



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JOSÉ SANDRIEL DA COSTA MELO

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DO ZOOPLÂNCTON, EXCETO COPEPODA, DE
DOIS SISTEMAS ESTUARINOS DO NORDESTE DO BRASIL**

Recife

2025

JOSÉ SANDRIEL DA COSTA MELO

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DO ZOOPLÂNCTON, EXCETO COPEPODA, DE
DOIS SISTEMAS ESTUARINOS DO NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de biólogo(a).

Orientador (a): Mauro de Melo Júnior

Recife
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Ana Catarina Macêdo – CRB-4 1781

M528c Melo, José Sandriel da Costa.
Composição e estrutura do zooplâncton, exceto Copepoda, de dois sistemas estuarinos do Nordeste do Brasil / José Sandriel da Costa Melo. – Recife, 2025.
36 f.

Orientador(a): Mauro de Melo Júnior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2025.

Inclui referências.

1. Zooplâncton. 2. Estuários. 3. Bioindicadores. 4. Água - Qualidade 5. Brasil, Nordeste. I. Melo Júnior, Mauro de, orient. II. Título

CDD 574

JOSÉ SANDRIEL DA COSTA MELO

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DO ZOOPLÂNCTON, EXCETO COPEPODA, DE
DOIS SISTEMAS ESTUARINOS DO NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas da Universidade
Federal Rural de Pernambuco, como
requisito parcial para obtenção do título
de biólogo(a).

Aprovado em: 14/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior (Orientador)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Simone Maria de Albuquerque Lira (Examinadora Interna)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Camila Ângela Oliveira da Silva (Examinadora Suplente)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

*Dedico este trabalho a minha mãe Isabel, por ser aquela que
me incentiva a viver.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por ter dado essa oportunidade a mim, em seguida, à Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de estudar em um local tão lindo e com um ótimo corpo docente. Aos professores, técnicos, monitores, e todos aqueles que, de alguma forma, acrescentaram aprendizado à minha formação.

A minha família, que vem me apoiado em todos esses anos de curso, e acreditado em mim e no meu desenvolvimento como pessoa. Em especial, a minha mãe, tia e avó, que mais me deram forças e incentivos.

A turma SB1 (2020.2), que foram indispensáveis para minha sobrevivência na graduação, sem uma turma como essa, não sei se chegaria até o final. Também em especial ao grupo mais próximo, que nunca me deixou falhar, e ensinou somente coisas boas e me proporcionou boas lembranças. Obrigado por mostrar um outro lado de viver a vida. Obrigado Laura, Renata, Evellyn, Sara, Livia, Saulo, Gabriel, Malu, Melissa, Emanuel e Kelvin, eu não sei o que seria de mim sem vocês juntos, espero que sejamos amigos para a vida toda.

Aos membros do LEPLANC/UFRPE, por todas as conversas e contribuições. Agradeço a Mylena, Vitória, Alef e Marcella, por sempre me inspirarem a ser uma pessoa melhor. Ao professor Mauro, pela oportunidade e honra de trabalhar com ele, e por ter me recebido de portas abertas em seu laboratório, obrigado por todos os conselhos e por me ensinar a amar o meu trabalho, o Sr foi a pessoa mais importante em minha graduação. Aos “Leplankers”, que sempre estiveram ali para apoiar e ajudar em todos os momentos, a Naara, Gabi, Edu, Camila, Eduarda, Bruna e Clara, em especial a Rafael e Mari, que me mostraram que o ambiente pode se tornar mais leve, com as pessoas certas, eu amo muito vocês.

E, por último, mas não menos importante, aos meus amigos do ensino fundamental/médio, pelas contribuições diretas ou indiretas, principalmente a Gabi e João Paulo, por terem sido meu porto seguro fora do ambiente acadêmico. Devo o mundo a vocês e espero que a gente não se afaste nunca.

"Não desista por causa das frustrações, acredite em seus sonhos e faça" (Dreamcatcher, 2020).

RESUMO

O presente estudo investigou o zooplâncton como bioindicador da qualidade da água de dois sistemas estuarinos do Nordeste do Brasil, comparando os resultados com amostras coletadas em Itamaracá - PE e Baía de Todos os Santos - BA. Foram analisadas diferenças na composição e abundância dos organismos, identificando grupos indicadores das condições ambientais. O meroplâncton foi representado por 5 grupos, com destaque para Hydrozoa e Polychaeta, correspondendo a 84% da abundância total. A abundância absoluta média foi de 92,4 ind. m⁻³, variando de 6,5 a 82,3 ind. m⁻³. Na Bahia, a elevada presença de Hydrozoa, representante do meroplâncton, e Chaetognatha, que faz parte do holoplâncton, sugeriu uma melhor qualidade da água, enquanto em Pernambuco, a predominância de Polychaeta e Cirripedia indicou impactos ambientais mais acentuados. A estabilidade dos parâmetros abióticos na Bahia sugere que interações bióticas podem modular a comunidade planctônica, enquanto em Pernambuco, a influência de fatores ambientais parece ter sido mais evidente. Essas diferenças podem estar associadas a variações na salinidade, temperatura e disponibilidade de matéria orgânica, além de impactos antrópicos. O estudo reforça a importância do zooplâncton como ferramenta de monitoramento ecológico, evidenciando sua sensibilidade a alterações ambientais. A detecção de grupos bioindicadores pode contribuir para estratégias de conservação e manejo sustentável dos estuários, auxiliando na preservação da biodiversidade e mitigação dos impactos antrópicos. A partir dos resultados obtidos o presente trabalho traz contribuições significativas para o estudo do zooplâncton e sua utilização como indicador ambiental das regiões estudadas.

Palavras-chave: zooplâncton, bioindicadores, qualidade de água, estuários, nordeste do Brasil.

ABSTRACT

The present study investigated zooplankton as a bioindicator of water quality in two estuarine systems in the Northeast of Brazil, comparing the results with samples collected in Itamaracá - PE and Baía de Todos os Santos - BA. Differences in the composition and abundance of organisms were analyzed, identifying indicator groups of environmental conditions. The meroplankton was represented by five groups, with Hydrozoa and Polychaeta standing out, accounting for 84% of the total abundance. The average absolute abundance was 92.4 ind. m⁻³, ranging from 6.5 to 82.3 ind. m⁻³. In Bahia, the high presence of Hydrozoa, a meroplankton representative, and Chaetognatha, part of the holoplankton, suggested better water quality, while in Pernambuco, the predominance of Polychaeta and Cirripedia indicated more significant environmental impacts. The stability of abiotic parameters in Bahia suggests that biotic interactions may regulate the planktonic community, whereas in Pernambuco, the influence of environmental factors seemed more evident. These differences may be associated with variations in salinity, temperature, and organic matter availability, in addition to anthropogenic impacts. The study reinforces the importance of zooplankton as an ecological monitoring tool, highlighting its sensitivity to environmental changes. The detection of bioindicator groups can contribute to conservation strategies and sustainable estuary management, aiding in biodiversity preservation and mitigating anthropogenic impacts. Based on the obtained results, this study provides significant contributions to the research on zooplankton and its use as an environmental indicator in the studied regions.

Keywords: zooplankton, bioindicators, water quality, estuaries, northeast of brazil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|-----------|
| Figura 1 – Mapa dos pontos de coleta da Baía de Todos-os-Santos. | 22 |
| Figura 2 – Mapa dos pontos de coleta de Pernambuco. | 24 |
| Gráfico 1 - Frequência de Ocorrência (%) entre os grupos encontrados | 26 |
| Gráfico 2 - Frequência de ocorrência em Itamaracá | 29 |
| Gráfico 3 - Média de indivíduos entre Bahia e Itamaracá. | 31 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - Número de indivíduos encontrados nas amostras do recôncavo baiano (ind.m ³)..... | 25 |
| TABELA 2 - Dados abióticos, com média, desvio padrão e coeficiente de Variação(%)..... | 28 |
| TABELA 3 - Número de indivíduos encontrados nas amostras de Pernambuco(ind./m ³)..... | 30 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 16 |
| 3 | OBJETIVOS | 20 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 4.1 | Coleta de Amostras | 22 |
| 4.1.1 | Coletas de zooplâncton | 22 |
| 4.1.2 | Atividades de laboratório | 22 |
| 4.1.3 | Análise de dados | 22 |
| 4.2 | Amostras de Pernambuco | 22 |
| 5.0 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 5.1 | Amostras da Bahia | 25 |
| 5.2 | Amostras de Pernambuco | 28 |
| 5.3 | Comparação Pernambuco - Bahia | 30 |
| 6.0 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 32 |
| | REFERÊNCIAS | |

1 INTRODUÇÃO

Os estuários são ecossistemas de transição entre ambientes dulcícolas e marinhos, caracterizados por grande variabilidade físico-química e biológica. Essas regiões desempenham um papel fundamental na manutenção da biodiversidade, servindo como berçário para diversas espécies marinhas e sustentando atividades socioeconômicas, como a pesca e a aquicultura (ODUM, 2004). Entretanto, devido à sua dinâmica complexa e à crescente pressão antrópica, os estuários estão sujeitos a alterações ambientais que podem comprometer sua qualidade e funcionalidade ecológica (BARLETA et al., 2019). A interação entre as águas continentais e marinhas nos estuários cria um ambiente único, onde a salinidade varia ao longo do tempo e do espaço, influenciada por fatores como marés, precipitação e vazão dos rios. Esse gradiente de salinidade determina a composição das comunidades biológicas presentes, afetando a distribuição e abundância das espécies (PONTES., EL-ROBRINI, 2008)

A produtividade dos estuários é amplamente sustentada pelo plâncton, um grupo de organismos microscópicos que vivem suspensos na coluna d'água e que constitui a base das cadeias alimentares aquáticas. O plâncton é dividido em fitoplâncton, composto por organismos autotróficos capazes de realizar fotossíntese, e zooplâncton, formado por organismos heterotróficos que se alimentam do fitoplâncton e de outros microrganismos (MARGALEF, 1983), mas outros grupos também compõem o plâncton (bactérias, fungos, protozoários). A dinâmica do plâncton nos estuários está diretamente relacionada às condições ambientais, como disponibilidade de nutrientes, temperatura, turbidez e ação das marés. Alterações nesses fatores podem impactar significativamente a composição e biomassa planctônica, tornando esses organismos excelentes bioindicadores da qualidade da água e das mudanças ecológicas em ecossistemas estuarinos (MACEDO, 2017; OTSUKA, 2016).

Dentre os grupos de zooplâncton, destaca-se a distinção entre holoplâncton e meroplâncton. O holoplâncton compreende organismos que passam todo o seu ciclo de vida na fase planctônica, como copépodes e quetognatos (BRANDINI, 1988). Já o meroplâncton inclui formas larvais de diversos organismos bentônicos e

nectônicos, como moluscos, crustáceos e equinodermos, que utilizam a fase planctônica para dispersão e desenvolvimento antes de se estabelecerem no substrato (ANGELESCU, 1977). O meroplâncton é particularmente relevante como indicador ambiental porque suas larvas são sensíveis a variações nas condições físico-químicas da água, refletindo impactos ambientais como poluição, eutrofização e alterações nos regimes hidrodinâmicos.

O holoplâncton é composto por organismos que passam todo o seu ciclo de vida na comunidade planctônica, sem apresentar fases bentônicas ou nectônicas. Esses organismos incluem protozoários, crustáceos, cnidários e moluscos, que desempenham um papel fundamental na cadeia alimentar aquática, servindo de alimento para organismos maiores, como peixes e mamíferos marinhos (Silva et al., 2021). Além disso, sua diversidade e abundância são utilizadas como indicadores da qualidade ambiental, visto que são sensíveis a mudanças nas condições oceânicas, como temperatura e disponibilidade de nutrientes (Medeiros & Rocha, 2019).

No contexto do sistema estuarino da Bahia, o zooplâncton tem sido pouco estudado como um indicador de qualidade da água, com a maioria dos estudos sendo focadas em outros componentes planctônicos, como fitoplâncton, ictioplâncton e habitats bentônicos. Estudos demonstram que alterações na diversidade e abundância de larvas planctônicas podem indicar a presença de contaminantes e mudanças no equilíbrio ecológico do sistema estuarino (NEUMANN-LEITÃO et al., 2008). Além disso, a relação entre o zooplâncton e a disponibilidade de habitats costeiros, como manguezais e pradarias de fanerógamas marinhas, reforça a importância desse grupo na avaliação da saúde dos ecossistemas estuarinos. O acompanhamento temporal das populações zooplanctônicas pode fornecer informações valiosas sobre o impacto de atividades humanas, como desmatamento de manguezais, lançamento de efluentes e dragagens, permitindo a adoção de estratégias eficazes para a conservação e recuperação desses ambientes (MELO., SIERRA., VEADO, 2011; OLIVEIRA., MOCHEL, 1999).

A importância do estudo do zooplâncton como indicador ambiental também se estende à compreensão das mudanças climáticas e seus efeitos sobre os ecossistemas estuarinos. O aumento da temperatura global, o aumento do nível do

mar e a acidificação dos oceanos são fatores que podem influenciar a distribuição e desenvolvimento das larvas planctônicas, modificando as interações ecológicas e os padrões de recrutamento das populações bentônicas. Dessa forma, o monitoramento do zooplâncton pode contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas para a mitigação dos impactos ambientais e para o manejo sustentável dos recursos naturais estuarinos (ROSENFELD., MULLER, 2020).

Estudos recentes têm demonstrado a importância da integração de abordagens multidisciplinares para a compreensão dos processos ecológicos nos estuários e para a definição de estratégias de gestão ambiental baseadas em evidências científicas (LANA et al., 2006).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A relevância do zooplâncton como bioindicador em ambientes estuarinos tem ganhado crescente atenção nos últimos anos, especialmente devido à sua sensibilidade a mudanças na qualidade da água. Estuários são zonas de transição entre ambientes terrestres e marinhos, marcados pela variação de fatores abióticos e carga de nutrientes, o que influencia diretamente a composição e a distribuição dos organismos meroplânctônicos (Day et al., 1989). A capacidade do zooplâncton de refletir as condições ambientais do ecossistema estuarino torna esses organismos uma ferramenta para o monitoramento da qualidade aquática (De-Carli, B.P et al., 2018)

O zooplâncton compreende uma ampla diversidade de organismos, como larvas de peixes, crustáceos e moluscos, que passam apenas parte do seu ciclo de vida na coluna d'água antes de se estabelecerem nos bentos ou em outros habitats. Essas larvas são extremamente sensíveis às condições ambientais, especialmente a salinidade e à disponibilidade de nutrientes, o que faz com que suas flutuações populacionais possam indicar alterações significativas na qualidade de água (McGowan & Walker, 1990). Além disso, estuários, por sua complexidade ecológica e elevada produtividade, são habitats de importância crítica para muitas espécies de interesse comercial, como peixes e crustáceos.

A preservação da qualidade de água nesses sistemas é fundamental para manter a integridade das populações de organismos meroplânctônicos e,

consequentemente, a estabilidade de toda a cadeia trófica (Kennish, 2002). No Brasil, os estuários são áreas de relevante interesse socioeconômico, uma vez que sustentam atividades como a pesca e o turismo, especialmente na costa da Bahia, onde o desenvolvimento urbano e industrial tem gerado impactos adversos na qualidade da água (Lacerda et al., 2001).

O uso de bioindicadores, como o meroplâncton, no monitoramento ambiental oferece inúmeras vantagens para a gestão de estuários. Devido à curta duração de sua fase de vida planctônica e à necessidade de condições ambientais específicas, as variações nas populações meroplanctônicas indicam alterações na qualidade da água, incluindo a presença de poluentes (Silva et al., 2014). As populações de meroplâncton podem ser usadas para monitorar a saúde dos estuários ao longo do tempo, permitindo a identificação de padrões de poluição e degradação ambiental. A diminuição na diversidade do meroplâncton em estuários brasileiros pode estar associada a níveis de metais pesados e resíduos industriais (Santos et al., 2018).

Uma pesquisa realizada por Andrade et al. (2018), em estuários do estado do Pará, indicou que o aumento de nutrientes oriundos da agricultura resultou em fenômenos de eutrofização, o que causou alterações nas comunidades planctônicas. O estudo mostrou que a proliferação de fitoplâncton e cianobactérias associada à eutrofização diminuiu a disponibilidade de oxigênio dissolvido, afetando negativamente as larvas de meroplâncton, especialmente de poliquetas e crustáceos.

A poluição por metais pesados também tem sido relacionada à diminuição da diversidade de zooplâncton. Santos et al. (2020) destacam que larvas de organismos bentônicos, como bivalves e gastrópodes, são particularmente suscetíveis à acumulação de metais, resultando em menores taxas de sobrevivência e mudanças nos padrões de desenvolvimento larval. A presença de metais como chumbo e mercúrio em águas estuarinas impacta negativamente o ciclo de vida dessas espécies, o que pode ser refletido na comunidade meroplanctônica, tornando-a um indicador sensível à poluição por metais pesados.

A urbanização crescente ao longo das zonas costeiras do Brasil, especialmente no Nordeste, tem intensificado a degradação ambiental de estuários. Andrade et al. (2020) examinaram o impacto da construção de infraestruturas

urbanas em áreas estuarinas e descobriram que essas atividades resultaram em alterações significativas na hidrodinâmica dos estuários, afetando diretamente as comunidades de microplâncton. O estudo mostrou que a construção de portos e a dragagem alteraram o regime de sedimentação e a qualidade da água, diminuindo a diversidade e a abundância de larvas planctônicas. Esses dados confirmam que o desenvolvimento costeiro é uma das principais ameaças à integridade dos estuários.

De acordo com Lira et al. (2018), a fragmentação dos habitats estuarinos, causada pela urbanização, também modifica os ciclos de vida de muitos organismos que dependem do microplâncton para sua reprodução e desenvolvimento. Isso afeta diretamente a renovação das populações bentônicas e a manutenção da biodiversidade nos estuários, além de comprometer serviços ecossistêmicos essenciais, como a produtividade pesqueira.

Embora o uso do zooplâncton como bioindicador seja amplamente reconhecido em várias partes do mundo, há uma carência de estudos regionais no Brasil, especialmente na região Nordeste. Contudo, algumas pesquisas recentes têm buscado preencher essa lacuna, evidenciando a relação entre a qualidade de água e a presença de organismos meroplanctônicos em estuários tropicais. Um estudo realizado por Vieira et al., em 2015, sobre estuários do nordeste brasileiro, mostra que as variações nas populações de larvas de moluscos e crustáceos estavam associadas ao escoamento agrícola e efluentes industriais. O estudo identificou que a presença de larvas de Polychaeta e Cirripedia pode ser um indicativo de eutrofização e degradação ambiental. Em outro estudo, Oliveira et al. (2019) analisaram as influências das variações sazonais de salinidade na composição meroplanctônica em estuários tropicais. O estudo revelou que a composição e abundância das larvas mudam de acordo com a variação de salinidade ao longo do ano, reforçando o potencial do zooplâncton como um indicador de alterações nos parâmetros abióticos.

O impacto das mudanças ambientais sobre os estuários também tem sido amplamente discutido. Almeida et al. (2020) investigaram a fragilidade ambiental do baixo curso do Rio Mearim, destacando o avanço da salinidade e a degradação ambiental como fatores críticos que alteram a biodiversidade local, incluindo organismos planctônicos (Almeida et al., 2020).

O uso do zooplâncton como bioindicador no monitoramento ambiental oferece inúmeras vantagens para a gestão de estuários. O monitoramento baseado em bioindicadores, como o zooplâncton, pode fornecer uma avaliação precoce da degradação ambiental antes que os impactos se tornem irreversíveis (Moraes et al., 2020). O zooplâncton pode ser facilmente incorporado a programas de monitoramento ambiental, complementando as análises tradicionais dos parâmetros físico-químicos da água.

Além disso, o monitoramento contínuo do zooplâncton pode auxiliar na formulação de políticas públicas para a conservação dos estuários, especialmente em regiões como a Bahia, onde a pressão antrópica sobre esses ecossistemas é crescente. A utilização de bioindicadores pode fornecer subsídios essenciais para o desenvolvimento de estratégias de manejo sustentável e proteção dos recursos hídricos (Silva et al., 2014).

A escolha do tema se fundamenta na relevância dos estuários como ecossistemas dinâmicos e essenciais para a biodiversidade e atividades humanas, especialmente nas regiões costeiras do Brasil. Estuários são zonas de transição entre ambientes terrestres e marinhos, caracterizadas por alta produtividade e vulnerabilidade a impactos antropogênicos, como poluição, urbanização e exploração de recursos (Almeida et al., 2020).

O meroplâncton, composto por organismos que passam apenas parte do seu ciclo de vida no plâncton, é altamente sensível a mudanças ambientais, o que o torna um bioindicador eficaz da qualidade da água (McGowan & Walker, 1990). Alterações nas populações meroplanctônicas podem refletir processos de degradação do habitat, presença de poluentes e desequilíbrios ecológicos, fornecendo informações essenciais para o monitoramento ambiental (Ortiz Contreras et al., 2021).

Na Bahia, os estuários enfrentam pressões crescentes devido a expansão urbana e industrial, resultando em impactos significativos na qualidade da água. A introdução de espécies bioinvasoras e o aumento da salinidade são fatores que afetam diretamente as comunidades aquáticas e os ciclos biogeoquímicos nesses ambientes (Senske et al., 2019; Sutti et al., 2018). Apesar desses desafios, há uma lacuna na aplicação de estudos focados no meroplâncton como indicador de qualidade ambiental na região, tornando a pesquisa inovadora e relevante.

Além disso, o uso de bioindicadores, como o meroplâncton, oferece uma ferramenta acessível e eficiente para o monitoramento ambiental, permitindo a implementação de estratégias de gestão e conservação sustentáveis. No Brasil, ainda há uma escassez de metodologias integradas que utilizem bioindicadores para avaliar de forma consistente a qualidade da água em estuários (Ferreira et al., 2022).

Dessa forma, o presente estudo pretende minimizar essa lacuna ao investigar o potencial do zooplâncton como indicador da qualidade da água em estuários do Nordeste. Os resultados poderão fornecer dados essenciais para a formulação de políticas públicas e estratégias de manejo ambiental mais eficazes, auxiliando na preservação desses ecossistemas e garantindo a sustentabilidade dos recursos hídricos e biodiversidade associada.

3 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL:

- Caracterizar o zooplâncton de dois sistemas estuarinos do Nordeste e estabelecer índices de qualidade das águas baseado em caracterização dos indicadores zooplanctônicos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Fazer uma análise comparativa entre as amostras coletadas na Bahia com as coletadas em Pernambuco

- Detectar o(s) potencial(is) grupo(s) indicador(es) das condições ambientais.

4 MATERIAIS E METODOS

As amostragens foram conduzidas em dois sistemas estuarinos do Nordeste do Brasil: As campanhas foram realizadas durante as marés vazantes diurnas, em maré de sizígia, na área próxima às desembocaduras estuarinas. Foram analisadas amostras destas campanhas (2 estuários x 1 malha x 7 pontos), totalizando 14 amostras fixas. As amostras foram depositadas na Coleção de Zooplâncton da UFRPE (CZ-UFRPE).

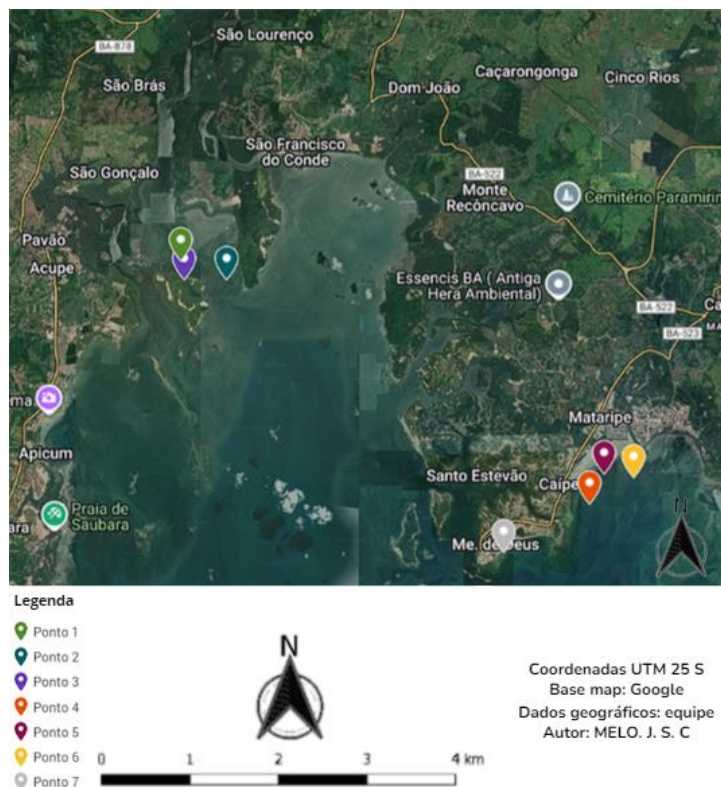
O monitoramento e a caracterização do zooplâncton foram realizados a partir das amostras de água dos trechos selecionados no presente projeto. Para área de estudo, foi considerado 7 pontos de amostragem, localizados nas áreas de grande conectividade ecossistêmica (selecionadas na campanha piloto). Neste caso, as amostras foram provenientes de coletas diurnas superficiais, na maré vazante (para caracterizar melhor o impacto dos estuários das bacias hídricas mais próximas) durante marés de sizígia.

4.1 Coleta de Amostras

4.1.1 Coleta de zooplâncton

No estuário baiano, localizado na Baía de Todos os Santos ($-12^{\circ} 47' 59.99''$ S, $-38^{\circ} 37' 59.99''$ W) foram coletadas amostras de zooplâncton em sete estações definidas nas visitas (Figura 01). Já no estuário de Pernambuco, as coletas foram feitas no Canal de Santa Cruz, Itamaracá ($07^{\circ} 44' 52''$ S, $34^{\circ} 49' 32''$ W) foram coletadas no ano de 2023, amostras de zooplâncton em sete estações definidas nas visitas piloto (Figura 02), considerando uma distância mínima entre cada ponto de coleta

Figura 1. Mapa dos pontos de coleta da Baía de Todos–os Santos.



Fonte: O autor, 2025.

As amostras quantitativas do plâncton foram provenientes de arrastos horizontais a partir de rede com malha de 200 μm (mesozooplâncton), imediatamente fixadas em solução de formol (4%). As redes foram lavadas entre os pontos de coleta para evitar contaminação cruzada.

Durante cada campanha de coleta, foram medidos parâmetros abióticos, utilizando Sonda Paramétrica Akso AK88 incluindo: Temperatura($^{\circ}\text{C}$), salinidade, condutividade, pH e turbidez, para serem utilizados e relacionados com a abundância e diversidade dos organismos para verificar a influência das variáveis ambientais na comunidade.

4.1.2 Atividades de laboratório.

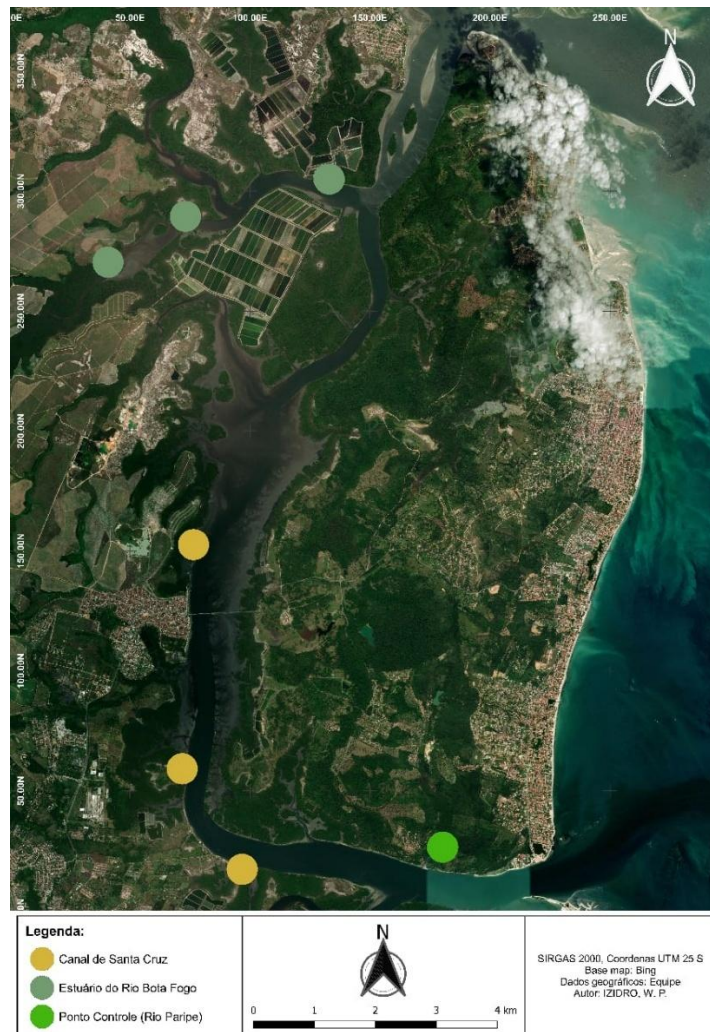
As amostras de zooplâncton foram analisadas quali-quantitativamente, sob estereomicroscópio e microscópio óptico, a partir de uma subamostra obtida da amostra diluída em um volume conhecido, em câmara de Sedgewick-Rafter adaptada para 2mL, utilizado literatura específica. Foi considerado o mínimo de 100 indivíduos por subamostra.

A identificação foi baseada em grandes grupos zoológicos. Foi feita uma análise comparativa utilizando coletas do estado de Pernambuco, com intuito de entender as comunidades destes locais e impulsionar o estudo destes organismos como indicadores de qualidade. As amostras foram padronizadas para evitar que ocorra discrepância das comparações.

4.1.3 Análise de dados.

Foi calculado a abundância, frequência de ocorrência, e abundância relativa dos principais grupos. As comparações entre as estações de coleta foram realizadas a partir da análise de variância não paramétrica. A densidade foi expressa como número de indivíduos por metro cúbico. Uma análise de correspondência canônica foi realizada para investigar as relações entre os parâmetros abióticos e a comunidade planctônica. Para as análises supracitadas, valores de $p < 0,05$ foram consideradas significativas.

Figura 2. Mapa dos pontos de coleta de Pernambuco.



Fonte: O autor, 2024

4.2 Amostras de Pernambuco

Para as amostras de Pernambuco, foi analisada uma subamostra equivalente a 1/8 da amostragem total do recipiente. Para identificação foi baseada, a princípio, em grandes grupos zoológicos.

Foi calculada a abundância total, frequência de ocorrência e abundância relativa dos grupos meroplancctônicos. Foi considerado valores de $p < 0,05$ como significativos.

5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Amostras da Bahia

Na amostragem feita na Bahia, foram identificados 5 táxons de meroplâncton, com destaque para: Hydrozoa, Polychaeta e Brachyura, sendo Hydrozoa o mais dominante, com média de 82 indivíduos. O grande número de Hydrozoa pode caracterizar que o ambiente estava com baixo ou nenhum impacto, visto que foi encontrado muitos indivíduos (YILMAZ et al., 2020). Também foi o grupo mais frequente, estando em 100% das amostras coletadas. Foram também considerados alguns representantes do holoplâncton. Entre os táxons de holoplâncton, Chaetognatha e Appendicularia tiveram maior ocorrência.

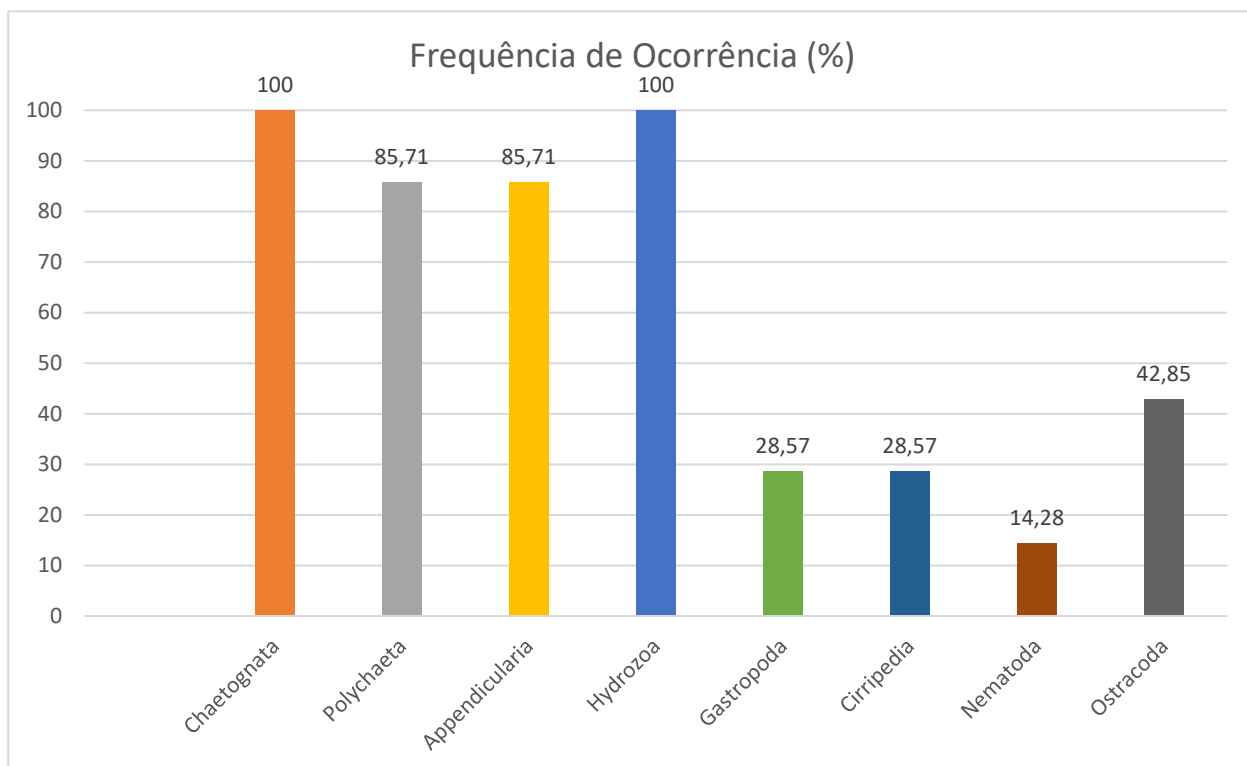
Tabela 1. Número de indivíduos encontrados nas amostras do recôncavo baiano (ind. m³).

| Grupos | Média | Desvio padrão | Coeficiente de Variação (%) |
|----------------|-------|---------------|-----------------------------|
| Hydrozoa | 82,3 | 153,6 | 186,7 |
| Nematoda | 0,2 | 0,4 | 264,6 |
| Polychaeta | 3,0 | 2,7 | 91,3 |
| Gastropoda | 0,3 | 0,8 | 242,1 |
| Ostracoda | 0,7 | 1,7 | 236,1 |
| Cirripedia | 0,3 | 0,6 | 235,8 |
| Chaetognatha | 7,8 | 7,4 | 95,3 |
| Brachyura | 6,5 | 7,7 | 118,0 |
| Appendicularia | 6,9 | 6,5 | 93,9 |

Fonte: O autor, 2025.

Foi encontrado um alto número de Chaetognatha, que pode corroborar com a boa qualidade da água, visto que um aumento desse grupo pode indicar águas limpas e bem oxigenadas (MORAES, JORDÃO, 2002). Como também são predadores, um alto número pode indicar alta disponibilidade de presas, como copépodes e outros pequenos crustáceos (GONÇALVES et al., 2018).

Gráfico 1 – Frequência de Ocorrência (%) entre os grupos encontrados



Fonte: O autor, 2025

Além dos táxons Chaetognatha e Hydrozoa, Appendicularia e Polychaeta são os dois mais frequentes. Appendicularia apresenta mais indivíduos que Polychaeta, que não chega a ser um número alarmante, visto que a abundância de Polychaeta pode indicar poluição orgânica na parte interna das áreas de estudo (Day, 1967).

Appendicularia apresentou cerca de 69 indivíduos, que dialoga diretamente com a presença de Chaetognatha, visto que ambos os dois grupos são sensíveis as mudanças, como temperatura, salinidade, e níveis de oxigênio dissolvido. A presença de ambos os grupos também pode indicar uma alta produtividade no ecossistema, com a abundância de presas para Chaetognatha (organismos planctônicos) e alimento para Appendicularia (pico-nanoplâncton, diatomáceas), sugerindo assim que há uma cadeia alimentar bem equilibrada (CARVALHO., BONECKER., 2016).

Tabela 2 – Dados abióticos, com média, desvio padrão e coeficiente de Variação (%).

| Dados Abióticos | TEMPERATURA | SALINIDADE | pH | mS/cm | Secchi |
|-----------------------------|-------------|------------|------|-------|--------|
| Média | 32,0 | 34,2 | 7,9 | 50,2 | 1,2 |
| Desvio padrão | 0,76 | 2,06 | 0,38 | 2,71 | 0,18 |
| Coeficiente de variação (%) | 2,38 | 6,02 | 4,84 | 5,40 | 14,65 |

Fonte: O autor, 2025.

Os valores abióticos analisados nos trechos estudados demonstram uma baixa variação, conforme evidenciado pelo coeficiente de variância, que permanece abaixo de 25%. Esse resultado indica uma relativa estabilidade nas condições ambientais ao longo das áreas avaliadas, sugerindo que a heterogeneidade observada no ambiente pode não estar diretamente relacionada a fatores físicos ou químicos do meio.

Nesse sentido, a variação estrutural do habitat pode ser impulsionada, em maior grau, por interações bióticas entre os organismos presentes. Estudos indicam que a dinâmica ecológica em ambientes com condições abióticas homogêneas pode ser fortemente influenciada por espécies engenheiras do ecossistema (OMAIYE; MOHD, 2019). Além disso, pesquisas demonstram que a diversidade de interações entre os organismos pode gerar padrões de distribuição espacial que promovem a heterogeneidade do ambiente, mesmo na ausência de variações significativas nos parâmetros físico-químicos do meio (ZHAO et al., 2019).

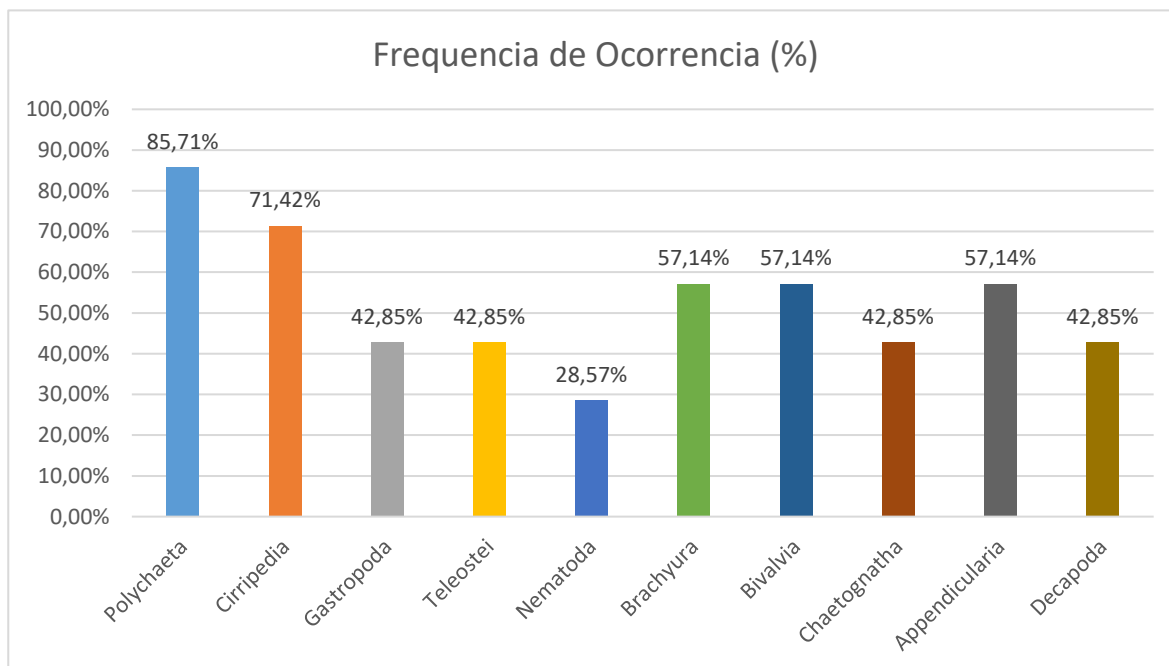
Dessa forma, a estabilidade dos fatores abióticos associada a heterogeneidade estrutural do ambiente pode ser um indicativo da influência das interações ecológicas na modulação da paisagem biológica estudada. A compreensão das relações entre fatores bióticos e abióticos é essencial para a conservação da biodiversidade e a gestão ecológica de diferentes ambientes (TOWNSED; FUHLENDORF, 2010).

5.2 Amostras de Pernambuco

Nas amostras coletadas em Pernambuco, foram encontrados 10 grupos, entre eles: Polychaeta, Decapoda, Cirripedia e Bivalvia. Nenhum dos grupos foram encontrados em 100% das amostras, com Polychaeta sendo o mais frequente, com

85,71% de ocorrência, seguido de Cirripedia, que esteve presente em 71,42% das amostras analisadas.

Gráfico 2 – Frequência de ocorrência em Itamaracá.



Fonte: O autor, 2024.

É visto um grande número de Bivalvia, que indica que o ambiente está favorável para o desenvolvimento e sobrevivência dessas larvas, além disso, presença de larvas de Bivalvia, como as Véliger, sugere que a água é de boa qualidade, pois esses organismos são sensíveis a poluição e mudanças na salinidade e temperatura (Chícharo, 1996). Também é visto um número próximo nos grupos Brachyura e Appendicularia, onde também indica um ótimo número de nutrientes no local de coleta. O meroplâncton faz cerca de 78,59% dos indivíduos encontrados, com Bivalvia sendo 18,37% desse número, seguido de Appendicularia e Brachyura, com 16,33% cada um. Os grupos Chaetognatha e Appendicularia fazem parte do holoplâncton, sendo os 21,41% restantes de indivíduos encontrados.

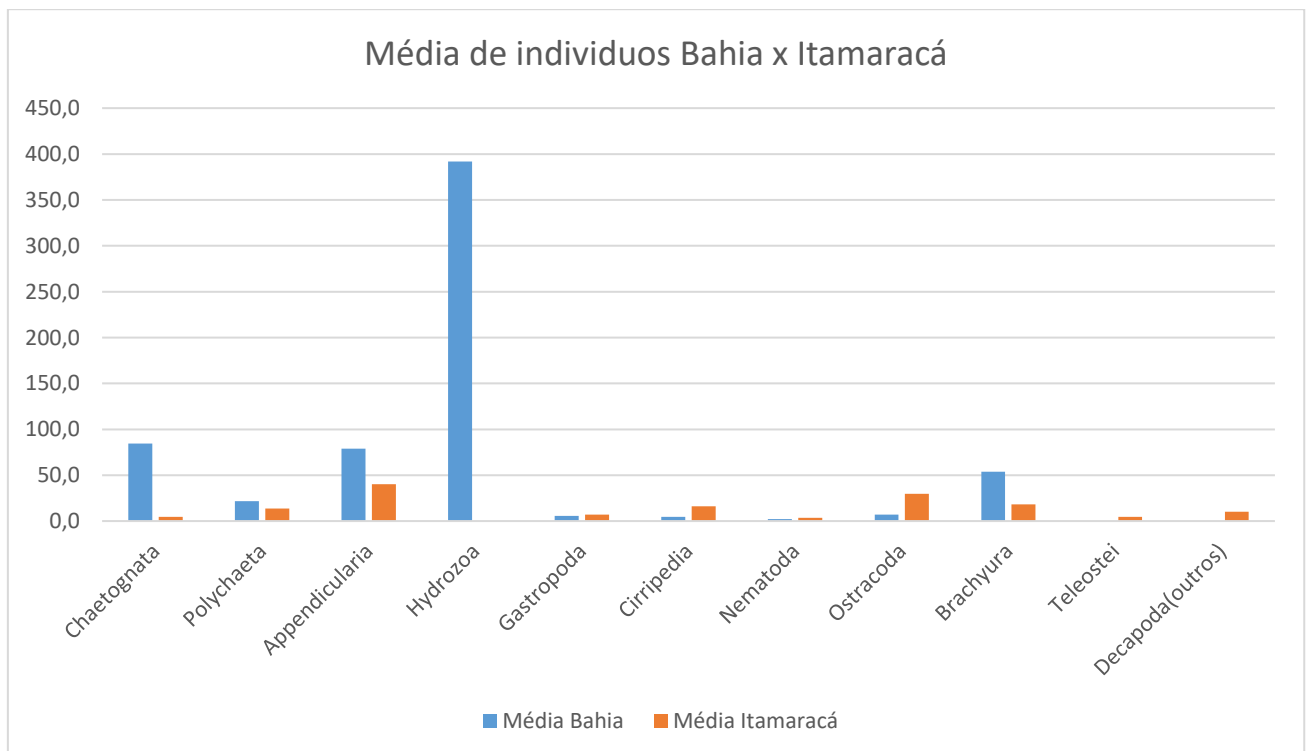
Tabela 3 – Número de indivíduos encontrados nas amostras de Pernambuco(ind./m³).

| Grupos | Média | Desvio Padrão | Coeficiente de Variância (%) |
|----------------|-------|---------------|------------------------------|
| Polychaeta | 13,7 | 22,0 | 80,5 |
| Cirripedia | 16,0 | 47,9 | 76,4 |
| Gastropoda | 6,9 | 19,1 | 170,8 |
| Teleostei | 4,6 | 19,3 | 137,7 |
| Nematoda | 3,4 | 33,8 | 183,6 |
| Brachyura | 18,3 | 69,8 | 117,7 |
| Bivalve | 29,7 | 77,8 | 165,0 |
| Chaetognatha | 4,6 | 19,3 | 137,7 |
| Appendicularia | 40,0 | 68,2 | 171,7 |

Fonte: O autor, 2024.

5.3 Comparação Pernambuco – Bahia

Gráfico 3 – Média de indivíduos entre estuário da Bahia e Itamaracá.



Fonte: O autor, 2025.

Após ser feito a junção de ambos os dados, ficou evidenciado que ambos os ambientes possuem uma diversidade de organismos estuarinos, incluindo

Chaetognatha, Polychaeta, Appendicularia e Hydrozoa, entre outros. No entanto, as quantidades registradas de cada grupo variam consideravelmente entre os locais, o que reflete diferenças ambientais e ecológicas. Segundo Silva et al. (2020), a distribuição dos organismos estuarinos está diretamente relacionada a fatores como salinidade, temperatura e disponibilidade de matéria orgânica.

Uma diferença notável é a abundância de Hydrozoa, que apresentou valores elevados na Bahia, enquanto em Itamaracá o grupo não possui representantes. Isso pode indicar diferenças na salinidade e na estrutura do habitat entre os dois locais, conforme demonstrado por Oliveira e Souza (2018), que identificaram a influência das marés e da hidrodinâmica local na distribuição desses organismos.

Por outro lado, alguns grupos como Polychaeta, foram encontrados em ambos os locais com abundâncias semelhantes sugerindo que podem ser mais tolerantes a variações ambientais e ter uma distribuição mais ampla nos estuários. Estudos como os de Mendes e Cardoso (2019) destacam a resiliência de Polychaeta em ambientes com variações de salinidade e disponibilidade de alimento.

Além disso, a presença de certos grupos exclusivamente em um dos locais pode refletir condições ambientais específicas que favorecem ou limitam sua ocorrência. Essas diferenças podem estar associadas a fatores como temperatura, disponibilidade de nutrientes e características físicas do estuário, visto que a qualidade da água está diretamente ligada a diversidade de macroinvertebrados estuarinos (Lima et al., 2021).

Com base nessa análise, é possível concluir que, apesar das similaridades na composição dos grupos taxonômicos, a abundância e a distribuição desses organismos variam consideravelmente entre os dois estuários estudados, refletindo as características ecológicas de cada ambiente. De acordo com Ferreira e Almeida (2022), o monitoramento contínuo é de grande importância para entender melhor as dinâmicas ecológicas desses ecossistemas e sua resposta a fatores ambientais e impactos antrópicos.

6.0 Considerações Finais

O presente estudo analisou o zooplâncton como bioindicador da qualidade de água de um trecho do sistema estuarino do Recôncavo Baiano, comparando as amostras coletadas nessa região com as provenientes de Itamaracá-PE. A pesquisa permitiu identificar grupos zooplanctônicos que podem atuar como potenciais indicadores das condições ambientais, fornecendo informações relevantes para o monitoramento desses ecossistemas.

Os resultados apontaram diferenças significativas na composição e abundância dos organismos entre as regiões estudadas. Na Baía de Todos-os-Santos, a elevada presença de Hydrozoa e Chaetognatha sugere uma boa qualidade da água, enquanto no Canal de Santa Cruz, a predominância de Polychaeta e Cirripedia pode indicar impactos ambientais mais acentuados. Essas diferenças podem estar relacionadas a fatores como salinidade, temperatura e matéria orgânica, além de possíveis influências antrópicas.

A estabilidade dos parâmetros abióticos no recôncavo baiano reforça a hipótese de que a variação estrutural da comunidade planctônica pode ser impulsionada principalmente por interações bióticas, enquanto em Pernambuco, a composição do zooplâncton indica maior influência de variações ambientais e de impactos externos.

Esse estudo reforça a importância do zooplâncton como ferramenta de monitoramento ambiental, destacando sua sensibilidade a alterações nas condições físico-químicas da água. A detecção de grupos bioindicadores pode contribuir para estratégias de conservação e manejo sustentável dos estuários, auxiliando na preservação da biodiversidade e mitigação dos impactos antrópicos.

A sazonalidade das coletas pode influenciar os resultados, visto que o plâncton é sempre muito dinâmico, o que sugere a necessidade de estudos futuros que abarquem um período mais longo de monitoramento e uma diversidade de locais. Além disso, a aplicação de análises poderia aprimorar a identificação taxonômica e fornecer informações mais detalhadas sobre as comunidades planctônicas.

Por fim, a presente pesquisa contribui para o conhecimento sobre o uso do zooplâncton como indicador da qualidade da água em sistemas estuarinos tropicais. Espera-se que os dados obtidos possam servir de base para futuras investigações e

subsidiar políticas públicas voltadas para a gestão sustentável desses ecossistemas, garantindo a manutenção dos serviços ecossistêmicos que os estuários oferecem à biodiversidade e às comunidades humanas. Por fim o trabalho apresenta dados significativos, comprovando a utilização do zooplâncton como indicador ambiental, ainda mais quando se compara com outras regiões.

REFERÊNCIAS

- ANGELESCU, V. Ecologia e bionomia dos estuários. Buenos Aires: Instituto de Biologia Marinha, 1977.
- BARLETA, M.; JAUREGUIZAR, A. J.; BAIGUN, C. Biodiversidade e ecologia de estuários tropicais. *Marine Ecology Progress Series*, v. 634, p. 1-20, 2019.
- BOLTOVSKOY, D. Zooplankton of the South Atlantic Ocean. Leiden: Backhuys Publishers, 1999.
- BRANDINI, F. Composição e distribuição do zooplâncton na plataforma continental sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 36, n. 2, p. 117-129, 1988.
- CARLSON, R. E. A trophic state index for lakes. *Limnology and Oceanography*, v. 22, p. 361-369, 1977.
- DAY, J. W.; HALL, C. A.; KEMP, W. M.; YAÑEZ-ARANCIBIA, A. Estuarine ecology. 2nd ed. Wiley, 2013.
- HUTCHINSON, G. E. A treatise on limnology. Vol. 2: Introduction to lake biology and the limnoplankton. New York: Wiley, 1967.
- LANA, P. C.; D'INCAO, F.; LEME, M. H. Macrofauna bentônica de estuários tropicais e subtropicais brasileiros. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 54, p. 41-54, 2006.
- MARGALEF, R. Perspectives in ecological theory. Chicago: University of Chicago Press, 1983.
- NEUMANN-LEITÃO, S.; EL-ROBRINI, M.; SCHWAMBORN, R. Zooplankton and ichthyoplankton biodiversity in estuaries. *Coastal Ecosystems*, v. 29, p. 245-261, 2008.
- ODUM, E. P. Ecologia. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.
- ALMEIDA, Juliana Lopes; SILVA, Viena Aparecida Ribeiro; SANTOS, Juliana Sales dos; SANTOS, Jessflan Rafael Nascimento; ARAÚJO, Mayara Lucyanne Santos de; PYLES, Marcela Venelli; SILVA, Fabrício Brito. O cenário de fragilidade ambiental do baixo curso do Rio Mearim. 2020.
- CONTRERAS, Liz Ortiz; ORTEGA, Bori; MÉNDEZ, P.; TIERRA, Patricio. Evolution and identification of aquatic macroinvertebrates like bioindicators of water quality. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.*, 2021.
- DE-CARLI, B. P. et al. Meroplâncton como bioindicador em ambientes estuarinos: uma revisão. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 66, n. 2, p. 215-230, 2018.
- YILMAZ, Izzet Noyan; MARTELL, Luis; TOPCU, Nur Eda; ISINIBILIR, Melek. Benthic hydrozoan assemblages as potential indicators of environmental health in a

Mediterranean marine protected area. *Mediterranean Marine Science*, v. 21, n. 1, p. 36-46, 2020.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002.

GONÇALVES, Gabriel Gonçalves et al. Análise da comunidade planctônica na região da REBIO do Arvoredo (~ 27.3° S, ~ 48.4° O), com ênfase em Chaetognatha em relação a estrutura oceanográfica da zona eufótica. 2018.

DAY, J. H., Polychaeta of Southern África. Part I, Errantia. Part II, Sedentaria. London: Publ. British Museum. 110p, 1967.

RAMOS, Adolfo de Souza; OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; ARAÚJO, Thiago Moreira de Rezende. Qualidade da água: parâmetros e métodos mais utilizados para análise de água de recursos hídricos superficiais. *Holos Environment*, v. 19, n. 2, p. 205-219, 2019.

CARVALHO, Pedro F. de; BONECKER, Sergio L. C. Variação da composição e abundância das espécies da Classe Appendicularia e seu uso como potenciais bioindicadoras de regiões e massas de água superficiais na área da Bacia de Campos, Rio de Janeiro, Brasil. 2016.

OMAIYE, O. J.; MOHD, M. H. The Roles of Biotic Interactions and Environmental Factors on Multispecies Dynamics. *Open Journal of Ecology*, 2019.

ZHAO, X.-F.; HAO, Y.-Q.; ZHANG, D.-Y.; ZHANG, Q.-G. Local biotic interactions drive species-specific divergence in soil bacterial communities. *The ISME Journal*, 2019.

TOWNSEND, D. E.; FUHLENDORF, S. Evaluating Relationships between Spatial Heterogeneity and the Biotic and Abiotic Environments. *American Midland Naturalist*, 2010.

CHEN, F.; CHEN, X.-Y.; MAO, Y.-B. Heterogeneous signals in plant–biotic interactions and their applications. *Science China Life Sciences*, 2019.

GALLUCCI, F.; CHRISTOFOLETTI, R. A.; FONSECA, G.; DIAS, G. M. The Effects of Habitat Heterogeneity at Distinct Spatial Scales on Hard-Bottom-Associated Communities. *Diversity*, 2020.

STEIN, A.; GERSTNER, K.; KREFT, H. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology Letters*, 2014.

FERREIRA, R.; ALMEIDA, J. Dinâmica ecológica em estuários tropicais. *Revista de Ecologia Marinha*, v. 15, n. 2, p. 102-120, 2022.

LIMA, P. et al. Qualidade da água e sua influência na macrofauna estuarina. *Estudos Ambientais*, v. 8, n. 3, p. 55-70, 2021.

MENDES, T.; CARDOSO, F. Tolerância de Polychaeta a variações ambientais. *Ecologia Aquática*, v. 12, n. 1, p. 33-48, 2019.

OLIVEIRA, M.; SOUZA, L. Hidrodinâmica e a distribuição de organismos estuarinos. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v. 22, n. 4, p. 200-215, 2018.

SILVA, C. et al. Influência dos fatores ambientais na fauna estuarina. *Biologia Costeira*, v. 10, n. 1, p. 78-95, 2020.

DRAKE, P.; ARIAS, A.M. & RODRÍGUEZ, A. 1998. Seasonal and tidal abundance patterns of decapod crustacean larvae in a shallow inlet (SW Spain). *Journal of Plankton Research*. 20(3):585-601.

DE OLIVEIRA DIAS, Cristina et al. Biomonitoring of the mesoplanktonic community in a polluted tropical bay as a basis for coastal management. *Ocean & Coastal Management*, v. 161, p. 189-200, 2018.

YUSOF, A. M.; YANTA, N. F.; WOOD, A. K. H. The use of bivalves as bio-indicators in the assessment of marine pollution along a coastal area. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, v. 259, p. 119-127, 2004.

DOMINGOS, FX Valdez et al. Multibiomarker assessment of three Brazilian estuaries using oysters as bioindicators. *Environmental Research*, v. 105, n. 3, p. 350-363, 2007.

SOUSA, Carlos Romildo Santos de et al. Diversidade e abundância dos caranguejos estuarinos (Crustacea, Brachyura) dos manguezais do rio Benfica, Benevides, Pará. 2021. Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém.

ANDRADE, et al. Impactos da urbanização em estuários tropicais: uma abordagem integrada. *Revista Brasileira de Ecologia*, 2018.