



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

LETICIA RODRIGUES SOUZA

**VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNTON EM UM ESTUÁRIO TROPICAL
PROTEGIDO, PARAÍBA - BRASIL**

CAMPINA GRANDE-PB

2022

LETICIA RODRIGUES SOUZA

**VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO TROPICAL
PROTEGIDO, PARAÍBA - BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada á
Universidade estadual da Paraíba, como requisito
obrigatório para conclusão do curso de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Área de concentração: Ecologia

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha.

Co-orientadora: Me. Diele Emele Pontes Carvalho De Lima.

CAMPINA GRANDE-PB,

2022

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729v Souza, Leticia Rodrigues.
Variação temporal do zooplâncton em um estuário tropical protegido, Paraíba - Brasil [manuscrito] / Leticia Rodrigues Souza. - 2022.
34 p. : il. colorido.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.
Orientação : Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha, , Coordenação de Curso de Biologia - CCBS.
Coorientação: Profa. Ma. Diele Emele Pontes Carvalho de Lima, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS.
1. Pluviosidade. 2. Variáveis ambientais. 3. Comunidade zooplantônica. I. Título

21. ed. CDD 577.7

LETICIA RODRIGUES SOUZA

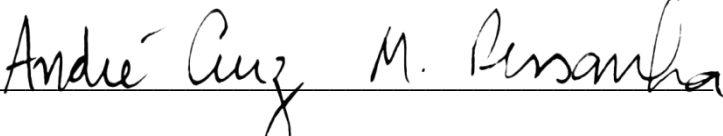
**VARIAÇÃO TEMPORAL DO ZOOPLÂNCTON EM UM ESTUÁRIO TROPICAL
PROTEGIDO, PARAÍBA - BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada á
Universidade estadual da Paraíba, como requisito
obrigatório para conclusão do curso de Bacharel em
Ciências Biológicas.

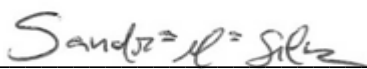
Área de concentração: Ecologia

Aprovada em: 29 de março de 2022

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. André Luiz Machado Pessanha
Universidade Estadual da Paraíba (Orientador)



Prof. Me. Sandra Maria Silva
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Me. Lidiane Gomes de Lima
Universidade Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

A quem me apoiou, quem me ajudou, quem me fez
chegar até aqui, quem esteve ao meu lado. Deus,
família, amigos, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao final desta caminhada sinto o quanto a vida é engraçada, deixa eu contar uma coisa para vocês: já perdoei e também errei, fiz coisas por impulso e ainda tentei abraçar o mundo, para proteger todos. Também ri, principalmente em momentos inadequados. Fiz amigas eternas que levarei para o resto da minha vida, mas também fiz amizades com pessoas que nunca mais vi. Amei e também fui amada, já vivi muito de amor. Já gritei e pulei de tanta felicidade, mas também já chorei (principalmente por coisas desnecessárias), já quebrei a cara demais. Mas querem saber de uma coisa? VIVI e ainda vivo sem arrependimentos, mas não passo pela vida em vão e acho que vocês não deveriam passar. É tão maravilhoso ir à luta com determinação, abraçar a vida com paixão e ainda melhor, conseguir vencer. O mundo pertence a quem se atreve e a VIDA é muito para ser insignificante para outros. Por isso a palavra que me define hoje é: GRATIDÃO.

Sempre estamos passando por bocados, sejam bons ou ruins, sabemos que nossa trilha é repleta de obstáculos e que os mesmos fazem parte. Acredito que nada seja em vão, estamos em constante aprendizagem e aprendi na marra retirar apenas lições que fossem necessárias para minha vida, daqueles momentos tristes: força e dos alegres: o aproveitamento. Isaías 60:20 diz: “Quando for a hora certa, eu o Senhor, farei acontecer” e foi isso pessoal, simplesmente aconteceu e só tenho a agradecer, agradecer ao meu bom Deus por sempre me amparar nos meus pedidos de socorro, por nunca ter me abandonado e me propor tanta força.

Agradecer também a minha família, em especial minha mãe e meu filho, meus grandes alicerces. A minha mãe por ser essa mulher guerreira que sempre deu o seu melhor para me criar, que tirou das “tripas corações” para me proporcionar o melhor sempre. E ao meu filho que veio a esse mundo para me mudar dos pés a cabeça, por me tornar uma pessoa melhor. Amo vocês demais!

Gostaria de agradecer também ao pessoal do LEP, vocês são e sempre serão uma segunda família. Agradecer em especial ao André que me acolheu da melhor forma possível, agradecer toda aprendizagem adquirida, agradecer os sorrisos, os momentos vivenciados, todos estarão guardados em minha memória. Agradeço também a minha maravilhosa co-orientadora (Diele), sou muito feliz por ter sido você quem me ajudou na construção desse trabalho, fez parecer ser leve, muito delicada e sempre presente quando precisei, sou grata por sua ajuda. Obrigada por tudo pessoal!

Não poderia deixar de mencionar minhas amigas (as psicogatas), vocês são extremamente importantes e essenciais, sou grata por tê-las em minha vidinha. Obrigada

também por cada risada exagerada, por cada abraço verdadeiro, puxão de orelha necessário, por cada erro perdoado e cada fofoca compartilhada (que inclusive, são as melhores). Não é muito comum dizer que amo vocês (estando sóbria, claro), mas saibam que cada uma tem um lugar especial em meu coração e eu as amo verdadeiramente.

Por fim, a UEPB, que quase me enlouquece, mas que me proporcionou a conclusão desse curso e os melhores momentos da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

Mas para quem tem o pensamento forte,
o impossível é só questão de opinião.

Charlie Brown Junior

RESUMO

Estuários são caracterizados como ambientes de transição, entre o mar aberto e água doce, portanto, sua dinâmica seleciona as comunidades presentes e devido essa transição das águas os parâmetros físicos e químicos variam nas escalas espaciais e temporais, resultando na formação dos gradientes ambientais. A comunidade zooplanctônica é um grupo de organismos pelágicos que se distribui nesses ecossistemas e é influenciada pela variação das características ambientais, além disso, desempenham um importantíssimo papel nas teias alimentares, influenciando no fluxo de energia desse ambiente. Logo, o objetivo deste estudo foi ampliar o conhecimento sobre a variação temporal do zooplâncton em um estuário tropical protegido. As amostragens foram realizadas no ano de 2018, em três zonas ao longo do canal principal do estuário, correspondente aos períodos de chuva e seca da região. Um total de 36 táxons pertencentes ao zooplâncton foram registrados, onde os táxons Rotifera, Zoea de Brachyura, Náuplio de Cirripedia, Calanoida, Cyclopoida, Náuplio de Copépoda, Harpacticoida, Larva de Gastrópoda e Appendicularia foram mais abundantes. A PERMANOVA indicou diferenças significativas na densidade entre as estações. A análise de dbRDA no eixo 1 não houve uma separação visível dos dados, porém o eixo 2 explicou 32% de variação e apresentou a separação temporal do zooplâncton juntamente com as variáveis ambientais. Calanoida e Cyclopoida foram responsáveis pelas maiores frequências numéricas em ambas as estações e todas as zonas, fazendo parte de pelo menos 30% do zooplâncton em cada zona estuarina. Os resultados apontam que as diferenças em relação aos táxons estão correlacionadas com algumas variáveis ambientais, onde a temperatura e a salinidade foram as variáveis preditoras, influenciando assim, na formação e distribuição de diferentes comunidades em termos de densidades ao longo do estuário.

Palavras chaves: Distribuição; pluviosidade; variáveis ambientais; comunidade zooplanctônica.

ABSTRACT

Estuaries are characterized as transition environments, between the open sea and fresh water, therefore, their dynamics select the communities present and due to this water transition, the physical and chemical parameters vary in spatial and temporal scales, resulting in the formation of environmental gradients. The zooplankton community is a group of pelagic organisms that are distributed in these ecosystems and are influenced by the variation of environmental characteristics, in addition, they play a very important role in food webs, influencing the energy flow of this environment. Therefore, the objective of this study was to increase the knowledge about the temporal variation of zooplankton in a protected tropical estuary. Sampling was carried out in 2018, in three zones along the main channel of the estuary, corresponding to the rainy and dry periods in the region. A total of 36 taxa belonging to zooplankton were recorded, where the taxa Rotifera, Zoea of Brachyura, Nauplius of Cirripedia, Calanoida, Cyclopoida, Nauplius of Copépoda, Harpacticoida, Larva of Gastropoda and Appendicularia were more abundant. PERMANOVA indicated significant differences in density between stations. The dbRDA analysis on axis 1 did not show a visible separation of the data, however axis 2 explained 32% of variation and showed temporal separation of zooplankton together with environmental variables. Calanoida and Cyclopoida were responsible for the highest numerical frequencies in both seasons and all zones, being part of at least 30% of the zooplankton in each estuarine zone. The results show that the differences in relation to taxa are correlated with some environmental variables, where temperature and salinity were the predictors, thus influencing the formation and distribution of different communities in terms of densities along the estuary.

Keywords: Distribution; rainfall; environmental variables; zooplankton community.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Estuário do rio Mamanguape, Paraíba, com indicações das zonas de coleta do zooplâncton: 1) Superior, 2) Intermediária e 3) Inferior. (•) Representa cada ponto onde foram realizados os arrastos 16
- Figura 2.** Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) com as variáveis selecionadas e suas correlações com o zooplâncton nas estações chuvosa e seca, no estuário rio Mamanguape, PB..... 24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Média, erro padrão e variação das variáveis ambientais para as zonas amostradas em ambas as estações, no estuário do rio Mamanguape-PB.....20

Tabela 2. Frequência numérica (FN) dos grupos do zooplâncton encontrados nas três zonas estuarinas (Superior, Intermediária e Inferior) e nas duas estações (chuvosa e seca). Estágios de desenvolvimento: L = Larvae; Pr= Protozoa; M= Megalopa. Z= Zoea, N = Náuplio.....23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	15
2.1 Área de estudo.....	15
2.2 Delineamento amostral	16
2.3 Análise das amostras	17
2.4 Processamento das amostras	17
3 RESULTADOS	19
4 DISCUSSÃO	25
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS.....	28

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são caracterizados como ecótonos por fazer parte de uma zona de transição entre o mar aberto e a água doce, sendo induzido por ambos, apresentando flutuações nas suas características físicas e químicas (FLINDT et al., 1999; KIMMERER, 2002; CEARRETA et al., 2000; ELLIOTT, DE JONGE, 2002; MCLUSKY, 2002; SELLESLAHG, 2012). Além disso, essas áreas são consideradas como as mais produtivas do mundo, estando totalmente associado aos influxos marinhos e da água doce, acumulando assim matéria orgânica e nutriente, no qual contribuem para a alta produtividade registrada nesse ecossistema costeiro (DAY et al., 1981; COSTANZA et al., 1997). Estas áreas ainda apresentam importante papel nas teias alimentares, através da produção primária, secundária e a ciclagem de nutrientes, que contribuem para o fornecimento de um habitat adequado para reprodução, refúgio, alimentação e berçário para diversas espécies (BECK et al., 2001; GILI, 2002). A dinâmica das características estuarinas conduz as comunidades existentes (WANIEK et al., 2005), ou seja, delinea a diversidade e abundância das comunidades (MALLIN, PAERL, 1994; ELLIOTT, MCLUSKY, 2002; WANIEK, 2003; FRONEMAN, 2004).

Devido a interação dessas águas, os parâmetros físicos e químicos variam nas escalas espaciais e temporais (DAUVIN, RUELLET, 2009; ELLIOTT, QUINTINO, 2007; LAM-HOAI et al., 2006), formando gradientes ambientais que funcionam como filtros ecológicos para organismos existentes (CORNWELL et al., 2006; TEICHERT et al., 2017). Nesses ambientes, a salinidade é um fator que desempenha um papel importante nas características estruturais e funcionais da biota estuarina (ELLIOTT, WHITFIELD, 2011; TELESH, KHLEBOVICH, 2010). Alguns estudos apontam a salinidade como o principal fator limitante nos sistemas estuarinos, confirmando essa ação de barreira para distribuição de algumas comunidades, como a zooplânctônica (DAVID et al., 2016; CLOERN et al., 2017; CAMPOS et al., 2018). Apesar da salinidade atuar como um fator extremamente estressante para alguns organismos, essas comunidades podem tolerar essas variações desenvolvendo adaptações em sua morfologia e fisiologia (SILVA, 2008).

Contudo, esse não é um único fator que influencia na distribuição das espécies, a precipitação é outro fator importante. A precipitação aumenta a produtividade e a turbidez nos estuários (BLABER, BLABER, 1980; BARLETTA-BERGAN et al., 2003; GONÇALVES et al., 2012). Alguns estudos comprovam que a turbidez é extremamente importante para proteção contra predadores, permitindo assim um ambiente seguro para o estabelecimento das espécies, principalmente para as espécies menores e estágios mais jovens que necessitam de refúgio (ABLE, 2005; STRYDOM, 2015; MACHADO et al., 2017). As mudanças na

precipitação também contribuem para as variações, de salinidade e concentrações de nutrientes, permitindo em uma escala maior, uma diferenciação sazonal na composição das espécies (LI et al., 2006; HARTWICH et al., 2012). Em uma escala menor, os ciclos das marés é outro preditor que precisa ser destacado, pois provocam alterações nas variáveis ambientais de temperatura e concentração de oxigênio dissolvido (HARRIS et al., 2001; ELLIOTT, MCLUSKY, 2002; KIMMERER, 2001; ROSA et al., 2016; TEICHERT et al., 2017), além de permitir a conexão com habitats adjacentes favorecendo a troca de nutrientes e a entrada de espécies (TEICHERT et al., 2017).

Os ecossistemas estuarinos por apresentar essa variabilidade natural das características físicas e químicas, permitem ao longo da história evolutiva que as espécies desenvolvam adaptações para sobreviverem nesse ambiente (DAVID et al., 2005; ELLIOTT, 2002; ELLIOTT, WHITFIELD, 2011), ocasionando a distribuição e composição dos grupos ao longo desses gradientes de condições ambientais, ou seja, as espécies vão se distribuir a partir da sua tolerância às condições, de acordo com sua organização fisiológica (AUSTIN, 1988; WHITTAKER, 1965). Mudanças bruscas nas condições do sistema estuarino podem ocasionar perda de espécies e mudanças na estrutura das comunidades aquáticas, trazendo prejuízos aos grupos que são sensíveis às alterações ambientais, como o zooplâncton (BEAUGRAND et al., 2000; ARA, 2001).

O zooplâncton é um grupo de organismos aquáticos que estão na base da cadeia alimentar e atuam como bioindicadores da qualidade da água por serem sensíveis a pequenas mudanças ambientais, podendo auxiliar e avaliar as mudanças espaciais e sazonais nesses ambientes (RICHMOND et al., 2007; GUSCHINA, HARWOOD, 2009; BORJA et al., 2009; MOURA et al., 2016). Esse grupo funciona como um elo que conecta os produtores aos níveis tróficos superiores, com os copépodes abrangendo entre 50 a 80% da comunidade zooplânctônica (RICHMOND et al., 2007; GUSCHIN, HARWOOD, 2009; WICKSTEAD, 1976). A distribuição e variação presentes nesse grupo estabilizam os ecossistemas aquáticos, podendo modificar a qualidade dos alimentos disponibilizados (SPRULES, BOWERMAN, 1988). Esses organismos são abundantes em manguezais, quando comparado as águas costeiras adjacentes (ROBERTSON et al., 1988), desempenhando um papel importante nas teias alimentares estuarinas, tendo em vista que estão na base da cadeia alimentar e influenciam diretamente no fluxo de energia desses ambientes (KIORBOE, 1997; BARNETT, BEISNER, 2007).

Portanto, entender como e quais são os fatores ambientais que influenciam e atuam sobre a estrutura das comunidades zooplânctônicas é de extrema importância para o

monitoramento desses ecossistemas aquáticos (SANTOS-WISNIEWSKI et al., 2006). Diante disso, esse trabalho tem como objetivo ampliar o conhecimento sobre a variação temporal do zooplâncton em um estuário tropical protegido, surgindo como uma forma de analisar sua utilização ao longo do canal principal do estuário do rio Mamanguape - Paraíba, Brasil. Assim, os resultados desse estudo levarão a uma maior compreensão sobre seu papel na produtividade secundária nos sistemas estuarinos, auxiliando em sua conservação.

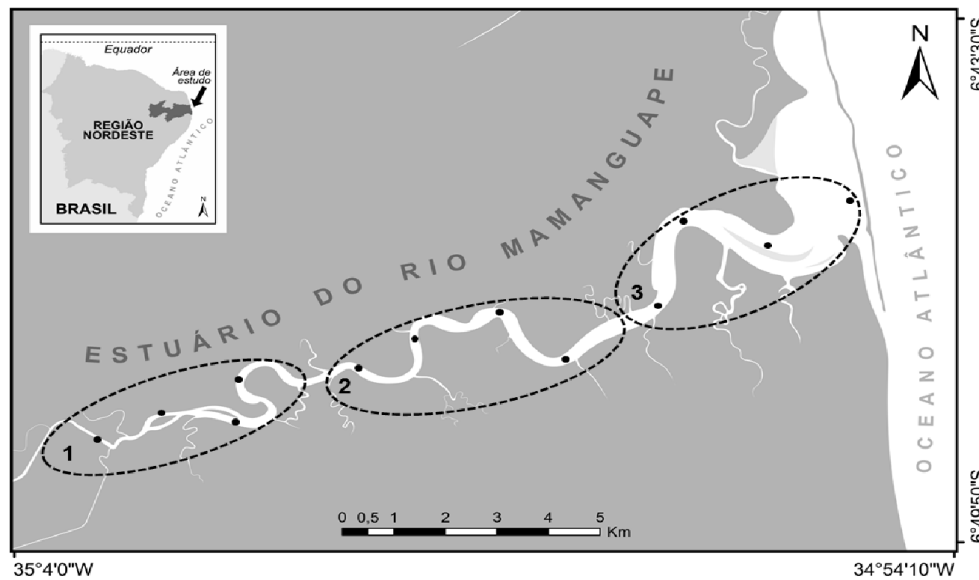
2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estuário do rio Mamanguape está localizado no litoral norte do estado da Paraíba, entre 6°43'02''S e 35°67'46''O, com extensão de cerca de 25 km no sentido Leste-Oeste e de 5 km no sentido norte-sul, constituindo uma área de 16.400 hectares que faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape. Sua cobertura vegetal é predominantemente de floresta de manguezal. O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido com temperatura média do ar em torno de 24-26°C. Apresentam duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca com precipitações anuais entre 1750 e 2000 mm. Com base nos padrões de precipitação da região, a estação chuvosa ocorre de fevereiro até julho, com precipitações máximas em abril, maio e junho; já a estação seca ocorre entre os meses de setembro a janeiro, com estiagem mais rigorosa nos meses de outubro, novembro e dezembro (ALVARES et al., 2014). Por estar localizado numa região do semiárido, o rio Mamanguape é classificado com intermitente, sendo condicionado pelo período chuvoso (ARAÚJO, 2011), tendo a maior parte do aporte de água doce no estuário proveniente das chuvas que ocorrem no litoral, ao passo que durante período seco, a entrada da cunha salina pode se estender até as áreas mais superiores do estuário, devido a menor precipitação nessa região.

O canal principal foi dividido em três zonas de acordo com o gradiente de salinidade: superior (0,5-21,5), intermediária (28,2-48), inferior (50,7-53,2). A zona superior apresenta maior influência das águas continentais, enquanto a zona intermediária e a zona inferior apresentam maior influência das águas marinhas pela ação das marés (Figura 1).

Figura 1. Estuário do rio Mamanguape, Paraíba, com indicações das zonas de coleta do zooplâncton: 1) Superior, 2) Intermediária e 3) Inferior. (•) Representa cada ponto onde foram realizados os arrastos



Fonte: Lidiane Gomes, 2018.

2.2 Delineamento amostral

Todas as amostragens realizadas nesse estudo foram autorizadas através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), pelo instituto Chico Mendes de Conservação e Biodiversidade (ICMBio) (SISBIO: 24557-1; 27/10/2010).

As amostragens foram realizadas durante excursões com coletas no período chuvoso (maio, junho e julho) e seco (setembro, outubro e novembro) da região, no ano de 2018. Em cada zona, (Superior, Intermediária e Inferior) foram determinados quatro pontos de arrasto, e sua localização foi marcada com o GPS, totalizando 12 pontos ao longo do canal principal. Foram realizados arrastos horizontais de subsuperfície (1,50 m de profundidade) durante as marés enchentes diurnas (sizígia), utilizando um barco de motor de polpa a uma velocidade média de 1,5 nós, com duração de 5 minutos totalizando três arrastos por ponto (dois próximos nas margens e um no canal). Os arrastos foram realizados com uma rede de plâncton cônico-cilíndrica (60 cm de abertura de boca x 1,50 m de comprimento e abertura de malha de 200 micra) a qual foi amarrada a rede um peso de 5kg. Na entrada da rede foi posicionado um fluxômetro mecânico (General Oceanic) para determinar o volume de água filtrada em cada arrasto. As amostras foram preservadas em formol 4% tamponado e devidamente etiquetados com data, horário, local e arrasto. Antes de cada arrasto, foram aferidos os parâmetros ambientais de salinidade e temperatura da água (°C) com o auxílio da sonda multiparâmetro modelo Horiba, a transparência (cm) com o disco de Secchi e profundidade com profundímetro (NAKATANI et al., 2001). A produtividade primária foi quantificada através da análise de

Clorofila a ($\mu\text{g/l}$), da água seguindo a metodologia proposta por Wetzel e Likens (1991) e os dados referentes a intensidade do vento foram obtidos no site do INMET (2018).

2.3 Análise das amostras

No laboratório de Ecologia de Peixes da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), as amostras (300ml) foram homogeneizada em uma subamostra de 10 ml, quais serão removidas usando uma pipeta de Stempel, com reposição (Postel et al., 2000), sem seguida foram triadas com o auxílio de um microscópio estereoscópio onde os organismos planctônicos foram identificados em nível de família levando em consideração características como a forma do corpo, identificado até o menor nível taxonômico possível através dos trabalhos de Balech (1988), Boltovskoy (1999) e Foissner et al. (1999).

2.4 Processamento das amostras

A princípio, a fim de remover possíveis variáveis ambientais colineares, foi realizado o teste do Draftsman Plot, considerando variáveis colineares $|r| \geq 0,7$. Logo após, os dados das variáveis ambientais foram transformados em Log (x+1) e posteriormente normalizados para a construção de uma matriz de distância Euclidiana.

Para os dados bióticos, cada táxon teve seus números padronizados para o volume padrão 100m^3 , em que foi realizado o cálculo de densidade ($\text{ind. } 100\text{ m}^{-3}$). Foi usado o volume de água filtrado através da seguinte equação: $\Delta \text{ Flux} * 0,3\text{m} * 0,2827\text{m}^2 * 100 = \text{volume de água filtrado}$. Em que, $\Delta \text{ Flux}$ corresponde à diferença entre os valores final e inicial do fluxômetro, $0,3\text{m}$ é a distância de uma revolução do fluxômetro e $0,6\text{m}$ é o diâmetro da boca da rede, totalizando uma área de $0,2827\text{m}^2$ ($A=\pi r^2$) (LIMA et al., 2015). Os dados de densidade utilizados nas análises foram previamente transformados em raiz quadrada e utilizados para a construção de uma matriz de distância Euclidiana.

Para verificar as diferenças nas variáveis ambientais e na densidade de zooplâncton foi empregada a One-way PERMANOVA (9999 permutações) com o design de um fator e dois níveis fixos (Estação: chuva e seca) (ANDERSON et al., 2008). Além disso, a One-way PERMANOVA também foi realizada para cada zona estuarina separadamente a fim de verificar as diferenças das variáveis ambientais e da densidade de zooplâncton entre as estações.

A fim de visualizar quais variáveis foram preditoras para o zooplâncton em ambas as estações, foi utilizado o Modelo de Regressão Linear Baseado em Distância (DistLM). O método utilizado para selecionar o modelo final foi o “Best”, de acordo com o Critério de Informação de Akaike (AIC) (LEGENDRE; ANDERSON, 2001; McARDLE; ANDERSON,

2001). Posteriormente foi empregada a análise de redundância baseada em distância (dbRDA). Para compreender a composição do zooplâncton no sistema estuarino foram calculadas as frequências numéricas (FN) dos táxons nas duas estações e para cada zona estuarina separadamente.

3 RESULTADOS

As variáveis ambientais não apresentaram colinearidade entre si. A PERMANOVA, para as mesmas, apresentou diferenças significativas entre estações (Pseudo-F= 70.131; $p= 0,001$). Em relação a PERMANOVA realizada para cada zona separada: superior (Pseudo-F= 33.059; $p= 0,001$), intermediária (Pseudo-F= 25.691; $p= 0,001$) e inferior (Pseudo-F= 32.349; $p= 0,001$) também apresentou diferenças significativas.

As maiores médias das variáveis de salinidade, temperatura, intensidade do vento e clorofila estiveram relacionadas a estação da seca, enquanto a transparência e profundidade foram maiores na estação chuvosa (Tabela 1). Para a estação seca, a salinidade apresentou variações entre as zonas, com as maiores salinidades na zona inferior (35-42). A temperatura e transparência apresentaram variações entre 26-31 °C e 50-110 cm, respectivamente, indicando maiores valores na zona superior, enquanto profundidade (0,84-15,63 m) e clorofila (0,05-0,50 µg/l) apresentaram maiores valores na zona intermediária para a mesma estação. Para a estação chuvosa, as maiores salinidades também ocorrem na zona inferior (18-39), mas a temperatura e transparência apresentam um padrão diferente da estação seca, com maiores valores na zona intermediária (24,5-28,9 °C) e inferior (10-320 cm), respectivamente. A profundidade (3,51-12,06) e clorofila (0,01-0,12) permaneceram com maiores valores na zona intermediária.

Tabela 1. Média, erro padrão e variação das variáveis ambientais para as zonas amostradas em ambas as estações, no estuário do rio Mamanguape-PB.

Variáveis ambientais	Chuvosa						Seca					
	Superior		Intermediária		Inferior		Superior		Intermediária		Inferior	
	Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação	Média	Variação
Salinidade	4,87 (±0,83)	0,2-15	13,88 (±1,87)	10-31	27,94 (±0,91)	18-39	25,23 (±0,69)	15-32	34,34 (±0,36)	29-38	38,91 (±0,29)	35-42
Temperatura (°C)	26,43 (±0,17)	24-27,7	27,00 (±0,19)	24,5-28,9	26,46 (±0,13)	24,5-27,3	28,46 (±0,19)	26-31	28,17 (±0,16)	26,5-30	28,24 (±0,23)	22-30
Transparência (cm)	66,71 (±3,94)	40-120	63,75 (±4,06)	20-100	113,29 (±14,94)	10-320	76,00 (±2,85)	50-110	44,00 (±2,84)	10-90	46,47 (±2,24)	20-70
Profundidade (m)	2,5 (±0,26)	0,84-6,45	6,78 (±0,37)	3,51-12,06	4,83 (±0,21)	2,07-7,83	2,54 (±0,26)	0,87-7,92	6,62 (±0,62)	0,84-15,63	4,09 (±0,27)	1,41-7,23
Intensidade vento (m/s)	3,89 (±0,09)	2,57-5,47	3,89 (±0,09)	2,57-5,47	3,89 (±0,09)	2,57-5,47	4,83 (±0,07)	3,79-6,21	4,83 (±0,07)	3,79-6,21	4,83 (±0,07)	3,79-6,21
Clorofila (µg/l)	0,04 (±0,00)	0,02-0,12	0,05 (±0,01)	0,01-0,12	0,05 (±0,01)	0,01-0,21	0,21 (±0,02)	0,06-0,47	0,22 (±0,02)	0,05-0,50	0,17 (±0,02)	0,01-0,47

Fonte: Elaborado por Diele Emele, 2022.

Um total de 37 táxons pertencentes ao zooplâncton foram registrados ao longo do estuário do rio Mamanguape. A PERMANOVA para verificar as diferenças na densidade do zooplâncton apresentou diferenças significativas entre estações (Pseudo- $F_{1,210}=9,2377$; $p=0,0011$). As análises de PERMANOVA realizadas para a zona superior (Pseudo- $F=12,639$; $p=0,0001$), zona intermediária (Pseudo- $F=11,445$; $p=0,0001$) e zona inferior (Pseudo- $F=9,8231$; $p=0,0001$) também diferiam significativamente entre as estações.

Os táxons que apresentaram maiores contribuições ($FN>1\%$) para a comunidade zooplanctônica foram Rotifera, Zoa de Brachyura, Náuplio de Cirripedia, Calanoida, Cyclopoida, Náuplio de Copépoda, Harpacticoida, Larva de Gastrópoda e Appendicularia (Tabela 2). Calanoida e Cyclopoida foram responsáveis pelas maiores frequências numéricas em ambas as estações e todas as zonas, fazendo parte de pelo menos 30% do zooplâncton em cada zona estuarina.

Entre as estações, as contribuições dos táxons Calanoida e Cyclopoida apresentaram um padrão inverso, com Cyclopoida apresentando maiores valores na estação chuvosa, enquanto Calanoida apresentou maiores contribuições na estação da seca.

Na estação chuvosa, as maiores contribuições de Calanoida estiveram ligadas a zona inferior (36,71%), enquanto Cyclopoida apresentou maiores valores ligados a zona superior (50,60%). Além destes, outros táxons de menor frequência numérica também contribuíram para as diferentes zonas. Os que maior contribuíram para a zona superior e intermediária foram os mesmos: Rotífera (3,92% e 1,77%, respectivamente), Zoa de Bracyura (2,85% e 2,25%, respectivamente), Náuplio de Copépoda (4,97% e 1,51%, respectivamente) e Náuplio de Cirripedia (3,63% e 19,14%, respectivamente), com Rotifera estando presente apenas nesta estação. Na zona inferior, os táxons que maior contribuíram foram Zoa de Brachyura (1,28%), Náuplio de Cirripedia (14,57%), Harpacticoida (1,33%) e Appendicularia (1,30%) (Tabela 2).

Na estação da seca, Calanoida teve a sua maior contribuição na zona superior (70,65%), enquanto Cyclopoida apresentou maior contribuição na zona intermediária (43,56%). Os outros táxons que maior contribuíram para a zona superior foram Náuplio de Cirripedia (1,54%) e Náuplio de Copépoda (1,39%), enquanto na zona intermediária e inferior os táxons foram Zoa de Brachyura (5,69% e 2,22%, respectivamente), Náuplio de Cirripedia (1,93% e 3,12%, respectivamente), Náuplio de Copépoda (1,69% e 2,28%, respectivamente), Harpacticoida (1,74% e 17,12%, respectivamente), Larva de Gastropoda (1,97% e 3,20%, respectivamente) e Appendicularia (2,50%), sendo este último apresentando maiores contribuições apenas para a zona intermediária (Tabela 2).

De acordo com a análise da dbRDA, os dois primeiros eixos apresentaram 83.5% da explicabilidade total (Figura 2). O eixo 1 da dbRDA apresentou 51,5% da variação total, mas não houve uma separação visível dos dados. O eixo 2 da dbRDA apresentou 32% da variação total, explicando a separação temporal do zooplâncton juntamente com as variáveis ambientais. Na parte superior do diagrama houve maiores correlações com a transparência para a estação chuvosa e na parte inferior a estação da seca teve maior correlação com a clorofila, intensidade do vento, profundidade, salinidade e temperatura. Os táxons que apresentaram maiores correlações com a estação chuvosa foram Calanoida, Cyclopoida, Larva de Bivalvia, Náuplio de Cirripedia, Náuplio de Penaeidae, Rotífera e Cladocera tendo maior ocorrência nessas áreas e maior correlacionada com a transparência. Na estação da seca os táxons com maiores correlações foram Caprellidae, Cumacea, Luciferidae e Megalopa de Brachyura, tiveram maior ocorrência e maior correlação com a intensidade do vento, profundidade, clorofila, salinidade e temperatura (Figura 2).

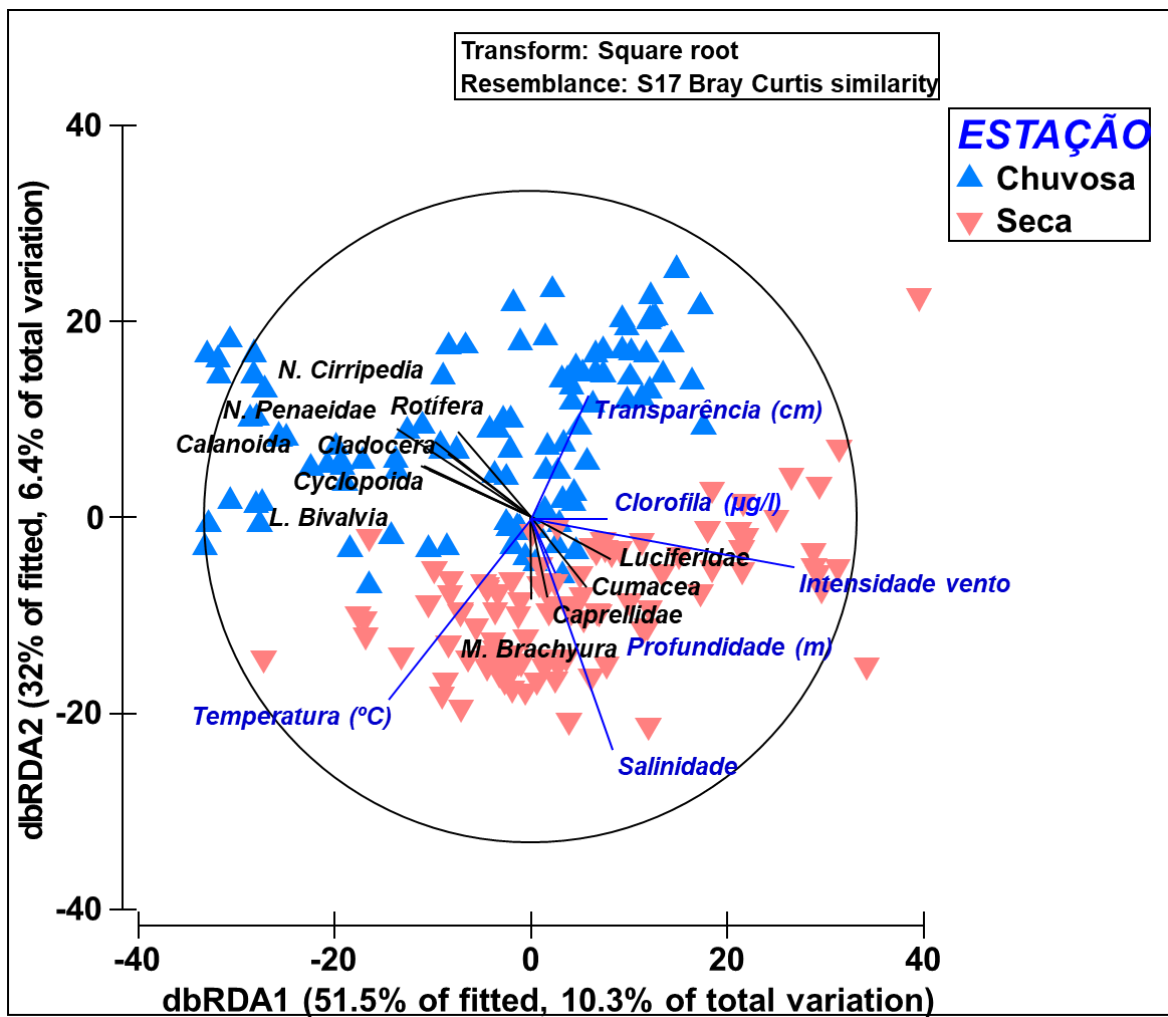
Tabela 2. Frequência numérica (FN) dos grupos do zooplâncton encontrados nas três zonas estuarinas (Superior, Intermediária e Inferior) e nas duas estações (chuvosa e seca). Estágios de desenvolvimento: L = Larvae; Pr= Protozoa; M= Megalopa. Z= Zoea, N = Náuplio.

Classificação superior	Grupos taxonômicos	CHUVOSA			SECA			
		Superior	Intermediária	Inferior	Superior	Intermediária	Inferior	
Foraminifera	Foraminifera	-	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,05	
Acctinopoda	Radiolaria	0,01	<0,01	-	-	-	-	
Hydrozoa	Hydromedusae	-	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Rotifera	Rotifera	3,92	1,77	0,31	-	-	-	
Spirotrichea	Tintinnida	-	0,06	0,10	<0,01	0,02	0,01	
Polychaeta	Polychaeta (L.)	0,01	<0,01	0,08	<0,01	0,04	0,79	
Branchiopoda	Cladocera	0,24	0,11	0,09	-	-	-	
Malacostraca	Penaeidae	-	<0,01	<0,01	0,01	0,03	0,04	
	Penaeidae (N.)	0,04	0,02	0,02	-	<0,01	-	
	Penaeidae (Z.)	0,01	0,02	0,02	<0,01	0,01	0,03	
	Penaeidae (Pr.)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,06	
	Luciferidae	-	<0,01	-	<0,01	0,01	0,23	
	Luciferidae (Pr.)	-	-	<0,01	-	<0,01	0,31	
	Eremita (Z.)	-	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	
	Brachyura (Z.)	2,85	2,25	1,28	0,59	5,69	2,22	
	Brachyura (M.)	0,02	-	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	
	Cumacea	<0,01	-	<0,01	0,03	0,01	0,12	
	Tanaidacea	<0,01	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	
	Isopoda	0,26	0,05	0,07	0,06	0,13	0,08	
	Gammaridae	0,04	-	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	
	Caprellidae	<0,01	-	<0,01	<0,01	0,03	0,12	
	Maxillopoda	Cirripedia	-	-	<0,01	0,02	-	<0,01
		Cypris (L.)	0,05	0,01	0,04	0,05	0,24	0,25
Cirripedia (N.)		3,63	19,14	14,57	1,54	1,93	3,12	
Calanoida		31,34	31,42	36,71	70,65	39,10	45,21	
Cyclopoida		50,60	41,36	41,87	23,74	43,56	22,65	
Copépoda (N.)		4,97	1,51	0,92	1,39	1,69	2,28	
Poecilostomatoida		0,07	<0,01	0,03	<0,01	0,05	0,20	
Harpacticoida	0,59	0,63	1,33	0,32	1,74	17,12		

	Ostracoda	0,11	0,03	0,01	0,31	0,02	0,05
	Tegastidae	<0,01	<0,01	0,06	0,06	0,16	0,03
Gastropoda	Gastropoda (L.)	0,99	0,47	0,37	0,43	1,97	3,20
Bivalvia	Bivalvia (L.)	0,13	0,42	0,64	0,24	0,76	0,97
Ectoprocta	Cifonauta (L.)	-	-	-	-	-	0,01
	Chaetognatha	-	<0,01	0,02	<0,01	0,14	0,16
Echinodermata	Asteroidea (L.)	-	-	<0,01	-	-	0,04
Appendicularia	Appendicularia	<0,01	0,55	1,30	0,42	2,50	0,46

Fonte: Elaborado por Diele Emele, 2022.

Figura 2. Análise de ordenação redundante baseada em distância (dbRDA) com as variáveis selecionadas e suas correlações com o zooplâncton nas estações chuvosa e seca, no estuário rio Mamanguape, PB.



Fonte: Elaborado por Diele Emele, 2022.

4 DISCUSSÃO

A comunidade zooplancônica do estuário do rio Mamanguape apresentou diferentes contribuições ao longo da variação temporal. A estação chuvosa é responsável pelas maiores contribuições de Cyclopoida, enquanto na estação da seca existe uma dominância na comunidade zooplancônica promovida por Calanoida. Esses táxons são comuns em ecossistemas estuarinos, apresentando uma maior capacidade de tolerância às diferentes variáveis ambientais em comparação a outros táxons (ESKINAZI-SANT'ANNA; BJÖRNBERG, 2006; WILLIAMS; MUXAGATA, 2006, BALQIS et al., 2016; SALVADOR; BERSANO, 2017). O padrão inverso das contribuições de Calanoida e Cyclopoida entre estações pode ser indicativo de diferentes períodos reprodutivos, tendo em vista que são influenciados também pela temperatura (PETERSON, 2001). Nos resultados, essa alta tolerância aos parâmetros ambientais permitiu a presença desses táxons em ambas as estações e em todas as zonas estuarinas, e assim, são importantes por contribuir consideravelmente na composição da comunidade zooplancônica, garantindo assim, alimento para espécies de níveis tróficos superiores (DAHLGREN et al., 2006; VASCONCELLOS et al., 2018).

As variações nas características ambientais entre as estações também contribuiu para que haja a diferenciação na distribuição do zooplâncton. Os resultados apresentaram 32% da variação total explicando a separação temporal do zooplâncton juntamente com as variáveis ambientais, onde a estação chuvosa esteve correlacionada com a transparência e a estação seca com a salinidade, temperatura, profundidade e intensidade do vento. Essas flutuações nas características químicas e físicas dos estuários promovem as mudanças no estabelecimento das espécies em cada período e cada zona, de acordo com suas capacidades de tolerância, funcionando como filtros ambientais (DAVID et al., 2016; CLOERN et al., 2017).

A pluviosidade contribuiu para a entrada de nutrientes nos sistemas estuarinos, estimulando a produção primária e aumentando o fluxo de água doce, que conseqüentemente resulta em uma diminuição da salinidade (KIMMERER, 2002, KIMMEL e ROMAN, 2004). A influência da salinidade nos estuários está associada à intrusão salina e às taxas de evaporação (TELESH; KHLEBOVICH et al., 2010). Os táxons como Rotifera e Cladocera, que são característicos de águas doce (ROUGIER et al., 2006), estiveram mais correlacionados no estudo com a estação chuvosa, tendo em vista que esse período foi responsável pelas menores salinidades. Houve um aumento considerável da salinidade na estação seca, principalmente na zona superior, impossibilitando o estabelecimento desses organismos e por esta razão, não foram registrados esses táxons nesta estação.

Na estação seca, período em que há menores taxas de precipitação e temperaturas mais elevadas, ocorre uma alta taxa de evaporação, provocando assim o aumento da salinidade, reduzindo a riqueza estuarina, pois segundo alguns autores os táxons que permanecem nesse período são representados por indivíduos que são mais tolerantes e com capacidade osmótica avançada (NIELSON et al., 2008; JENSEN et al., 2010). Nos resultados notamos que existem maiores contribuições de Larva de Gastropoda na estação seca e na zona inferior, onde há uma maior salinidade, uma vez que já foi registrada a maior tolerância a essas condições por esse táxon (PECHENIK et al., 2003). Além disso, a salinidade pode influenciar a desova, incubação e taxa de sobrevivência das espécies do zooplâncton (LAWRENCE et al., 2004; MATIAS-PERALTA et al., 2005). Um estudo realizado por Krug et al. (2021), indica que a salinidade influencia no tempo de eclosão de Larvas de Gastropoda, ocorrendo um atraso nesse processo em salinidades mais baixas.

O gradiente salino presente ao longo do sistema estuarino do rio Mamanguape também contribuiu para as diferenças na distribuição do zooplâncton. Na estação chuvosa, as contribuições de Rotifera, Zoea de Brachyura e Náuplio de Copépoda diminuíram com o aumento da salinidade, em contrapartida Náuplio de Cirripedia, Harpacticoida e Appendicularia aumentaram. Na estação seca, período em que há menores taxas de precipitação e temperaturas mais altas, favoreceu táxons que apresentam maior associação com áreas mais salinas como Náuplio de Cirripedia, Harpacticoida, Larva de Gastropoda e Appendicularia (VEADO et al., 2008; KRUG et al., 2021). O estabelecimento desses táxons em habitats específicos de acordo com suas especificidades fisiológicas e períodos reprodutivos favorecem as espécies de peixes zooplantívoros, que utilizam esses organismos como recursos alimentares. Um estudo desenvolvido com peixes zooplantívoros no estuário do rio Mamanguape apresenta a importância da disponibilidade dos táxons Calanoida, Harpacticoida, larva Cypris e larvas de Brachyura nas áreas mais salinas, contribuindo para a dieta das espécies de peixes (MACÁRIO et al., 2021)

Estudos sobre os padrões de distribuição do zooplâncton estuarino nas escalas temporais são fundamentais para entender a dinâmica desses ecossistemas. Além disso, por se tratar de organismos que estão na base da cadeia alimentar aquática e por apresentarem sensibilidade às mudanças ambientais, podem contribuir para estudos de teias alimentares e para avaliação da qualidade dos ecossistemas estuarinos.

5 CONCLUSÃO

As escalas temporais influenciam na distribuição da comunidade zooplanctônica, determinando os padrões de abundância e composição dos táxons ao longo do estuário. Os fatores abióticos também são responsáveis por moldar essa comunidade. A salinidade, temperatura, transparência, profundidade, intensidade do vento e a clorofila, podem servir como barreira ecofisiológica para alguns organismos. O zooplâncton possui um importantíssimo papel na cadeia alimentar, interligando os níveis tróficos e no estuário Mamanguape notou-se que os copépodes Calanoida e Cyclopoida apresentam uma maior representatividade, sustentando a cadeia alimentar aquática e sendo responsáveis pelo fluxo de energia, refletindo assim a importância desses táxons. Desta forma, estudos acerca dos padrões de distribuição temporal dos organismos do zooplâncton em escalas locais, também ajudam na compreensão das mudanças em escalas globais, já que esses organismos apresentam rápidas respostas às alterações ambientais e que estamos inseridos em um contexto de mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ABLE, KENNETH W. A re-examination of fish estuarine dependence: evidence for connectivity between estuarine and ocean habitats. **Estuarine, Coastal and Shelf science**, v. 64, n. 1, p. 5-17, 2005.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDERSON, M.J.; GORLEY, R.N.; CLARKE, K.R. **PERMANOVA for PRIMER: guide to software and statistical methods**. PRIMER-E Ltd., Plymouth, United Kingdom, 2008.

ARA, K. Temporal variability and production of *Euterpina acutifrons* (Copepoda: Harpacticoida) in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 453, n. 1, p. 177-187, 2001.

AUSTIN, M. P. et al. Competition and relative yield: estimation and interpretation at different densities and under various nutrient concentrations using *Silybum marianum* and *Cirsium vulgare*. **The Journal of Ecology**, p. 157-171, 1988.

BALECH, E. Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental. **Publ. Espec. Inst. Esp. Oceanogr.**, v. 1, p. 1-310, 1988.

BALQIS, A. R. S. et al. Seasonal variations of zooplankton biomass and size-fractionated abundance in relation to environmental changes in a tropical mangrove estuary in the Straits of Malacca. **Journal of Environmental Biology**, v. 37, n. 4, p. 685, 2016.

BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. Seasonal changes in density, biomass, and diversity of estuarine fishes in tidal mangrove creeks of the lower Caeté Estuary (northern Brazilian coast, east Amazon). **Marine Ecology Progress Series**, v. 256, p. 217–228, 2003.

BARNETT, ALLAIN J.; FINLAY, KERRI; BEISNER, BEATRIX E. Functional diversity of crustacean zooplankton communities: towards a trait-based classification. **Freshwater Biology**, v. 52, n. 5, p. 796-813, 2007.

BEAUGRAND, G., IBANEZ, F., REID, P.C. Spatial, seasonal and long-term fluctuations of plankton in relation to hydroclimatic features in the English Channel, Celtic Sea and Bay of Biscay. **Marine Ecology Progress Series**, v. 200, 93–102, 2000.

BECK, M. W.; HECK, K. L.; ABLE, K. W.; CHILDERS, D. L.; EGGLESTON, D. B.; GILLANDERS, B. M.; HALPERN, B.; HAYS, C. G.; HOSHINO, K.; MINELLO, T. J.; ORTH, R. J.; SHERIDAN, P. F.; WEINSTEIN, M. P. The identification, conservation, and management

of estuarine and marine nurseries for fish and invertebrates. **Biomedical Science**, v. 51, p. 633–641, 2001.

BLABER, S. J. M.; BLABER, T. G.. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal Of Fish Biology**, v. 17, n. 2, p.143-162, ago. 1980.

BOLTOVSKOY, D. South Atlantic Zooplankton Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 1999.

CAMPOS, C.C. Qual o efeito da hipersalinidade na distribuição de copépodes em um estuário tropical? Fortaleza: **Programa De Pós-Graduação Em Ciências Marinhas Tropicais**, 2018.

CEARRETA, ALEJANDRO et al. Recent anthropogenic impacts on the Bilbao estuary, northern Spain: geochemical and microfaunal evidence. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, n. 4, p. 571-592, 2000.

CHEW, L.; CHONG, V.C. Estrutura e abundância da comunidade de copépodes em um estuário de mangue tropical, com comparações com águas costeiras. **Hidrobiologia**, v. 666, n. 1, pág. 127-143, 2011.

CLOERN, J. E. et al. Variabilidade do ecossistema ao longo do gradiente de salinidade do estuário: Exemplos de estudo de longo prazo da Baía de São Francisco. **Limnologia e Oceanografia**, v. 62, n. S1, pág. S272-S291, 2017.

CORNWELL, W. K.; SCHWILK, D. W.; ACKERLY, D. D. A trait-based test for habitat filtering: convex hull volume. **Ecology**, v. 87, n. 6, p. 1465-1471, 2006.

COSTANZA, ROBERT et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

DAHLGREN, C. P. et al. Marine nurseries and effective juvenile habitats: concepts and applications. **Marine Ecology Progress Series**, v. 312, p. 291-295, 2006.

DAUVIN, JEAN-CLAUDE; RUELLET, THIERRY. The estuarine quality paradox: is it possible to define an ecological quality status for specific modified and naturally stressed estuarine ecosystems?. **Marine Pollution Bulletin**, v. 59, n. 1-3, p. 38-47, 2009.

DAVID, V.; SELLESLAGH, J.; NOWACZYK, A.; DUBOIS, S.; BACHELET, G.; BLANCHET, H.; GOUILLIEUX, B.; LAVESQUE, N.; LCONTE, M.; SAVOYE, N.; SAUTOUR, B.; LOBRY, J. Estuarine habitats structure zooplankton communities: implications for the pelagic trophic pathways. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 179, p.99-111, 2016.

- DAVID, VALÉRIE et al. Long-term changes of the zooplankton variability in a turbid environment: the Gironde estuary (France). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 64, n. 2-3, p. 171-184, 2005.
- DAY, J. H.; BLABER, S. J. M.; WALLACE, J. H. Estuarine fishes. **Estuarine ecology: with particular reference to southern Africa**/edited by JH Day, 1981.
- ELLIOTT, M.; DE JONGE, V. N. The management of nutrients and potential eutrophication in estuaries and other restricted water bodies. In: **Nutrients and Eutrophication in Estuaries and Coastal Waters**. Springer, Dordrecht. p. 513-524, 2002.
- ELLIOTT, M.; McLUSKY, D. S. The need for definitions in understanding estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v. 55, p. 815-827, 2002.
- ELLIOTT, M.; QUINTINO, V. The Estuarine Quality Paradox, Environmental Homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. **Marine Pollution Bulletin**. v. 54, p. 640-645, 2007.
- ELLIOTT, MICHAEL; WHITFIELD, ALAN K. Challenging paradigms in estuarine ecology and management. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 94, n. 4, p. 306-314, 2011.
- ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; BJÖRNBERG, T. K. S. Seasonal dynamics of mesozooplankton in Brazilian coastal waters. **Hydrobiologia**, v. 563, n. 1, p. 253-268, 2006.
- FLINDT, MOGENS R. et al. Nutrient cycling and plant dynamics in estuaries: a brief review. **Acta Oecologica**, v. 20, n. 4, p. 237-248, 1999.
- FOISSNER, Wilhelm. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. **Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft**, v. 3, n. 99, p. 1-793, 1999.
- FRONEMAN, P. W. Zooplankton community structure and biomass in a southern African temporarily open/closed estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 60, n. 1, p. 125-132, 2004.
- GILI, JOSEP-MARIA. Towards a transitory or ephemeral key habitat concept. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 17, n. 10, p. 453, 2002.
- GONÇALVES, A. M. M. et al. Fatty acid profiling reveals seasonal and spatial shifts in zooplankton diet in a temperate estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 109, p. 70-80, 2012.
- GUSCHIN, IRINA A.; HARWOOD, JOHN L. Algal lipids and effect of the environment on their biochemistry. In: **Lipids in aquatic ecosystems**. Springer, New York, NY. p. 1-24, 2009.

HARRIS, S. A.; CYRUS, D. P.; BECKLEY, L. E. Horizontal trends in larval fish diversity and abundance along an ocean-estuarine gradient on the Northern KwaZulu-Natal Coast, South Africa. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 53, p. 221–235, 2001.

HARTWICH, Melanie et al. Oligotrophication of a large, deep lake alters food quantity and quality constraints at the primary producer–consumer interface. **Oikos**, v. 121, n. 10, p. 1702–1712, 2012.

JENSEN, E. et al. Community structure and diel migration of zooplankton in shallow brackish lakes: role of salinity and predators. **Hydrobiologia**, v. 646, n. 1, p. 215–229, 2010.

KIMMERER, W. J. Effects of freshwater flow on abundance of estuarine organisms: physical effects or trophic linkages? **Marine Ecology Progress Series**, v. 243, p. 39–55, 2002.

KIMMERER, WILLIAM J. et al. Analysis of an estuarine striped bass population: effects of environmental conditions during early life. **Estuaries**, v. 24, n. 4, p. 557–575, 2001.

KIMMEL, D. G.; ROMAN, M. R. Tendências de longo prazo na abundância do mesozooplâncton na Baía de Chesapeake, EUA: influência da entrada de água doce. **Marine Ecology Progress Series**, v. 267, p. 71–83, 2004.

KIØRBOE, THOMAS. Small-scale turbulence, marine snow formation, and planktivorous feeding. **Scientia Marina**, v. 61, n. Suppl., p. 141–158, 1997.

KRUG, P. J.; SHIMER, E.; RODRIGUEZ, V. A. Tolerância diferencial e adaptação sazonal ao estresse de temperatura e salinidade em um limite de faixa dinâmica entre gastrópodes estuarinos. **O Boletim Biológico**, v. 241, n. 1, pág. 105–122, 2021.

LAM-HOAI, T.; GUIRAL, DANIEL; ROUGIER, C. Seasonal change of community structure and size spectra of zooplankton in the Kaw River estuary (French Guiana). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 68, n. 1–2, p. 47–61, 2006.

LAWRENCE, D.; VALIELA, I.; TOMASKY, G. Estuarine calanoid copepod abundance in relation to season, salinity, and land-derived nitrogen loading, Waquoit Bay, MA. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 61, n. 3, 2004.

LI, K. Z. et al. Spatial and temporal variations of mesozooplankton in the Pearl River estuary, China. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 67, n. 4, p. 543–552, 2006.

LIMA, A. R. A.; BARLETTA, M.; COSTA, M. F. Seasonal distribution and interactions between plankton and microplastics in a tropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 165, p. 213–225, 2015.

MACÁRIO, B. S. et al. The effect of habitat structure and the interactions between four juvenile fishes and zooplankton-prey in a tropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 261, p. 107528, 2021.

MACHADO, I.; CALLIARI, D.; DENICOLA, A.; RODRÍGUEZ-GRÁNA, L. Coupling suitable prey field to in situ fish larval condition and abundance in a subtropical estuary. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**. v.187, p. 31-42, 2017.

MALLIN, Michael A.; PAERL, Hans W. Planktonic trophic transfer in an estuary: seasonal, diel, and community structure effects. **Ecology**, v. 75, n. 8, p. 2168-2184, 1994.

MATIAS-PERALTA, H. et al. Effects of some environmental parameters on the reproduction and development of a tropical marine harpacticoid copepod *Nitocra affinis* f. *californica* Lang. **Marine Pollution Bulletin**, v. 51, n. 8, 2005.

NAKATANI, Keshiyu. **Ovos e larvas de peixes de água doce: desenvolvimento e manual de identificação**. Eletrobrás; Uem, 2001.

NIELSEN, D. L. et al. Do fresco ao salino: uma comparação de zooplâncton e comunidades de plantas que se desenvolvem sob um gradiente de salinidade com comunidades que se desenvolvem sob níveis constantes de salinidade. **Pesquisa Marinha e de Água Doce**, v. 59, n. 7, pág. 549-559, 2008.

PARAÍBA, Governo do Estado da. Agência executiva de gestão das águas do Estado da Paraíba (AESA). GeoPortal Aesa. **Mapa das Mesorregiões do Estado da Paraíba. Disponível em:** <<http://geo.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em, v. 30, 2016.

PECHENIK, J. A.; MARSDEN, I. D.; PECHENIK, Oliver. Efeitos da temperatura, salinidade e exposição ao ar no desenvolvimento do gastrópode pulmonado estuarino *Amphibola crenata*. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 292, n. 2, p. 159-176, 2003.

PETERSON, W. T. Patterns in stage duration and development among marine and freshwater calanoid and cyclopoid copepods: a review of rules, physiological constraints, and evolutionary significance. **Hydrobiologia**, v. 453, n. 1, p. 91-105, 2001.

RICHMOND, COURTNEY E.; WETHEY, DAVID S.; WOODIN, SARAH A. Climate change and increased environmental variability: demographic responses in an estuarine harpacticoid copepod. **Ecological Modelling**, v. 209, n. 2-4, p. 189-202, 2007.

ROSA, J. C. L.; ALBERTO, M. D.; RIBAS, W. M. M.; NEVES, M. H. C. B.; FERNANDES, L. D. A. Spatial variability in the ichthyoplankton structure of a subtropical hypersaline lagoon. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. 2, p. 149-156, 2016.

SALVADOR, B.; BERSANO, J. G. F. Zooplankton variability in the subtropical estuarine system of Paranaguá Bay, Brazil, in 2012 and 2013. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 199, p. 1-13, 2017.

SANTOS-WISNIEWSKI, M. J. et al. Aspects of the life cycle of *Chydorus pubescens* Sars, 1901 (Cladocera, Chydoridae). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 3, p. 305-310, 2006.

SCHALLENBERG, M.; HALL, C. J.; BURNS, C. W. Consequences of climate-induced salinity increases on zooplankton abundance and diversity in coastal lakes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 251, p. 181-189, 2003.

SELLESLAGH, JONATHAN et al. Seasonal succession of estuarine fish, shrimps, macrozoobenthos and plankton: Physico-chemical and trophic influence. The Gironde estuary as a case study. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 112, p. 243-254, 2012.

SPRULES, W. G.; BOWERMAN, J. E. Omnivory and food chain length in zooplankton food webs. **Ecology**, v. 69, n. 2, p. 418-426, 1988.

STRYDOM, N. A. Patterns in Larval Fish Diversity, Abundance, and Distribution in Temperate South African Estuaries. **Estuaries and Coasts**, v. 38, p. 268-284, 2015.

TEICHERT, NILS et al. Living under stressful conditions: Fish life history strategies across environmental gradients in estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 188, p. 18-26, 2017.

TELESH, IRENA V.; KHLEBOVICH, VLADISLAV V. Principal processes within the estuarine salinity gradient: a review. **Marine Pollution Bulletin**, v. 61, n. 4-6, p. 149-155, 2010.

VASCONCELLOS, R. M. et al. Do closely related species share of feeding niche along growth? Diets of three sympatric species of the mojarras (Actinopterygii: Gerreidae) in a tropical bay in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 101, n. 6, p. 949-962, 2018.

VEADO, Ludmilla Dias Ad-víncula et al. Variação espaço-temporal do zooplâncton do baixo estuário do rio Itajaí-Açu, SC. 2008.

WANIEK, JOANNA J. et al. Freshwater control of onset and species composition of Greenland shelf spring bloom. **Marine Ecology Progress Series**, v. 288, p. 45-57, 2005.

WANIEK, JOANNA J. The role of physical forcing in initiation of spring blooms in the northeast Atlantic. **Journal of Marine Systems**, v. 39, n. 1-2, p. 57-82, 2003.

WETZEL, Robert G.; LIKENS, Gene E. Inorganic nutrients: nitrogen, phosphorus, and other nutrients. In: **Limnological analyses**. Springer, New York, NY, 1991. p. 81-105.

WHITTAKER, RICHARD H.; NIERING, WILLIAM A. Vegetation of the Santa Catalina Mountains, Arizona: a gradient analysis of the south slope. **Ecology**, v. 46, n. 4, p. 429-452, 1965.

WICKSTEAD, JOHN H. **Marine zooplankton** . Edward Arnold, 1976.

WILLIAMS, J. A.; MUXAGATA, E. The seasonal abundance and production of *Oithona nana* (Copepoda: Cyclopoida) in Southampton Water. **Journal of Plankton Research**, v. 28, n. 11, p. 1055-1065, 2006.