadoras desse estudo, sendo elas: Nauplios de Copepoda, *Oithona ovalis*,  
437 *Candacia truncata*, *Parvocalanus crassirostris*, *Undinula vulgaris*, *Paracalanus*  
438 *aculeatus*, *Centropages velificatus*, *Corycaeus speciosus*, *Oikopleura dioica*, e  
439 Euphausiacea. Secchi, salinidade, condutividade, STD, OD, pH, ATM e alguns nutrientes  
440 (NO<sub>2</sub>-, TN e DIP) foram os principais parâmetros que afetam a distribuição das espécies  
441 indicadoras no presente estudo.

442 Trabalhos futuros devem se concentrar na investigação das possíveis influências  
443 sazonais na dinâmica do zooplâncton, bem como, dos agentes físico-químicos que  
444 permanece amplamente desconhecido neste trabalho.

445 Por fim, a abordagem usada nesta pesquisa, pode ser replicada para outras regiões de  
446 plataforma continental, através das comparações entre comunidades, densidades,  
447 biomassas e as relações do zooplâncton com as condicionantes físico-químicas dos  
448 ecossistemas, principalmente, se estes foram afetados por agentes antrópicos. Assim, este  
449 estudo reforça a importância do monitoramento do zooplâncton para a identificação de  
450 mudanças ecológicas em escala global.

451

### 452 **Agradecimentos**

453

454 Agradecemos ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível  
455 Superior (CAPES), bem como, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), ao  
456 Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Recursos Aquáticos Tropicais (PPG-  
457 AqRAT), ao Laboratório de Ecologia Aquática e Aquicultura Tropical, por fim, ao  
458 Instituto de Ciências do (IcMar) pelo apoio na realização da campanha oceanográfica.

459

## 460 Referências

461

462 Abdullah, M., Akhtar, A., Rahman, M. F., AftabUddin, S. & Modeo, L. (2020). Temporal  
463 distribution of zooplankton communities in coastal waters of the northern Bay of Bengal,  
464 Bangladesh. *Regional Studies in Marine Science*, 34, 1-10.  
465 <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.100993>

466

467 Anandavelu, I., Robin, R. S., Purvaja, R., Ganguly, D., Hariharan, G., Raghuraman, R.,  
468 Prasad, M. H. K. & Ramesh, R. (2020). Spatial heterogeneity of mesozooplankton along  
469 the tropical coastal waters. *Continental Shelf Research*.  
470 <https://doi.org/10.1016/j.csr.2020.104193>

471

472 APHA (American Public Health Association). (2012). Standard methods for the  
473 examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health  
474 Association, American Water Works Association, Water Environment Federation.

475

476 Azevedo, A. C. G., Feitosa, F. A. N. & Koning, M. L. (2008). Distribuição espacial e  
477 temporal da biomassa fitoplanctônica e variáveis ambientais no Golfão Maranhense,  
478 Brasil. *Acta Botânica Brasilica*, 22(3), 870-877. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062008000300022>

479

480 Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic Zooplankton. 1<sup>o</sup>ed. Leiden, The Netherlands:  
482 Backhuys Publishers, 1491p.

483

484 Bonecker, S. L. C. (2006). Atlas de zooplâncton da região central da Zona Econômica  
485 Exclusiva Brasileira. Rio de Janeiro, Museu nacional, 232p.

486

487 Bradford, J. M., Markhaseva, E. L., Rocha, C. E. F. & Abiahy, B. (1999). Copepoda. In:  
488 Boltovskoy, D. (Ed.). South Atlantic Zooplankton. 860-1098 p.

489

490 Bueno, M., Alberto, S. F., Carvalho, R., Costa, T. M., Ciotti, A. M. & Christofolletti, R.  
491 A. (2017). Plankton in waters adjacent to the Laje de Santos state marine conservation  
492 park, Brazil: spatio-temporal distribution surveys. *Brazilian Journal of Oceanography*,  
493 65(4), 564-575. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592017129006504>

494

495 Carvalho, P. F. & Bonecker, S. L. C. (2016). Variação da composição e abundância das  
496 espécies da Classe Appendicularia e seu uso como potenciais bioindicadoras de regiões e  
497 massas de água superficiais na área da Baía de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia*,  
498 Série Zoologia, 106, 1-8. [10.1590/1678-4766e2016022](https://doi.org/10.1590/1678-4766e2016022)

499

- 500 Casatti, L., Langeani, F. & Ferreira, C. P. (2006). Effects of physical habitat degradation  
501 on the stream fish assemblage structure in a pasture region. *Environmental Management*,  
502 38(6), 974-982.  
503
- 504 Clarke, K. R. & Warwick, R. M. (2001). *Change in marine communities: An approach to*  
505 *statistical analysis and interpretation*. United Kingdom: Natural Environment Research  
506 Council. 144 p.  
507
- 508 Coutinho, P. N. & Morais, J. O. (1976). Distribuição de sedimentos na Baía de São José  
509 Estado do Maranhão (Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 16(2), 123-127.  
510
- 511 Coria-Monter, E., Monreal-Gómez, M. A., León, D. A. S. & Durán-Campos, E. (2020).  
512 Zooplankton abundance during summer in the Bay of La Paz (southwestern Gulf of  
513 California, Mexico). *Latin American Journal of Aquatic Research*, 48(5), 794-805.  
514 <https://doi.org/10.3856/vol48-issue5-fulltext-2515>  
515
- 516 Cutrim, M. V. J., Ferreira, F. S., Santos, A. K. D., Cavalcanti, L. F., Araújo, B. O.,  
517 Azevedo-Cutrim, A. C. G., Furtado, J. A. & Oliveira, A. L. L. (2019). Trophic state of an  
518 urban coastal lagoon (northern Brazil), seasonal variation of the phytoplankton  
519 community and environmental variables, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 216, 98-  
520 109. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2018.08.013>  
521
- 522 Dajoz, R. (1983). *Ecologia geral*. Petrópolis, Vozes, 472p.  
523
- 524 Dufrene, M. & Legendre, P. (1997). Species assemblages and indicator species: the need  
525 for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, 67, 345–366.  
526 <https://doi.org/10.1890/0012-9615>  
527
- 528 El-Robrini, M., Marques, J. V., Silva, M. A. M. A., El-Robrini, M. H., Feitosa, A. C.,  
529 Tarouco, J. E. F., Santos, J. H. S. & Viana, J. R. (2015). Erosão e progradação do litoral  
530 brasileiro/Maranhão. Brasil, Ministério do Meio Ambiente, 44p.  
531
- 532 Falcão, E. C. S., Severi, W. & Rocha, A. A. F. (2007). Dinâmica espacial e temporal de  
533 zoeas de *Brachyura* (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá,  
534 Pernambuco, Brasil. *Iheringia*, 97(4), 434-440. <https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000400012>  
535
- 536
- 537 Fernandes, L. F. L., Paiva, T. R. M., Longhini, C. M., Pereira, J. B., Ghisolfi, R. D.,  
538 Lázaro, G. C. S., Demoner, L. E., Laino, P. S., Conceição, L. R., Sá, F., Rodrigues Neto,  
539 R., Dias Junior, C., Lemos, K. N., Quaresma, V. S., Oliveira, K. S., Grilo, C. F. & Rocha,  
540 G. M. (2020). Marine zooplankton dynamics after a major mining dam rupture in the  
541 Doce River, southeastern Brazil: Rapid response to a changing environment. *Science of*  
542 *the Total Environment*, 736, 2-9. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139621>  
543
- 544 Fortunato, C. S.; Eiler, A.; Herfort, L.; Needoba, J. A.; Peterson, T. D. & Crump, B. C.  
545 (2013). Determining indicator taxa across spatial and seasonal gradients in the Columbia  
546 River coastal margin. *The ISME Journal*, 7, 1899–1911.  
547 <https://doi.org/10.1038/ismej.2013.79>  
548

- 549 Gama, L. R. M., Sousa, M. M., Almeida, I. C. S., Caridade, E. O., Ferreira-Correia, M.  
550 M. & Terceiro, A. M. (2011). Microfitoplâncton das Baías do Golfão Maranhense e  
551 Litoral Oriental do Estado do Maranhão. *Boletim do Laboratório de Hidrobiologia*,  
552 24(1),13-26.
- 553  
554 Gonçalves, C. S. & Braga, F. M. S. (2008). Diversidade e ocorrência de peixes na área de  
555 influência da UHE Mogi Guaçu e lagoas marginais, bacia do alto rio Paraná, São Paulo,  
556 Brasil. *Biota Neotropica*, 8(2), 103-114.
- 557  
558 Grasshoff, K., Ehrhardt, M. & KremLing, K., (1983). *Methods of Seawater Analysis*.  
559 Second ed. Verlag Chemie, New York, 16 (3), 581–614.
- 560  
561 Gualberto, L. P. S.& El-Robrini, M. (2005). Faciologia da Cobertura Sedimentar  
562 Superficial da Plataforma Continental do Maranhão. *Estudos Geológicos*, 15, 234-243.
- 563  
564 Hébert, M. P., Beisner, B. E. & Maranger, R. (2016). A meta-analysis of zooplankton  
565 functional traits influencing ecosystem function. *The Ecological Society of America*,  
566 97(4), 1069-1080. 10.1890/15-1084.1
- 567  
568 Helenius, L. K., Leskinen, E., Lehtonen, H., Nurminen, L. (2017). Spatial patterns of  
569 littoral zooplankton assemblages along a salinity gradient in a brackish sea: A functional  
570 diversity perspective. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 198, 400-412.  
571 <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016.08.031>
- 572  
573 Hirose, G. L., Souza, L. S., Silva, S. L. R., Alves, D. F. R. & Negreiros-Fransozo, M. L.  
574 (2015). Population structure of the red mangrove crab, *Goniopsis cruentata* (Decapoda:  
575 Grapsidae) under different fishery impacts: Implications for resource management.  
576 *Revista de Biologia Tropical*, 63(2), 443-457.
- 577  
578 Isaacac, V. J. & Ferrari, S. F. (2017). Assessment and management of the North Brazil  
579 Shelf Large Marine Ecosystem. *Environmental Development*, 22, 97-110.  
580 <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2016.11.004>
- 581  
582 Isinibilir, M. & Dogan, O. (2019). Zooplankton Biodiversity in the Golden Horn Estuary  
583 after the Opening of the Water Channel from the Strait of Istanbul, Turkey. *Turkish*  
584 *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(2), 147-158. [http://doi.org/10.4194/1303-](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_2_07)  
585 [2712-v20\\_2\\_07](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_2_07)
- 586  
587 Koroleff, K. (1983). Determination of phosphorus. In: Grasshoff, K.; Ehrhardt, M.;  
588 KremLing, K. (Eds.). *Methods of sea water analysis*. 2nd ed. Weinhein: Verlag Chemie.  
589 125-139p.
- 590  
591 Kozak, E. R., Olivos-Ortiz, A., Franco-Gordo, C. & Pelayo-Martínez, G. (2018).  
592 Seasonal variability of copepod community structure and abundance modified by the El  
593 Niño-La Niña transition (2010), Pacific, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 66(4),  
594 1449-1468. 10.15517 / rbt.v66i4.32058
- 595  
596 Lomartire, S., Marques, J. C. & Gonçalves, A. M. M. (2021). The key role of zooplankton  
597 in ecosystem services: A perspective of interaction between zooplankton and fish

- 598 recruitment. Ecological Indicators, 129, 1-8.  
599 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107867>  
600
- 601 Magalhães, A., Bessa, R.S.C., Pereira, L.C.C. & Costa, R.M. (2009). Variação temporal  
602 da composição, ocorrência e distribuição dos Copepoda (Crustacea) do estuário do  
603 Taperaçu, Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi Ciências Naturais,  
604 4(2), 133-148.  
605
- 606 Margalef, R. (1958). Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton. In  
607 BUZZATI-TRAVERSO, A. A. Perspectives in marine biology. Berkeley, University of  
608 California, 621p.  
609
- 610 Moraes, D. T., Coelho Júnior, C., Cruz, R. C. G. & Lopes, S. G. B. C. (2015). Ocorrência  
611 e recrutamento larval de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) na região do Sistema Costeiro  
612 Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. Iheringia, 105(1), 28-34.  
613 <https://doi.org/10.1590/1678-4766201510512834>  
614
- 615 Neumann-Leitão, S., Melo, P. A. M. C., Schwamborn, R., Diaz, X. F. G., Figueiredo, L.  
616 G. P., Silva, A. P. S, Campelo, R. P. S., Melo Júnior, M., Melo, N. F. A. C., Costa, A. E.  
617 S. F., Araújo, M., Veleda, D. R. A., Moura, R. L. & Thompson, F. (2018). Zooplankton  
618 From a Reef System Under the Influence of the Amazon River Plume. Frontiers in  
619 Microbiology, 355(9), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.00355>  
620
- 621 Nunes, J. L. S., Almeida, Z. S. & Piorski, N. M. (2005). Raias capturadas pela pesca  
622 artesanal em Águas rasas do Maranhão – Brasil. Arquivo de Ciências do Mar, 38(1-2),  
623 49 – 54. <https://doi.org/10.32360/acmar.v38i1-2.6390>  
624
- 625 Nunes, Y. B. S., Diniz, T. S., Figueiredo, M. B., Lima, K. L., Silva, C. M. (2020)  
626 Distribuição das comunidades zooplanctônicas ao longo do litoral norte do Maranhão,  
627 Brasil. Brazilian Journal of Development, 6, 18416-18423.  
628 <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-131>  
629
- 630 Oliveira-Santos, N. M., Martins-Garcia, T. & Oliveira-Soares, M. (2016). Micro- and  
631 mesozooplankton communities in the surf zone of a tropical sandy beach (Equatorial  
632 Southwestern Atlantic). Latin American Journal of Aquatic Research, 44(2), 247-255.  
633 <https://doi.org/10.3856/vol44-issue2-fulltext-6>  
634
- 635 Oliveira, T. B.; Silva, T. A. & Terra Nova, L. S. (2015). Rotíferos como indicadores da  
636 qualidade de água em cultivo de tilápias (*Oreochromis niloticus*) com utilização de águas  
637 salobras. Acta of Fisheries and Aquatic Resources, 3(1), 65-76.  
638 <https://doi.org/10.2312/Actafish.2015.3.1.65-76>  
639
- 640 Omari, M. & Ikeda, T. (1984). Methods of Marine Zooplankton Ecology. New York : Jon  
641 Willy, 332p.  
642
- 643 Pessoa, V.T.; Neumann-Leitão, S.; Gusmão, L.M.O.; Silva, A.P. and Porto-Neto, F.F.  
644 (2009), Comunidade Zooplanctônica Na Baía De Suape E Nos Estuários Dos Rios  
645 Tatuoca E Massangana, Pernambuco (Brasil). Revista Brasileira de Engenharia de Pesca,  
646 4(1), ISSN 1980-597X  
647

- 648 Pielou, E. C. (1966). The measure of diversity in different types of biological collections.  
649 *Journal of theoretical Biology*, 13, 131-144. [https://doi.org/10.1016/0022-](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0)  
650 [5193\(66\)90133-0](https://doi.org/10.1016/0022-5193(66)90133-0)  
651
- 652 Porto Neto, F. F., Neumann-Leitão, S., Gusmão, L. M. O., Vieira, D. A. N., Silva, A. P.  
653 & Silva, T. A. (1999). Variação sazonal e nictemeral do zooplâncton no canal de Santa  
654 Cruz, Itamaracá, PE, Brasil. *Trabalho Oceanográfico*, 27, 43-58.  
655
- 656 Ramos, C. A. R. (2007). Qualidade ambiental, distribuição e densidade do  
657 Mesozooplâncton do estuário de Guajará-Mirim, Vigia de Nazaré, NE do Estado do Pará.  
658 126f. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará).  
659
- 660 Santanaa, C.S., Lira, S. M. A., Varona, H. L., Neumann-Leitão, S., Araujob, M. &  
661 Schwamborn, R. (2020). Amazon river plume influence on planktonic decapods in the  
662 tropical Atlantic. *Journal of Marine Systems*, 212, 1-14.  
663 <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2020.103428>  
664
- 665 Santos, M. L. S., Eschirique, S. A., Pereira, J. A. R., Melo, N. F. A. C., Palheta, G. D. A.,  
666 Aderson, R., Souza, L. & Saraiva, A. L. L. (2012). Estudo Nictemeral de Parâmetros  
667 Físicos e Químicos na Plataforma Continental do Amazonas. *Boletim Técnico Científico*  
668 *do CEPNOR*, 12(1), 25 - 33.  
669
- 670 Santos, A. S. S., Sousa, P. H. C., Melo, N. F. A. C., Castro, K. F. C., Pereira, J. A. R. &  
671 Santos, M. L. S. (2020). Distribuição espaçotemporal dos parâmetros abióticos e bióticos  
672 em um estuário Amazônico (Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 53(1), 82 – 97.  
673 <http://dx.doi.org/10.32360/acmar.v53i1.41888>  
674
- 675 Shannon, C. E. W. (1963). *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana,  
676 University Illinois Press, 132p.  
677
- 678 Shi, Y., Wang, J., Zuo, T., Shan, X., Jin, X., Sun, J., Yuan, W. & Pakhomov, E. A. (2020)  
679 Seasonal Changes in Zooplankton Community Structure and Distribution Pattern in the  
680 Yellow Sea, China. *Frontiers in Marine Science*, 391(7), 1-14.  
681 <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00391>  
682
- 683 Silva, N. L., Lira, S. M. A. & Schwamborn, R. (2016). Estimativa da Biomassa,  
684 Abundância, Densidade e Biovolume do Zooplâncton Estuarino e Marinho Tropical  
685 Através de Análise de Imagem. *Tropical Oceanography*, 44(2), 53-65.  
686 <https://doi.org/10.5914/tropocean.v44i2.8294>  
687
- 688 Sousa, L. B. Costa, V. B. Pereira, L. C. C. & Costa, R. M. (2009). Variação temporal do  
689 fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela  
690 (Bragança, Pará, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 23(4), 1084-1095.  
691 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062009000400018>  
692
- 693 Venello, T. A., Sastri, A. R., Galbraith, M. D. & Dower, J. F. (2021). Zooplankton  
694 functional group responses to environmental drivers off the west coast of Vancouver  
695 Island, Canada. *Progress in Oceanography*, 190, 1-14.  
696 <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2020.102482>  
697

- 698 Wang, W.; Sun, S.; Sun, X.; Zhang, G. & Zhang, F. (2020). Spatial patterns of  
699 zooplankton size structure in relation to environmental factors in Jiaozhou Bay, South  
700 Yellow Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 1-10.  
701 <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110698>  
702
- 703 Warwick, R.M. (1986). A new method for detecting pollution effects on marine  
704 macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92, 557-562.

## *Capítulo IV*

---

---

*“Um leitor vive mil vidas antes de morrer. O homem que nunca lê vive apenas uma”*

*George R. R. Martin*

**APÊNDICE A - SINOPSE TAXONÔMICA DO ZOOPLÂNCTON DA PLATAFORMA CONTINENTAL MARANHENSE.**

**Legenda:** TD – Densidade Total por Área; TO – Ocorrência total; CI – Índice de constância; Ac – acidental; A – acessório; C – constante. \*São as espécies indicadoras, conforme o IndVal > 50%.

GRUPOS/ESPÉCIES	AREA I		AREA II		AREA III		IndVal	CI
	TD (org m <sup>-3</sup> )	OF (%)	TD (org m <sup>-3</sup> )	OF (%)	TD (org m <sup>-3</sup> )	OF (%)		
<b>RADIOLAREA</b>								
Radiolaria	9,04	0,720	0,31	0,002	7,03	0,229	27,27	A
<b>FORAMINIFERA</b>								
<i>Globigerinoides ruber</i>	17,94	1,429	1,42	0,010	21,79	0,709	40,91	A
<i>Globorotalia scitula</i>	0,54	0,043	0,00	0,000	3,01	0,098	18,18	Ac
<b>CNIDARIA</b>								
<i>Eutima gracilis</i>	0,00	0,000	3,93	0,027	1,66	0,054	18,18	Ac
<i>Aglaura hemistoma</i>	0,00	0,000	0,45	0,003	0,82	0,027	13,64	Ac
<i>Liriope tetraphylla</i>	0,12	0,010	0,00	0,000	0,00	0,000	4,55	Ac
<i>Chelophyes contorta</i>	0,12	0,009	0,00	0,000	3,65	0,119	18,18	Ac
<i>Cytaeis</i> sp.	0,00	0,000	0,16	0,001	0,30	0,010	9,09	Ac
<i>Agalma</i> sp.	1,81	0,144	0,98	0,007	1,83	0,060	27,27	A
<b>MOLLUSCA</b>								
<i>Limacina</i> sp.*	7,61	0,606	26,44	0,185	5,66	0,184	63,64	C
<i>Creseis acícula</i> *	2,25	0,179	59,69	0,417	8,31	0,271	54,55	C
Bivalvia*	6,87	0,547	24,56	0,172	1,70	0,055	68,18	C
Cephalopoda	0,47	0,038	1,32	0,009	0,77	0,025	22,73	Ac
<b>ANNELIDA</b>								
Neochaeta	9,04	0,720	144,02	1,007	146,69	4,776	45,45	A
Metatrochophora	8,23	0,655	50,49	0,353	18,65	0,607	50,00	A
<b>CEUSTACEA</b>								
Ostracoda ( <i>Conchoecia</i> sp.)	0,00	0,000	3,54	0,025	0,22	0,007	13,64	Ac
Cumacea	0,20	0,016	2,60	0,018	0,00	0,000	9,09	Ac
Isopoda	2,86	0,228	0,18	0,001	0,18	0,006	27,27	A
Amphipoda	0,12	0,010	0,00	0,000	0,09	0,003	9,09	Ac
Cirripedia	0,00	0,000	115,48	0,808	11,38	0,370	31,82	A
Mysida	98,28	7,827	36,18	0,253	11,69	0,381	40,91	A
Euphausiacea*	159,40	12,695	124,84	0,873	44,43	1,447	72,73	C
<b>Cladocera</b>								

<i>Pseudevadne tergestina*</i>	12,70	1,012	24,05	0,168	164,43	5,354	54,55	C
<b>Copepoda</b>								
<i>Acartia tonsa</i>	0,00	0,000	1390,20	9,723	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Acartia danae</i>	0,00	0,000	1235,76	8,643	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Acartia lilljeborgi</i>	0,00	0,000	60,07	0,420	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Brachycalanus bjernbergae</i>	0,00	0,000	534,76	3,740	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Calanopia americana</i>	1,34	0,107	222,35	1,555	0,00	0,000	31,82	A
<i>Calocalanus pavo</i>	8,44	0,672	23,80	0,166	37,82	1,231	45,45	A
<i>Calocalanus contractus</i>	0,64	0,051	33,07	0,231	15,82	0,515	31,82	A
<i>Candacia truncata*</i>	171,69	13,674	138,17	0,966	114,88	3,740	81,82	C
<i>Candacia varicans*</i>	29,20	2,326	85,13	0,595	68,19	2,220	63,64	C
<i>Centropages velificatus*</i>	122,09	9,724	129,35	0,905	118,67	3,864	77,27	C
<i>Centropages gracilis</i>	18,49	1,472	51,06	0,357	107,75	3,508	50,00	A
<i>Copilia mirabilis</i>	0,00	0,000	6,37	0,045	1,69	0,055	13,64	Ac
<i>Corycaeus amazonicus</i>	0,00	0,000	6,54	0,046	11,29	0,367	18,18	Ac
<i>Corycaeus (Onchocorycaeus) giesbrechti</i>	0,20	0,016	64,48	0,451	41,56	1,353	40,91	A
<i>Corycaeus latus</i>	0,93	0,074	3,95	0,028	18,91	0,616	31,82	A
<i>Corycaeus ovalis</i>	0,00	0,000	49,04	0,343	24,21	0,788	45,45	A
<i>Corycaeus speciosus*</i>	22,80	1,816	86,14	0,602	70,71	2,302	77,27	C
<i>Corycaeus typicus</i>	2,93	0,233	12,90	0,090	10,53	0,343	40,91	A
<i>Euchaeta marina</i>	0,47	0,038	3,61	0,025	0,00	0,000	18,18	Ac
<i>Euterpina acutifrons*</i>	59,33	4,725	503,40	3,521	160,60	5,229	63,64	C
<i>Farranula gracilis</i>	19,01	1,514	22,87	0,160	26,94	0,877	50,00	A
<i>Labidocera acutifrons</i>	0,24	0,019	24,17	0,169	31,44	1,024	22,73	Ac
<i>Labidocera fluviatilis*</i>	8,95	0,713	55,77	0,390	49,58	1,614	54,55	C
<i>Labidocera sp.</i>	0,12	0,010	0,00	0,000	1,44	0,047	9,09	Ac
<i>Lucicutia fluvicornis</i>	0,00	0,000	0,00	0,000	7,85	0,255	13,64	Ac
<i>Miracia efferata</i>	3,28	0,261	2,72	0,019	8,29	0,270	27,27	A
<i>Microsetella rosea</i>	11,77	0,938	4,81	0,034	26,03	0,847	36,36	A
<i>Nanocalanus minor*</i>	3,68	0,293	335,92	2,349	110,95	3,612	59,09	C
<i>Oithona oswaldocruzi</i>	11,29	0,899	773,96	5,413	47,65	1,551	31,82	A
<i>Oithona nana*</i>	3,60	0,287	517,11	3,617	52,04	1,694	68,18	C
<i>Oithona ovalis*</i>	26,33	2,097	900,85	6,300	53,64	1,746	81,82	C
<i>Oithona setigera*</i>	2,62	0,209	84,04	0,588	46,86	1,526	54,55	C

<i>Oncaea confiera</i>	5,81	0,463	306,65	2,145	20,70	0,674	50,00	A
<i>Oncaea media</i> *	7,21	0,574	126,27	0,883	4,44	0,144	54,55	C
<i>Oncaea venustra</i> *	15,86	1,263	196,80	1,376	3,71	0,121	54,55	C
<i>Parvocalanus crassirostris</i> *	9,41	0,749	447,94	3,133	128,17	4,173	81,82	C
<i>Paracalanus aculeatus</i> *	20,96	1,669	798,04	5,581	110,28	3,590	77,27	C
<i>Paracalanus indicus</i>	6,48	0,516	613,19	4,289	89,41	2,911	50,00	A
<i>Paracalanus quasimodo</i> *	13,86	1,104	842,49	5,892	121,71	3,962	68,18	C
<i>Phaenna spinifera</i>	0,00	0,000	0,11	0,001	5,09	0,166	9,09	Ac
<i>Pontellopsis regalis</i>	0,28	0,022	11,12	0,078	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	0,00	0,000	157,30	1,100	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Pseudodiaptomus gracilis</i>	0,00	0,000	117,35	0,821	0,00	0,000	13,64	Ac
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>	0,00	0,000	25,36	0,177	0,00	0,000	9,09	Ac
<i>Pseudodiaptomus sp.</i>	0,00	0,000	7,25	0,051	0,00	0,000	9,09	Ac
<i>Subeucalanus pileatus</i>	3,22	0,257	164,87	1,153	204,88	6,671	50,00	A
<i>Temora turbinata</i>	7,46	0,594	31,66	0,221	1,31	0,043	36,36	A
<i>Temora stylifera</i>	1,30	0,104	6,59	0,046	0,26	0,009	13,64	Ac
<i>Undinula vulgaris</i> *	76,87	6,122	705,99	4,938	172,75	5,624	77,27	C
Copepodito*	44,75	3,564	175,48	1,227	74,80	2,435	63,64	C
Nauplios*	88,45	7,045	1283,59	8,977	148,22	4,826	100,00	C
<b>Decapoda</b>								
<i>Lucifer typus</i>	0,00	0,000	1,49	0,010	9,18	0,299	18,18	Ac
<i>Belzebub faxoni</i>	2,15	0,171	2,05	0,014	3,36	0,109	31,82	A
Brachyura (zoea)	0,00	0,000	14,42	0,101	8,83	0,288	36,36	A
Penaeidae*	1,47	0,117	8,36	0,058	9,36	0,305	54,55	C
Caridae	0,00	0,000	3,28	0,023	1,52	0,049	18,18	Ac
<b>BRYOZOA</b>								
<i>Membranipora sp.</i>	1,50	0,120	7,34	0,051	0,26	0,009	27,27	A
<b>CHAETOGNATHA</b>								
<i>Sagitta bipunctata</i> *	11,45	0,912	48,21	0,337	31,76	1,034	63,64	C
<i>Sagitta helenae</i>	1,45	0,115	75,99	0,531	20,34	0,662	36,36	A
<i>Pseudosagitta maxima</i>	0,00	0,000	6,28	0,044	10,49	0,341	31,82	A
<i>Ferosagitta hispida</i>	0,00	0,000	27,25	0,191	9,66	0,315	27,27	A
<i>Sagitta enflata</i>	3,62	0,288	0,33	0,002	5,09	0,166	22,73	Ac
<i>Sagittidae sp.</i>	0,00	0,000	3,42	0,024	0,00	0,000	4,55	Ac

<i>Parasagitta tenuis</i>	2,88	0,229	1,38	0,010	22,60	0,736	27,27	A
<i>Flaccisagitta enflata</i>	0,00	0,000	9,32	0,065	14,33	0,467	18,18	Ac
<b>ECHINODERMATA</b>								
Echinodermata (larva)	6,47	0,516	0,94	0,007	0,00	0,000	22,73	Ac
<b>CHORDATA</b>								
<i>Branchiostoma</i> sp.	0,44	0,035	0,24	0,002	2,89	0,094	18,18	Ac
<i>Oikopleura dioica</i> *	39,63	3,156	44,34	0,310	83,81	2,729	86,36	C
<i>Oikopleura longicauda</i> *	2,27	0,181	21,46	0,150	18,14	0,591	63,64	C
<i>Thalia democratica</i>	0,00	0,000	0,35	0,002	0,00	0,000	9,09	Ac
<i>Doliolum</i> sp.	0,00	0,000	1,65	0,012	0,09	0,003	13,64	Ac
Larva de peixe	0,00	0,000	2,92	0,020	3,52	0,114	27,27	A
Ovos de peixe*	0,64	0,051	3,49	0,024	9,27	0,302	54,55	C
<b>OUTROS</b>								
Larva trocofora	12,66	1,008	12,63	0,088	1,13	0,037	36,36	A
Nematoides	0,00	0,000	0,00	0,000	0,46	0,015	4,55	Ac
<b>TOTAL</b>	<b>1255,60</b>	<b>100,00</b>	<b>14298,23</b>	<b>100,00</b>	<b>3071,46</b>	<b>100,00</b>	-	-



Isopoda	1	1		6		1	3														2	14	
Amphipoda				1																	1	2	
Cirripedia									11			41	26	4	4	19	3					108	
Mysidaceo	49	43	3					40		16		3	14		7	18						193	
Euphausiaceos	72	96	28	1	5			180	16	101	10	6	16		31	51	13	9		3		638	
<b>Cladocera</b>																							
<i>Pseudevadne tergestina</i>			7		38	44		6		61	7	2			205	86	94	14			9	573	
<b>Copepoda</b>																							
<i>Acartia tonsa</i>												245	250	196								691	
<i>Acartia danae</i>												203	179	194								576	
<i>Acartia lilljeborgi</i>												8	3	12								23	
<i>Brachycalanus bjernbergae</i>												142	102	51								295	
<i>Calanopia americana</i>				11			28		64		11		32	69	21							236	
<i>Calocalanus pavo</i>			1	36	27		50	72			21							9	88	113	115	532	
<i>Calocalanus contractus</i>			2						6		20	85							63	40	23	239	
<i>Candacia truncata</i>	82	61	20	12	23		52	88	7	89	55	52	30			97	105	54	20	3		12	862
<i>Candacia varicans</i>	10	28	11		14		31	3		30	42	53	21			81	38	44	6				412
<i>Centropages velificatus</i>	55	52	14	14	18	29	45	71		93	97	105	4			100	100	70	24	9			900
<i>Centropages gracilis</i>	9	4	4	1			86			22	45	51				118	110					1	451
<i>Copilia mirabilis</i>							18	47													17		82
<i>Corycaeus amazonicus</i>								10				23				10	14						57
<i>Corycaeus giebrechti</i>		1						29		157	14	20				27	41	39	3				331
<i>Corycaeus latus</i>		1		6			6	11				10				22	18						74
<i>Corycaeus ovalis</i>							4	8	4	48	48	15				33	9	18		1			188
<i>Corycaeus speciosus</i>		6		50	59	62	85	22	11	149	38	35				51	55	35	3	18	43	56	778



<i>Pseudodiaptomus gracilis</i>												1	48	33										82
<i>Pseudodiaptomus richardi</i>													8	11										19
<i>Pseudodiaptomus sp</i>													3	2										5
<i>Subeucalanus pileatus</i>	1	7							28	79	131	38	12		200	128	140	60						824
<i>Temora turbinata</i>		18	9			8			2	14	96								5		6		158	
<i>Temora stylifera</i>						11					28										3		42	
<i>Undinula vulgaris</i>	32	7	55					40	85	80	77	70	99	87	94	57	151	118	105	72	61		1290	
Copepodito	13	29	42	16			76	38		37	43	45	30	33	9	92	66						569	
Náuplios	23	17	27	41	105	129	4	70	5	115	205	235	165	102	186	200	84	21	9	9	22	24	1798	
<b>Decapoda</b>																								
<i>Lucifer typus</i>							6		7							16	8						37	
<i>Lucifer faxoni</i>	1	1			1						3	1				1	13						21	
Zoea de Brachyura								31	16	17	4	3				9		1	28				109	
Penaeidae		1	1			8	1		31		5	1			1	8	6	12		2			77	
Caridae								2	13			4						5					24	
<b>BRYOZOA</b>																								
<i>Membranipora sp</i>		2		9			3			13				3								3	33	
<b>CHAETOGNATHA</b>																								
<i>Sagitta bipunctata</i>	6	1			2	1		1	5	15	28	18	8	4	1	54			19				163	
<i>Sagitta helenae</i>		4	2						1			3	34	16		41			2				103	
<i>Sagitta maxima</i>									33	3								8	5	26	20	13	108	
<i>Sagitta hispida</i>									28			4	9	6				42	1				90	
<i>Sagitta enflata</i>	2								2										11	1	16		32	
<i>Sagitta sp</i>													2										2	
<i>Parasagitta tenuis</i>			9					5	5								37	11	10				77	

<i>Flaccisagitta enflata</i>								13	26		6						31						76
<b>ECHINODERMATA</b>																							
<i>Echinodermata</i>	3	3	1	1								4											12
<b>CHORDATA</b>																							
Amphioxo			1			1						1					6						9
<i>Oikopleura dioica</i>	17	1	8	7	15	27		1	41	38	28	31	1			73	69	13	24	13	37	10	454
<i>Oikopleura longicauda</i>		3	3			6	18	33	72	8	3	3					34		3	3	6	5	200
<i>Thalia democratica</i>							2					1											3
<i>Doliolum</i> sp							4					6										1	11
<b>OUTROS</b>																							
Larva de peixe								5				1		2		3	4	1					16
Ovos de peixe		1	1	1			1	6		9						10	7	1		2	6	1	46
Larva trocofora	7							2		2	3				6	1		1	3				25
Nematoides																	1						1
<b>TOTAL</b>	<b>453</b>	<b>525</b>	<b>439</b>	<b>470</b>	<b>492</b>	<b>545</b>	<b>935</b>	<b>1009</b>	<b>959</b>	<b>1600</b>	<b>1927</b>	<b>2199</b>	<b>2018</b>	<b>2322</b>	<b>1634</b>	<b>2721</b>	<b>2277</b>	<b>1244</b>	<b>544</b>	<b>839</b>	<b>803</b>	<b>633</b>	<b>26588</b>

