



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO – *Campus VIII*
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PESCA

USO DE COPEPODA COMO BIOINDICADOR AMBIENTAL EM UMA
TILAPICULTURA NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO MOXOTÓ, RIO SÃO
FRANCISCO, BRASIL

PAULO AFONSO
2025

JOÃO VITOR RODRIGUES GOMES DA SILVA

USO DE COPEPODA COMO BIOINDICADOR AMBIENTAL EM UMA
TILAPICULTURA NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO MOXOTÓ, RIO SÃO
FRANCISCO, BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC),
apresentado à Universidade do Estado
da Bahia como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Pesca.

Orientadora: Profa. Dra. Tâmara de
Almeida e Silva.

PAULO AFONSO
2025


JOÃO VITOR RODRIGUES GOMES DA SILVA

USO DE COPEPODA COMO BIOINDICADOR AMBIENTAL EM UMA
TILAPICULTURA NO RESERVATÓRIO HIDRELÉTRICO MOXOTÓ, RIO SÃO
FRANCISCO, BRASIL


Banca examinadora do trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharelado em Engenharia de Pesca do Departamento de Educação *Campus VIII*.

DATA DE APRESENTAÇÃO: 14/01/2025


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 TAMARA DE ALMEIDA E SILVA
Data: 11/02/2025 09:05:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Tâmara de Almeida e Silva
UNEB-*Campus VIII*
(Orientadora)

Documento assinado digitalmente
 FATIMA LUCIA DE BRITO DOS SANTOS
Data: 11/02/2025 21:05:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Fátima Lúcia de Brito dos Santos
UNEB-*Campus VIII*
(Avaliadora)

Documento assinado digitalmente
 RUY ALBUQUERQUE TENORIO
Data: 11/02/2025 13:32:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ruy Albuquerque Tenório
UNEB-*Campus VIII*
(Avaliador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me guiar e me dar forças para concluir esta etapa tão importante da minha vida, tanto no aspecto pessoal quanto no profissional. Se cheguei até aqui, é graças a Ele.

Agradeço também à minha mãe, Rosemere Rodrigues, por tudo o que faz por mim. Seu sacrifício constante para que eu pudesse ter o melhor e realizar meus sonhos é algo pelo qual serei eternamente grato. Espero poder retribuir tudo o que ela fez por mim.

A minha namorada, Aislânia Pereira, por estar sempre ao meu lado e me dando forças. Nos momentos difíceis, ela estava lá para me dar suporte, sendo fundamental para que eu pudesse concluir essa etapa.

Agradeço profundamente à minha orientadora, Tâmara de Almeida, por me proporcionar a oportunidade de ingressar na pesquisa científica. Foram dois anos de intenso aprendizado, e sou grato pelo carinho e pelos ensinamentos, tanto dentro quanto fora da universidade. Levarei comigo, com todo carinho, tudo o que aprendi.

A minha turma 2018.2, foram seis longos anos, apesar das muitas adversidades que ocorreram durante esse tempo, agradeço a todos por fazerem parte da minha vida. Gostaria de fazer um agradecimento especial para Eduardo Souza, Rodrigo Costa e Uesley Rian, por estamos sempre juntos durante esse tempo de graduação. Vocês são muito especiais para mim.

Aos meus colegas de laboratório Patrick Avelino e Taislaine Rodrigues, foi uma jornada incrível e não poderia ter companheiros melhores para compartilhar tantos momentos.

A todo corpo docente, por todos os ensinamentos compartilhados e pela contribuição no desenvolvimento pessoal e profissional de todos os alunos.

E a todos que de alguma forma contribuíram para minha formação acadêmica,
minha eterna gratidão.

RESUMO

A produção aquícola mundial tem registado um crescimento contínuo nos últimos anos. Apesar dos benefícios econômicos e sociais, o cultivo de peixes pode gerar vários impactos ambientais, incluindo o risco de eutrofização de corpos hídricos. Este fenómeno está frequentemente associado ao excesso de nutrientes, especialmente compostos nitrogenados e fosfatados, que, sem uma gestão adequada, podem comprometer a qualidade da água. Nesse contexto, o presente estudo analisou possíveis impactos sofridos na criação de tilápias utilizando Copepoda como bioindicador ambiental. O material biológico foi coletado quinzenalmente em 2021, na margem baiana do Reservatório Hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco Brasil, utilizando uma rede de plâncton de 64 μm e filtrando 100 litros de água. Simultaneamente, a temperatura da água foi medida com um termômetro fixado na borda em um dos tanques-rede. Em laboratório, através de análises qualitativas-quantitativas realizadas com o auxílio de um microscópio e uma placa do tipo *Sedgwick-Rafter*, foram calculados: densidade (org.m^{-3}), abundância (%), frequência (%), diversidade (org.m^{-3}) e equitabilidade. Sazonalmente, a temperatura da água apresentou pouca variação, com valores máximos de 28,5°C e mínimos de 27,5°C. A comunidade de Copepoda identificada foi composta pelas espécies *Notodiaptomus cearenses* Wright, 1936 e *Thermocyclops decipiens* Kiefer, 1929, além de estágios de náuplios e copepodito. Os estágios de náuplios e copepoditos apresentaram as maiores abundâncias e frequências. Os valores mais elevados de densidade foram registados na estação próxima dos tanques-rede ($E1 = 115,075 \text{ org.m}^{-3}$). As espécies *Notodiaptomus cearenses* e *Thermocyclops decipiens* são consideradas indicadoras de ambientes que variam de eutróficos a oligotróficos. Os resultados sugerem que essas espécies podem ser utilizadas como ferramentas confiáveis em tilapiculturas para a determinação de níveis tróficos em reservatórios hidrelétricos.

Palavras-chave Plâncton, Piscicultura, Impacto Ambiental

ABSTRACT

Global aquaculture production has seen continuous growth in recent years. Despite the economic and social benefits, fish farming can generate several environmental impacts, including the risk of eutrophication of water bodies. This phenomenon is often associated with excess nutrients, especially nitrogen and phosphate compounds, which, without adequate management, can compromise water quality. In this context, the present study analyzed possible impacts suffered when raising tilapia using Copepoda as an environmental bioindicator. The biological material was collected biweekly in 2021, on the Bahian bank of the Moxotó Hydroelectric Reservoir, São Francisco Brazil River, using a 64 μm plankton net and filtering 100 liters of water. Simultaneously, the water temperature was measured with a thermometer fixed to the edge of one of the net tanks. In the laboratory, through qualitative-quantitative analyzes carried out with the aid of a microscope and a Sedgwick-Rafter plate, the following were calculated: density (org.m^{-3}), abundance (%), frequency (%), diversity (org.m^{-3}) and equitability. Seasonally, the water temperature showed little variation, with maximum values of 28.5°C and minimum values of 27.5°C . The Copepoda community identified was composed of the species *Notodiaptomus cearenses* Wright, 1936 and *Thermocyclops decipiens* Kiefer, 1929, in addition to nauplii and copepodite stages. The nauplii and copepodite stages presented the highest abundances and frequencies. The highest density values were recorded at the station close to the net tanks ($E1 = 115.075 \text{ org.m}^{-3}$). The species *Notodiaptomus cearenses* and *Thermocyclops decipiens* are considered indicators of environments that vary from eutrophic to oligotrophic. The results suggest that these species can be used as reliable tools in tilapiculture to determine trophic levels in hydroelectric reservoirs.

Keywords: Pisciculture, Plankton, Environmental Impact

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização do reservatório hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco.	15
Figura 2: Locais de coleta: P1= Ponto 1, P2= Ponto e E1= Estação 1, na tilapicultura no município de Glória-BA.....	16
Figura 3: Coleta de plâncton no reservatório hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco, durante o período de janeiro a abril de 2021.....	16
Figura 4: Variação espacial da densidade de Copepoda (org.m-3) de um cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó, em delimitações do município de Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.	20
Figura 5: Frequência de ocorrência (%) da comunidade de Copepoda de um cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó, em delimitações do município de Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.	22
Figura 6: Abundância Relativa da comunidade de Copepoda em cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021...23	23
Figura 7: Índices de diversidade específica (org.m-3) e equitabilidade da comunidade de Copepoda em cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.	24
Figura 8: Valores de temperatura no ambiente de cultivo de tilápia no reservatório hidroelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.	26
Figura 9: Média dos copepoda correlacionado aos meses de coleta no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.	27
Figura 10: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas em uma piscicultura, no reservatório hidrelétrico Moxotó, referente aos náuplios de Copepoda.	28
Figura 11: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente aos copepoditos.	28
Figura 12: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente a <i>Thermocyclops decipiens</i>	29
Figura 13: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente a <i>Notodiaptomus cearensis</i>	29

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Aquicultura no Brasil	11
2.2. Tilapicultura e os impactos ambientais.....	12
2.3. Copepoda como indicadores tróficos	13
3. OBJETIVOS	14
3.1. Geral.....	14
3.2. Específicos.....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1. Área de estudo	14
4.2. Etapa de campo.....	15
4.3. Tratamentos dos dados	16
4.4. Análises de dados	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5.1. Composição e densidade total	19
5.2. Densidade espacial.....	20
5.3. Frequência de ocorrência	22
5.4. Abundância relativa.....	23
5.5. Diversidade específica e equitabilidade	24
5.6. Temperatura	25
5.7. Tratamento estatístico.....	26
6. CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2024), a produção global de aquicultura e pesca atingiu um novo recorde em 2022 com 223,2 milhões de toneladas, um aumento de 4,4% em relação a 2020. Desse total, o destaque foi a aquicultura com 130,9 milhões de toneladas, das quais 94,4 milhões de toneladas são animais aquáticos (51% do total). Esses avanços mostram como o setor pode desempenhar um papel vital na segurança alimentar e no desenvolvimento econômico global, desde que bem manejado e integrado com políticas de sustentabilidade.

Assim, a produção e consumo do pescado via piscicultura, vale refletir sobre as perspectivas de gestão desta atividade nos próximos anos e de que forma ela atenderá essa demanda de maneira sustentável, pois além dos impactos positivos, a piscicultura tem capacidade de gerar diversos impactos ambientais, incluindo risco de eutrofização dos corpos hídricos, devido ao aporte de nutrientes em excesso na água, especialmente dos compostos nitrogenados e fosfatados, que sem o devido manejo podem alterar a qualidade da água (Sobral, 2011). Como também a piscicultura pode ser afetada em sua produção devido as águas ricas em nutrientes que chegam nos tanques-rede.

Assim, o lançamento de efluentes da piscicultura, somados ao lançamento de esgotos domésticos, ambos sem tratamento prévio, contribuem para degradação do ambiente aquático, influenciando a qualidade de vida das pessoas que dependem da água para consumo e sustento (Cardoso, 2017).

Desde modo, as características climáticas da região, que se manifestam em ciclos anuais de seca e chuva, têm como consequência grandes oscilações no volume de água acumulado nos reservatórios de abastecimento, provocando modificações da estabilidade da coluna d'água e mudanças na composição das comunidades de organismos aquáticos (Dantas; Bittencourt-Oliveira; Moura., 2012).

Dentre essas comunidades de organismos aquáticos, destacam-se os Copepoda que apresentam características importantes que os qualificam como indicadores da qualidade e estado trófico da água, já que são indiretamente afetados pela interferência humana nos reservatórios e açudes. Dessa forma, a

diversidade específica nesses ambientes está relacionada ao estado trófico do meio, já que o zooplâncton reflete alterações na comunidade fitoplanctônica, o que pode afetar toda uma cadeia trófica (Perbiche-Neves; Portinho; Serafim-Júnior, 2012).

Os indivíduos que compõem a comunidade zooplanctônica apresentam sensibilidade frente às mudanças ambientais e podem responder rapidamente aos mais diversos tipos de impactos. Essas respostas podem se manifestar tanto através da alteração na composição e diversidade, como no aumento ou diminuição da densidade (Dantas-Silva; Dantas, 2013).

Por conta do seu curto ciclo de vida, o zooplâncton responde rapidamente a alterações sofridas na base da cadeia trófica, representada pelo fitoplâncton, dos quais eles se alimentam (Eskinazi-Sant'anna et al., 2007).

Dentre os organismos que fazem parte da comunidade zooplanctônica destaca-se, os Copepoda de vida livre, que pertencem a três ordens: Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida, as duas primeiras apresentam hábito tipicamente planctônico, enquanto a ordem Harpacticoida habita geralmente as regiões bentônicas (Elmoor-loureiro et al., 2016).

Os copépodos apresentam rápidas variações a ações antrópicas, como a diminuição da riqueza de espécies, desregulação e interrupção dos ciclos reprodutivos (Duarte, 2021).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aquicultura no Brasil

A aquicultura no Brasil provavelmente teve início no século XVII, mas só alcançou *status* profissional na década de 1970 (Valenti et al., 2021), entretanto, somente nos anos 1990 que o governo passou a dedicar atenção específica à aquicultura, implementando projetos direcionados para essa área.

Portanto, a tilapicultura teve início em 1971 através do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), que realizou a primeira introdução oficial de *Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758 (tilápia-do-Nilo) e de *Oreochromis hornorum*, Trewavas, 1966 (tilápia de Zanzibar), visando a produção de alevinos para o peixamento dos reservatórios públicos da região Nordeste e para fomento do cultivo (Kubitza, 2003).

Assim, a piscicultura é uma modalidade da aquicultura que se dedica à criação de peixes em ambientes artificiais. Desenvolvida principalmente em águas interiores, os sistemas de produção podem ser classificados de diversas maneiras. A classificação mais comumente utilizada baseia-se na produtividade, dividindo-se em sistemas intensivos, semi-intensivos e extensivos (Vidal, 2016).

A piscicultura é de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental, especialmente em países com vastos recursos hídricos e clima favorável, como o Brasil. Esses fatores têm contribuído para atrair investidores interessados no cultivo de pescados com finalidade comercial e criação de oportunidades, desenvolvimento econômico local e regional, geração de empregos e segurança alimentar (Kubitza, 2010).

Dessa forma, o Brasil reúne condições extremamente favoráveis à aquicultura. Além do grande potencial de mercado, o país conta com clima favorável, boa disponibilidade de áreas, grandes safras de grãos (soja, milho, trigo, entre outros que geram matérias primas para rações animais) e invejável potencial hídrico (Bozano, 2002; Kubitza, 2003).

2.2. Tilapicultura e os impactos ambientais

Oreochomis niloticus Linnaeus, 1758 popularmente conhecida por tilápia-do-Nilo é nativa da África, mas tem sido um componente significativo da pesca e aquicultura em lagos e reservatórios (Dias, 2006)

A tilapicultura passou de uma atividade voltada para o repovoamento e complemento de renda a pequenos produtores para uma atividade explorada comercialmente, com o surgimento dos empreendimentos pioneiros (Figueiredo Júnior e Valente Júnior, 2008).

Assim, a introdução da tilápia, uma espécie exótica, tem gerado sérios problemas ambientais devido ao risco de escape, que pode ameaçar o ecossistema local e as espécies nativas. Esse impacto negativo na ictiofauna local pode comprometer a subsistência das comunidades ribeirinhas que dependem da pesca.

A eutrofização dos ecossistemas aquáticos é causada pelo enriquecimento de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que são lançados em lagos, represas, rios e regiões costeiras, tanto de forma dissolvida quanto particulada (Tundisi, 2003).

Nos sistemas de cultivo piscícolas, a maior parte dos nutrientes orgânicos são derivados da ração para alimentação e das excretas fisiológicas dos peixes, a ração consumida pelos peixes é absorvida pelo intestino, uma parte é aproveitada a partir dos processos metabólicos e outra fica disponível na coluna d'água (Macedo, Sipaúba-Tavares, 2010).

Os dejetos liberados pelos peixes alteram as características físicas, químicas e biológicas da água. Esses resíduos orgânicos, após a ação microbiológica, fornecem nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plâncton e macrófitas aquáticas. No entanto, quando em excesso, podem causar eutrofização do ambiente, além de alterar a composição e a abundância de diversos organismos aquáticos (Pádua, 2001).

Os efeitos da eutrofização podem ser observados em toda a comunidade aquática. Por isso, torna-se essencial o conhecimento dos organismos aquáticos e da cadeia alimentar de um reservatório, pois a presença ou ausência de certas espécies serve como um indicador de qualidade ambiental.

2.3. Copepoda como indicadores tróficos

A classe Copepoda pertence ao grupo dos crustáceos e é encontrado em praticamente todos os ambientes aquáticos, podendo ser planctônicos ou possuírem vida associada a um substrato (Boxshall; Dafaye, 2008).

Os copépodos de água doce de vida livre estão inclusos em três ordens, Calanoida, Cyclopoida e Harpacticoida. Apesar de menos diversificados e abundantes que os organismos marinhos, mantêm a importância ecológica na produção secundária dos sistemas aquáticos (Rocha et al., 1995) e possuem grande potencial como bioindicadores de qualidade de água (Silva, 2011).

Particularmente, os copépodos das ordens Calanoida e Cyclopoida são predominantemente planctônicos, encontrados tanto nas regiões limnéticas quanto nas litorâneas de lagos e reservatórios. Enquanto os Cyclopoida são capazes de sobreviver em ambientes poluídos e/ou eutrofizados (Perbiche-Neves et. al, 2016), os Calanoida requerem águas de boa qualidade para prosperar (Matsumura-Tundisi, 2003).

Os copépodos possuem um papel central na dinâmica de um ecossistema aquático, especialmente na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia

(Esteves, Bozelli e Branco, 2011). Na cadeia trófica, é um dos responsáveis pela transferência de matéria e energia produzida.

Alterações na qualidade da água decorrentes da aquicultura destacam-se o aumento no nível de nutrientes, turbidez, matéria orgânica, redução de transparência, redução da concentração de oxigênio dissolvido e condutividade elétrica e alterações do pH (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2008).

Assim, os copépodos são altamente sensíveis às mudanças ambientais, respondendo rapidamente a diversos tipos de impactos. Essas respostas podem se manifestar tanto na alteração da composição e diversidade, quanto no aumento ou diminuição da densidade populacional (Dantas-Silva e Dantas, 2013), sendo portanto usado como bioindicador.

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

- Utilizar Copepoda como bioindicador do estado trófico, para descrever o estado ambiental das águas que chegam a uma tilapicultura reservatório hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco, Brasil.

3.2. Específicos

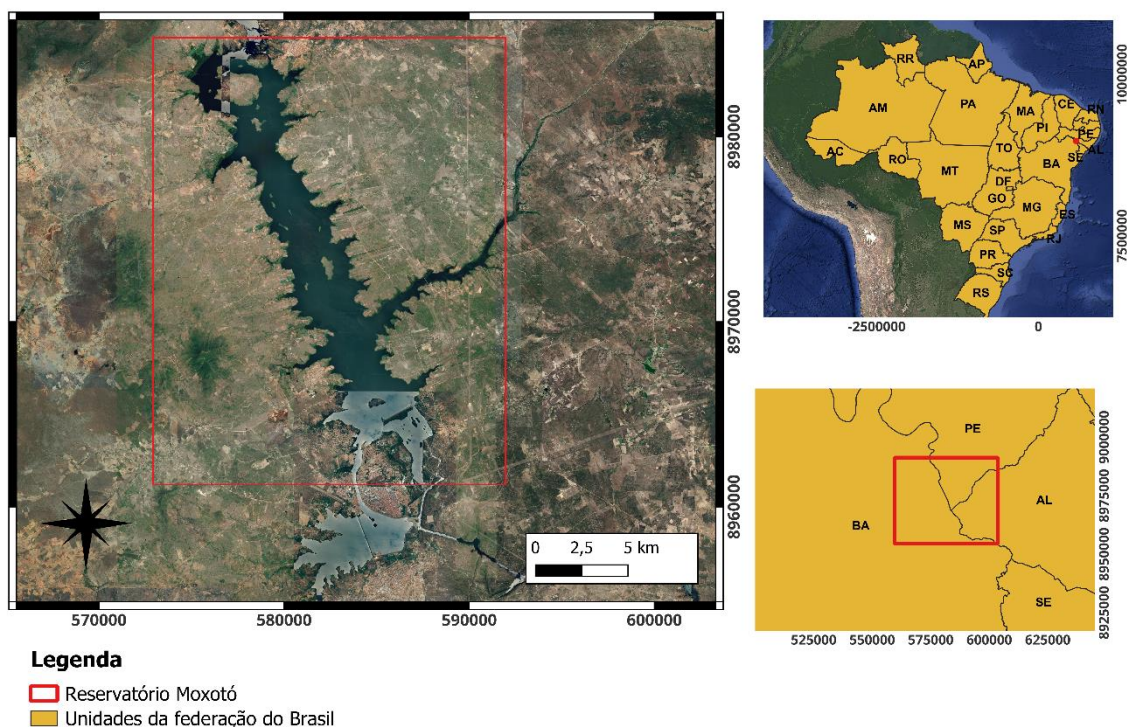
- Identificar e quantificar as espécies de Copepoda bioindicadoras de eutrofização;
- Verificar a dinâmica dessas espécies em escala de amostragem espacial;
- Aplicar índices ecológicos, como densidade, frequência de ocorrência, abundância relativa, diversidade específica e equitabilidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A tilapicultura que serviu como base para a realização da pesquisa localiza-se na margem baiana do reservatório hidrelétrico Moxotó do rio São Francisco, nas delimitações do município de Glória, BA.

Figura 1: Mapa de localização do reservatório hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco.



Fonte: Autor, Base de dados do IBGE e Google Earth (2024).

4.2. Etapa de campo

As coletas foram realizadas em uma tilapicultura na margem baiana do reservatório hidrelétrico Moxotó, no município de Glória-BA.

Foram demarcados três locais de coletas (Figura 2), margem direita (P1) e margem esquerda (P2) da tilapicultura e tanques-rede (E1). O sentido do fluxo da água é de norte a sul, vindo do reservatório de Itaparica e passando pelo reservatório Moxotó, a piscicultura está projetada com uma inclinação de 30° em relação a esse fluxo. As coletas foram feitas quinzenalmente nos períodos de janeiro de 2021 a abril de 2021, cuja a temperatura da água foi aferida com um termômetro acoplado à borda em um dos tanques-rede.

As coletas de plâncton foram realizadas com uma rede de plâncton de 64 μm de abertura de malha e com auxílio de um balde, nas margens (P1 e P2) onde foram filtrados 100 litros e nos tanques-rede (E1) foram feitos arrastos de 3 minutos (Figura 3). Em seguida, as amostras foram acondicionadas em potes plásticos, etiquetadas e fixadas com formol a 4% neutralizado com bórax.

Figura 2: Locais de coleta: P1= Ponto 1, P2= Ponto 2 e E1= Estação 1, na tilapicultura no município de Glória-BA.



Fonte: Google Earth (2021).

Figura 3: Coleta de plâncton no reservatório hidrelétrico Moxotó, rio São Francisco, durante o período de janeiro a abril de 2021.



Fonte: Autor (2021).

4.3. Tratamentos dos dados

Cada amostra de plâncton foi colocada em um béquer e retirada três sub-amostras de 2 mL. Todas as sub-amostras foram colocadas em uma placa do tipo *Sedgwick-Rafter* e levadas ao microscópio para identificação e contagem. Para a identificação dos Copepoda foram utilizadas as referências: Mizuno (1968), Neumann-Leitão et al (1989), Reide e Turner (1988) e Gazulha (2012).

4.4. Análises de dados

Após a contagem e identificação dos táxons foram calculadas:

Abundância Relativa dos Organismos (Ar)

A abundância relativa foi calculada de acordo com a fórmula:

$$Ar = N. 100 / Na-1$$

onde:

N = Densidade de organismos de cada táxon nas amostras.

Na = Densidade total da comunidade dos organismos nas amostras.

Todos os valores foram expressos em percentagem (%) enquadrados em:

> 70 % - dominante;

70% |- 50% - abundante;

50% |- 30% - pouco abundante

< 30% - raro.

Frequência de Ocorrência dos Organismos (Fo)

A frequência de ocorrência foi calculada pela fórmula:

$$Fo = Ta/TA.100$$

onde:

Ta = Número de amostras em que o táxon ocorreu.

TA = Total de amostras.

Os resultados foram expressos em percentagem (%). E para interpretação do resultado da frequência de ocorrência foi usada a seguinte escala:

> 70 % - muito frequente;

70% |- 50% - frequente;

50% |- 30% - pouco frequente;

< 30% - esporádica.

Densidade dos Organismos (Do)

O cálculo do número total de organismos (N) de cada táxon na amostra foi feito através da seguinte fórmula:

$$N = Vt. / Vc$$

onde:

N = Densidade (org.m⁻³);

Vt = volume total de diluição;

Vc = volume da subamostra;

x = é o número de organismos de cada táxon, na subamostra;

A densidade de organismos por unidade de volume foi obtida pela fórmula:

$$Do = Nt. Vf^{-1}$$

onde:

Nt = Número total de organismos de cada táxon na amostra.

Vf = Volume total de água filtrado.

Todos os valores foram expressos em org.m⁻³.

Índices de Diversidade Específica (ind.bit-1) e Equitabilidade

O Índice de Diversidade específica (org.m⁻³) foi baseado em Shannon (H') e Equitabilidade (J) foram calculados com o auxílio do software Palaeontological STatistics (PAST) versão 3.0.

Onde os resultados da diversidade foram apresentados em org.m⁻³, considerando que 1 org.m⁻³ equivale a uma unidade de informação (Valentin, 2000). Esses valores foram enquadrados nas seguintes classificações:

3,0 org.m⁻³ - alta diversidade

3,0 - 2,0 org.m⁻³ - média diversidade

2,0 org.m⁻³ - 1,0 org.m⁻³ - baixa diversidade

< 1,0 org.m³ - muito baixa diversidade.

Já para a equitabilidade (J) adotou-se, para este índice, valores entre 0 e 1, sendo 0,5 considerado significativo, equitativo.

Tratamento estatístico

Para a estatística foi utilizado o Sisvar com a ANOVA e o teste de Tukey a 5 % de nível de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Composição e densidade total

A composição de Copepoda foi representada por duas espécies, *Notodiaptomus cearenses* (Wright, 1936) e *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) e os estágios larvais náuplios e copepoditos (Tabela 1), sendo distribuídas em duas famílias Cyclopidae (Latreille 1829) e Diaptomidae (Baird 1850).

Tabela 1: Composição e densidade de Copepoda no reservatório hidrelétrico Moxotó, nas delimitações de uma piscicultura no Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.

Composição	Densidade org.m ³
Família Cyclopidae (Latreille 1829)	
<i>Thermocyclops decipiens</i> (Kiefer, 1929)	7,479
Família Diaptomidae (Baird 1850)	
<i>Notodiaptomus cearenses</i> (Wright, 1936)	7,475
Copepoditos	48,394
Náuplios	63,954

Os náuplios (63,954 org.m³) e copepoditos (48,394 org.m³) apresentaram maiores densidades no ecossistema estudado (Tabela 1).

A densidade de náuplios pode estar associada ao nível trófico de um ambiente aquático, uma vez que esses organismos reagem às condições

ambientais, como a disponibilidade de nutrientes e a qualidade da água. Esses fatores são diretamente influenciados pela carga trófica.

De acordo com Tibúrcio (2014) e De-Carli et al. (2018), a densidade de náuplios em ambientes aquáticos está diretamente ligada ao nível trófico, servindo como um indicador de qualidade de água e estado trófico de reservatórios.

Segundo Simões e Sonoda (2009), a densidade de indivíduos jovens de Copepoda pode estar relacionada, ao aumento da taxa reprodutiva, pela constante temperatura ou por condições mais produtivas no reservatório.

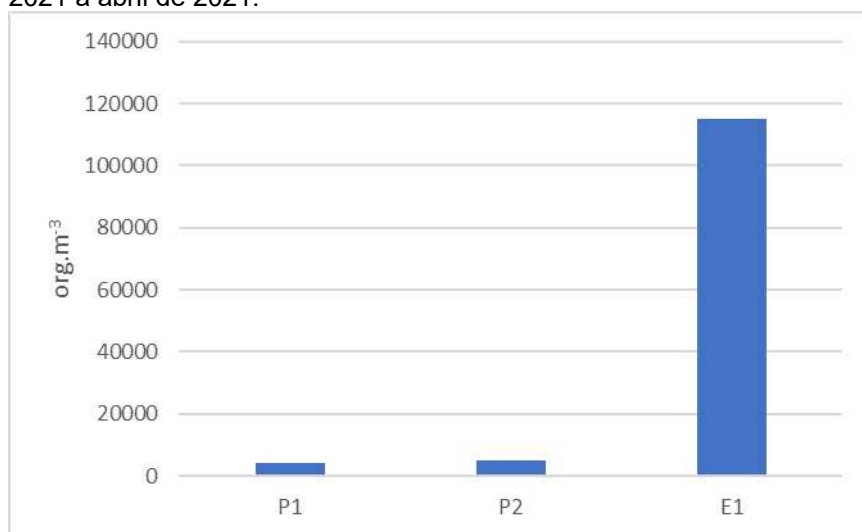
De acordo com Santos (2019) e Silva et al. (2020), alta produção dos estágios iniciais de Copepoda em reservatórios é uma estratégia adaptativa para compensar a alta mortalidade antes desses alcançarem a fase adulta.

Segundo da Silva et al. (2018), a densidade de indivíduos na forma de náuplios foi sempre mais elevada do que a de indivíduos adultos. E esse padrão é associado a alta taxa reprodução desses organismos.

5.2. Densidade espacial.

Espacialmente, os valores de densidades foram maiores próximas aos tanque-redes (E1), com 115.075 org.m⁻³ e as menores no P1 (Margem direita) e P2 (Margem esquerda) da tilapicultura no município de Glória-BA (Figura 4).

Figura 4: Variação espacial da densidade de Copepoda (org.m⁻³) de um cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó, em delimitações do município de Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.



Legenda: Margem direita = P1; Margem esquerda = P2 e entre os tanques-rede = E1.

Os elevados valores de densidade de Copepoda observados na estação E1 podem estar associados à qualidade das águas que chegam na piscicultura. Essas áreas de cultivos de tilápias, em reservatórios hidrelétricos, são de águas correntes. A densidade de Copepoda da E1 sugere que as águas que chegam nesta tilapicultura têm uma carga de nutrientes suficiente para sustentar os organismos que compõem o plâncton, durante a passagem da água na poligonal da piscicultura. Dentre estes organismos podem existir agentes biológicos patogênicos que podem causar doenças para as tilápias de cultivo, aumentando a taxa de mortalidade. Outro aspecto dessas águas que chegam na piscicultura e podem impactar o bom desempenho da produção de tilápias é quando interfere na densidade de estocagem de tilápias nas áreas dos tanques-rede, pelo excesso de nutrientes dessas águas ou por efloração algal. Nesta visão as tilápias poderiam estar sofrendo os impactos ambientais advindos das águas que chegam na tilapicultura.

Outra possibilidade que pode justificar os elevados valores de densidade de Copepoda observados na estação E1, principalmente durante o período de estiagens quando afetam a vazão do reservatório hidrelétrico, é o aporte significativo de nutrientes provenientes das excreções dos peixes e do possível excesso de ração utilizada na alimentação das tilápias do cultivo, contribuindo para o enriquecimento do ecossistema e possivelmente estimulando o aumento da densidade de Copepoda na área.

De acordo com Queiroz et al. (2021), o controle da oferta e do consumo de ração tem influência direta sobre a qualidade da água, o acúmulo de ração nos reservatórios com piscicultura também provoca o aumento do consumo de oxigênio dissolvido causado pelo excesso de microalgas e pela decomposição da matéria orgânica.

Segundo Diniz et al. (2020), os hábitos alimentares, estratégias reprodutivas e morfológicas também poderiam explicar a variação espacial da comunidade de Copepoda.

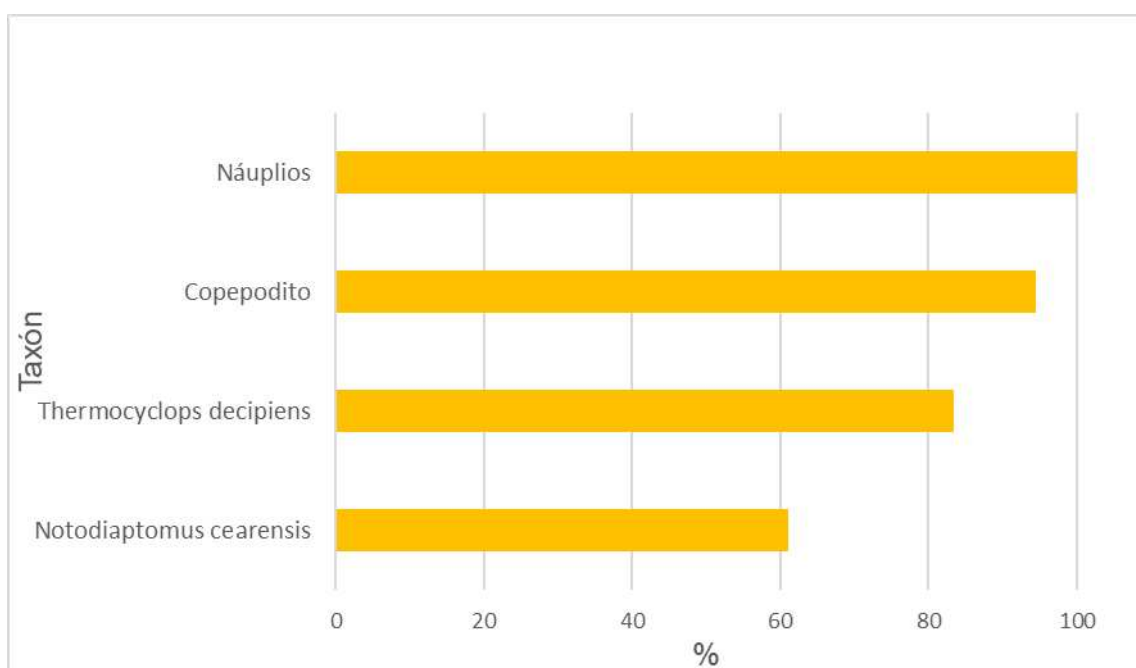
Conforme Cardoso et al. (2008), as altas densidades de náuplios podem também estar associadas ao padrão migratório desses organismos, que durante o dia migram para a superfície da água em busca de alimento, uma vez que os

náuplios e copepoditos são organismos filtradores e que se favorecem pela facilidade em capturar cianobactérias, predominantes nesses ambientes.

5.3. Frequência de ocorrência

Na frequência de ocorrência, os náuplios (100%), copepoditos (94%), *Thermocyclops decipiens* (83%) foram considerados muito frequentes (Figura 5).

Figura 5: Frequência de ocorrência (%) da comunidade de Copepoda de um cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó, em delimitações do município de Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.



Legenda; Frequência de ocorrência (FO%) >70 % - muito frequente; 70% - 50% - frequente; 50% - 30% - pouco frequente; < 30% - esporádica.

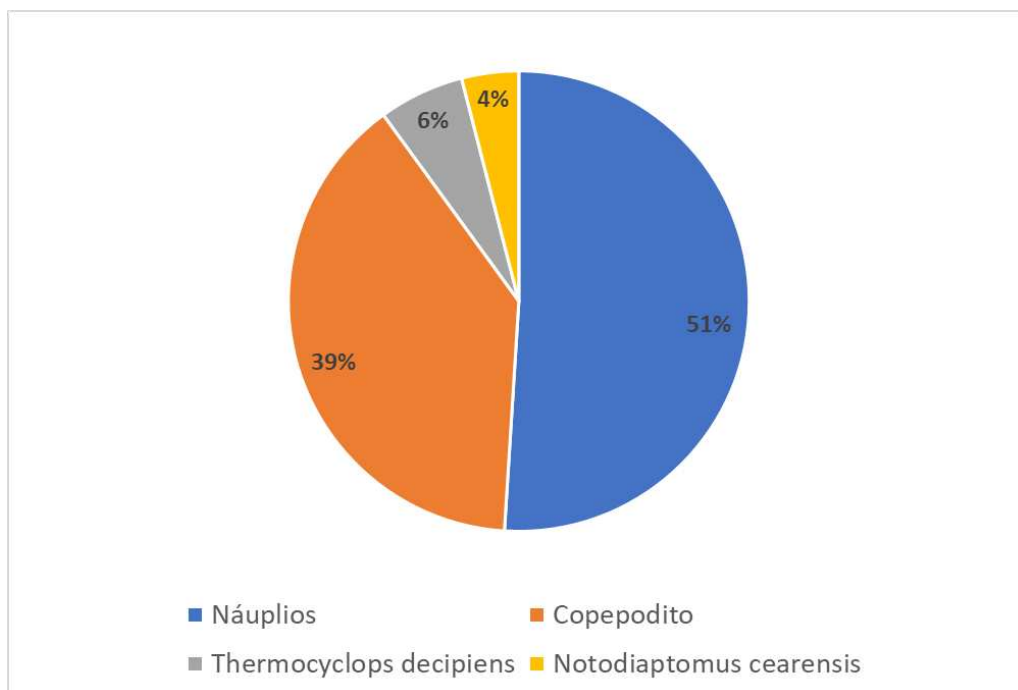
Os náuplios, copepoditos e *Thermocyclops decipiens* que se mostraram muito frequentes na pesquisa, também foram identificadas como frequentes no reservatório de Tucuruí no Pará, conforme relatado por Moraes (2020). Essa mesma tendência de organismos foi observada no estudo de Cavalcante (2012), onde também foi encontrado maior ocorrência de náuplios e copepoditos.

Conforme Silva e Matsumura-Tundisi (2011), a frequência de ocorrência de Copepoda em reservatórios também sofrem variações devido a fatores abióticos e às interações com outros organismos, como predadores e competidores.

5.4. Abundância relativa

Com relação a abundância relativa, os náuplios (51%), seguido pelos copepoditos (39%) foram considerados abundante e pouco abundantes, respectivamente, as demais espécies foram consideradas raras (Figura 6).

Figura 6: Abundância Relativa da comunidade de Copepoda em cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.



Legenda: Abundancia relativa (AR%) > 70 % - dominante; 70% - 50% - abundante; 50% - 30% - pouco abundante e < 30% - raro.

A abundância de Copepoda em reservatórios pode variar dependendo de fatores ambientais como a qualidade da água, a presença de nutrientes e as condições climáticas. De acordo com os estudos de Landa et al. (2007) e Perbiche-Neves et al. (2016), a espécie *Thermocyclops decipiens* é encontrada em grandes quantidades em ambientes com alta carga trófica. No entanto, no presente estudo, essa espécie foi considerada rara, o que sugere que o reservatório em questão possui características mesotróficas.

Silva (2011) relatou altos valores de abundância da espécie *Thermocyclops decipiens* estando relacionado a eutrofização. No presente estudo a espécie *Thermocyclops decipiens* foi considerado rara possivelmente não indicando eutrofização.

De acordo com Melo Júnior et al. (2007), a espécie *Notodiptomus cearensis* está geralmente associada a ambientes oligotróficos e mesotróficos,

o que corrobora com o presente estudo, onde essa espécie foi classificada como rara, indicando um ambiente mesotrófico.

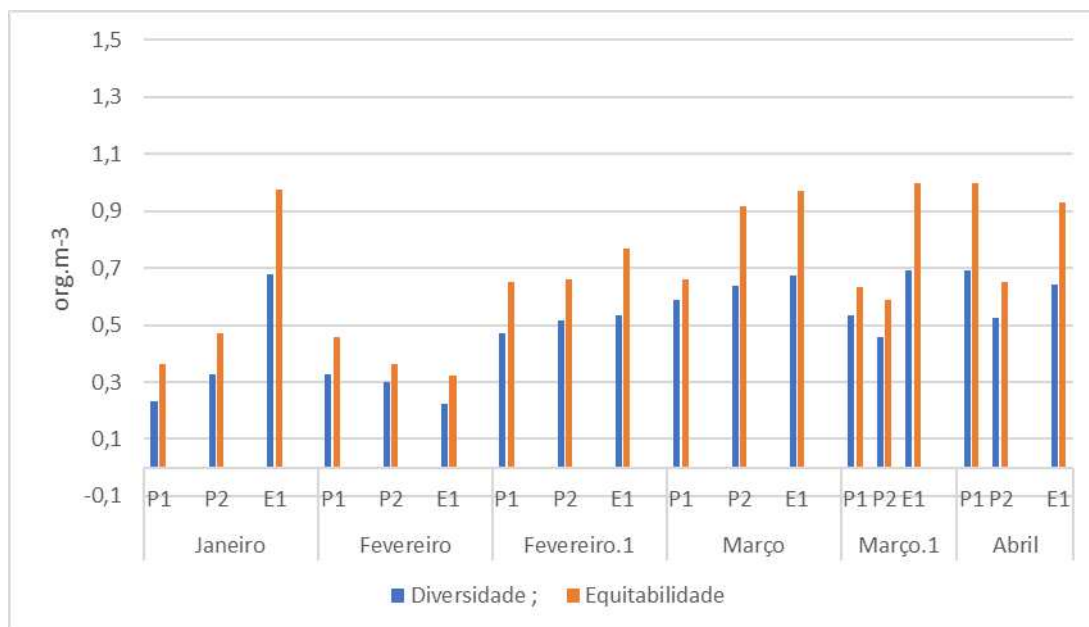
Segundo De-Carli et al. (2018), os microcrustáceos das ordens Calanoida e Cyclopoida foram mais abundantes em locais eutróficos e com alta concentração de material orgânica, já no presente estudo eles foram considerados raros indicando um reservatório oligo-mesotrófico.

5.5. Diversidade específica e equitabilidade

Os índices de diversidades específicas (Figura 7) oscilaram entre 0,2 org.m⁻³ em fevereiro na estação E1 e 0,6 org.m⁻³ março, março.1 e abril caracterizando-se como muita baixa.

Os valores de equitabilidade foram relativamente altos, nos pontos e estação, mostrando que há uma distribuição homogênea entre os pontos e estação de coletas (Figura 7).

Figura 7: Índices de diversidade específica (org.m⁻³) e equitabilidade da comunidade de Copepoda em cultivo de tilápia no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.



Legenda: Diversidade = > 3,0 org.m⁻³- alta diversidade; 3,0 - 2,0 org.m⁻³- média diversidade; 2,0 org.m⁻³- baixa diversidade; < 2,0 org.m⁻³- muito baixa diversidade. P1 – margem direita; P2 – margem esquerda; Estação E1 – entre os tanques-rede.

De acordo com Santos (2009), o índice de Shannon é considerado o índice de diversidade com alto nível de confiabilidade, visto que é dado o mesmo

peso de importância tanto para as espécies consideradas raras, quanto para espécies abundantes.

De acordo com Silva et al. (2020), a baixa diversidade observada nesses sistemas reflete o impacto da ação antrópica e da intensidade da piscicultura, que altera o equilíbrio entre fitoplâncton e zooplâncton, criando um ambiente menos favorável para espécies mais sensíveis e mais propício para espécies tolerantes.

Homogeneidade ambiental pode ocorrer naturalmente ou ser induzida por atividades humanas, como a tilapicultura. No contexto da tilapicultura em reservatórios, a introdução de uma espécie exótica (tilápia) e os resíduos associados (ração não consumida e dejetos) podem alterar o ambiente. De acordo com Silva, Vasconcelos e Melo Junior (2016), as mudanças na composição e na densidade de Copepoda ocorrem por causa de mudanças físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático e os padrões de distribuição do Copepoda tem usualmente, uma relação com algumas variáveis físico-químicas como pH, oxigênio dissolvido e temperatura, esses fatores muitas vezes influenciam na distribuição das espécies.

5.6. Temperatura

Sazonalmente, a temperatura na piscicultura no reservatório hidroelétrico Moxotó não teve grandes variações durante o período de coleta, apresentou uma temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 27,5 °C, ambas registradas em março/2021 (Figura 8).

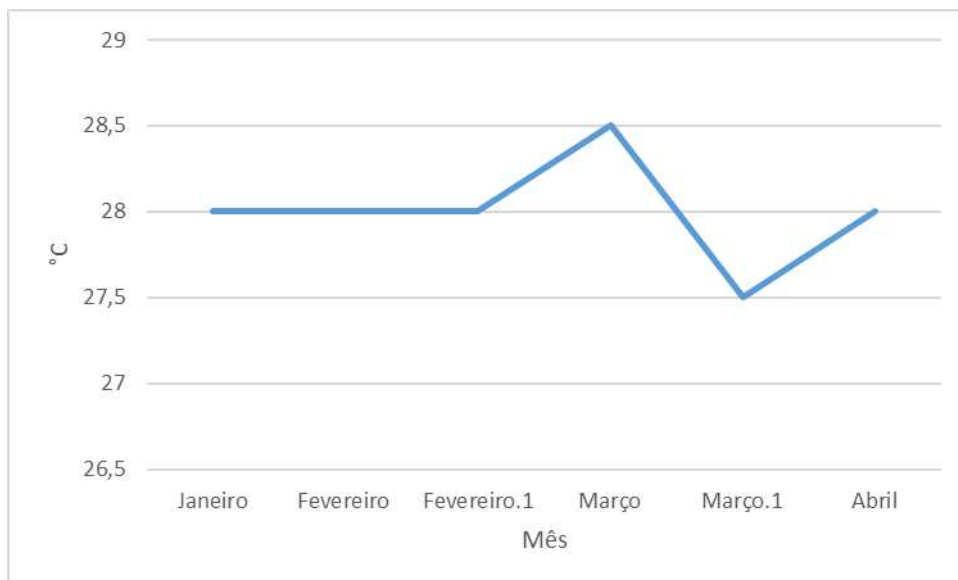
Salienta-se que, o ambiente de estudo está situado na região semiárida, caracterizada por altas temperaturas e baixa umidade. Segundo Marengo et al. (2018), essa região apresenta temperaturas médias anuais superiores a 26°C.

Ainda, nesta perspectiva, observa-se que elevadas taxas de insolação e as altas temperaturas são decorrência da sua posição latitudinal, já que a região é submetida a forte radiação solar durante o ano todo. Assim, a maior parte do Nordeste apresenta temperaturas médias que variam entre 26 e 28° C (Zanella, 2014).

A temperatura é um fator crítico, pois afeta diretamente a distribuição, composição e abundância dos Copepoda em reservatórios e outros habitats de

água doce. Dantas et al. (2009) verificaram que, os copépodos são sensíveis a variações de temperatura e à disponibilidade de recursos como fitoplâncton, o que impacta sua estrutura populacional e funções.

Figura 8: Valores de temperatura no ambiente de cultivo de tilápia no reservatório hidroelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.

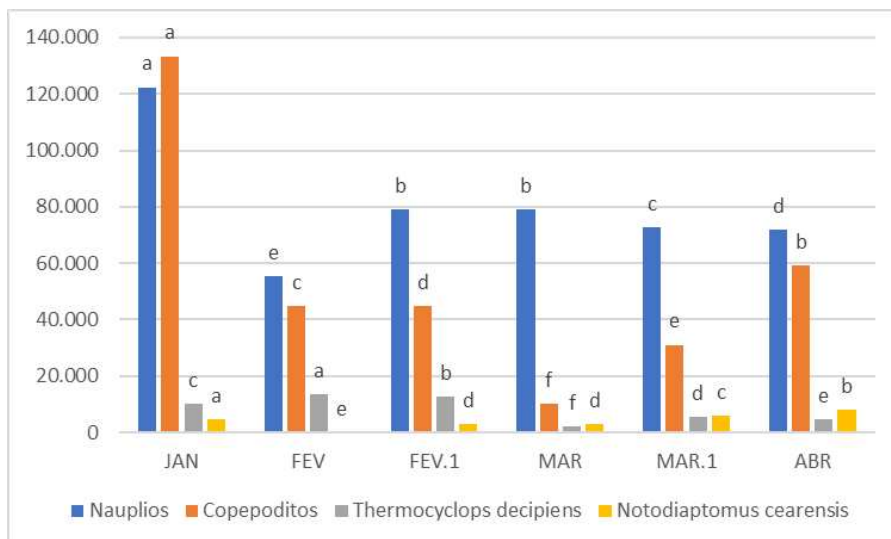


5.7. Tratamento estatístico

De maneira geral, foi observado que o fator mês/Copepoda não apresentou influência sobre a comunidade de Copepoda, exceto no mês de janeiro que apresentou diferenças significativas.

Estatisticamente, as médias de densidade de Copepoda que variam 133,333 (org.m^{-3}) e 0,667 (org.m^{-3}) foram significativamente diferentes entre os meses amostrados (PERMANOVA $p < 0,05$) (Figura 9).

Figura 9: Média dos copepoda correlacionado aos meses de coleta no reservatório hidrelétrico Moxotó-Glória-BA, durante janeiro de 2021 a abril de 2021.



Um fator que pode ter influenciado durante janeiro é a ação dos ventos que tem um papel importante sobre a comunidade de Copepoda podendo influenciar significativamente a distribuição e o comportamento dos Copepoda ao alterar as condições ambientais e o transporte de nutrientes em ecossistemas aquáticos.

De acordo com Santos (2016), os ventos podem redistribuir as populações de Copepoda horizontalmente e verticalmente, promovendo a aglomeração em certas áreas ou dispersão em outras.

Com relação aos locais de coleta, foi observado que a estação E1 apresentou densidade significativamente mais elevada para todos os organismos encontrados (teste de Tukey, $p < 5\%$) e os pontos (P1 e P2) não evidenciaram estatisticamente diferenças entre si (Figura 10;11;12 e 13).

Figura 10: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas em uma piscicultura, no reservatório hidrelétrico Moxotó, referente aos náuplios de Copepoda.

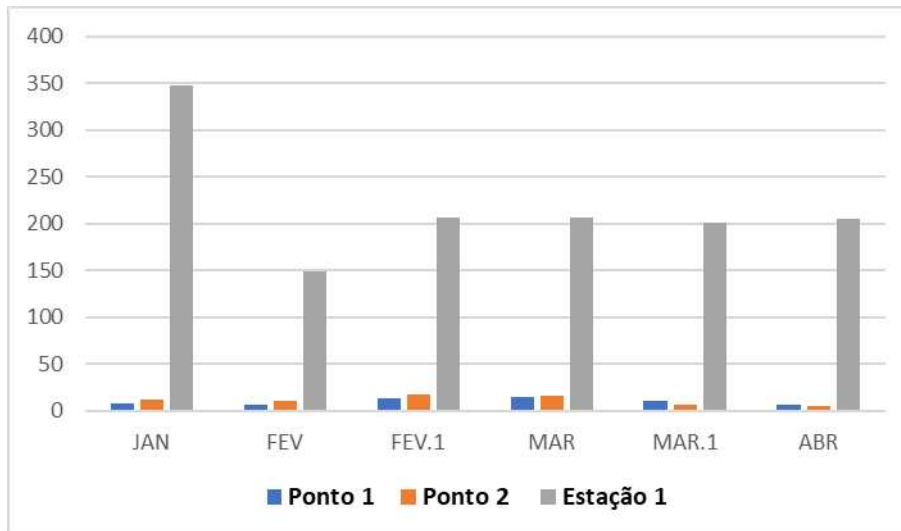


Figura 11: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente aos copepoditos.

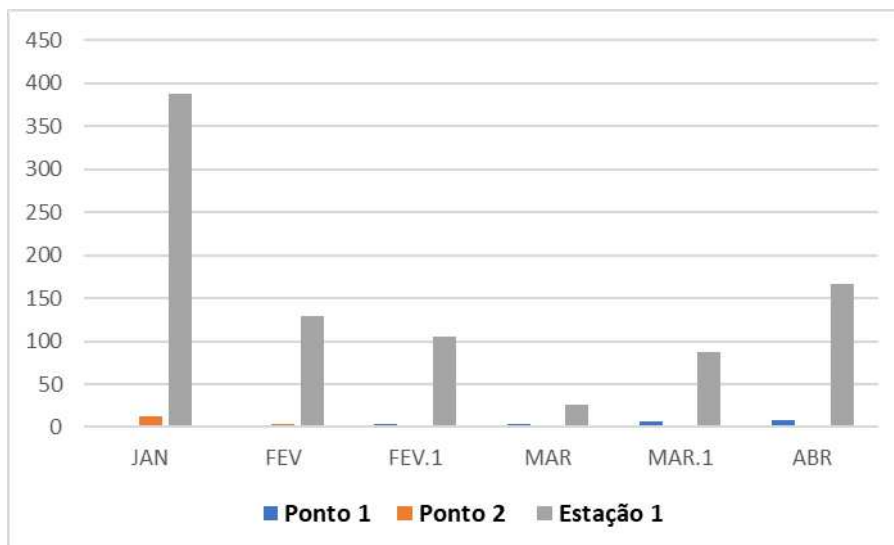


Figura 12: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente a *Thermocyclops decipiens*.

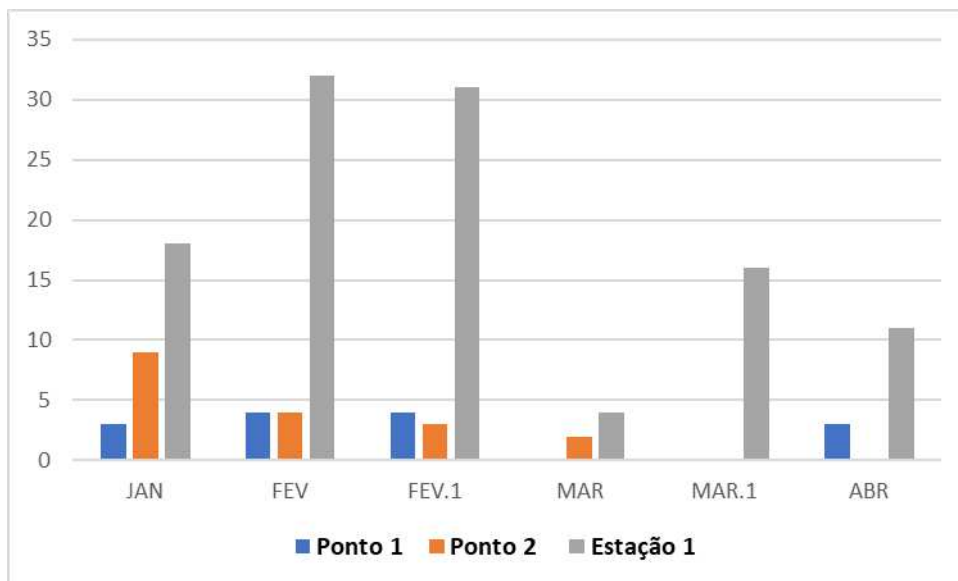
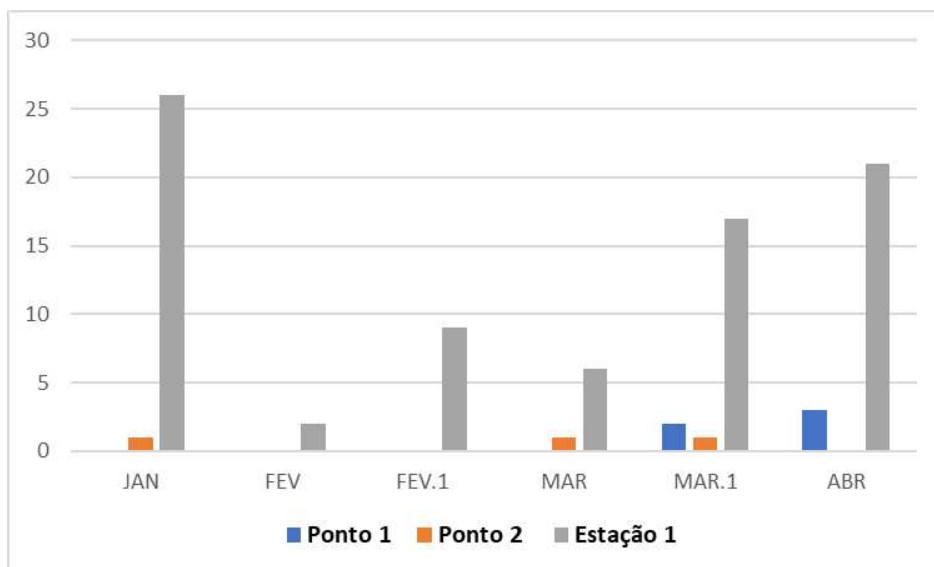


Figura 13: Comparativo estatístico entre meses e locais de coletas referente a *Notodiaptomus cearensis*.



Como discutido ao longo do estudo, a densidade significativamente mais elevada de Copepoda na estação E1, uma área sujeita a frequentes ações antrópicas devido ao cultivo de tilápia, indica que as condições locais podem ter influenciado diretamente a comunidade de Copepoda, modificando seus atributos de densidade, ou as águas são passageiras, por se tratar de águas correntes, já chegando na piscicultura nestas condições.

O excesso de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, provenientes de atividades de aquicultura pode aumentar a densidade de algas. Isso afeta os

Copepoda, tanto diretamente, reduzindo a diversidade por competição e alterações nos recursos alimentares. Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008), reservatórios enfrentam degradação da qualidade da água devido à eutrofização, causada pelo aporte excessivo de nutrientes provenientes da aquicultura e esgotos. Essa condição afeta diretamente as populações de copepoda, alterando sua composição, abundância e diversidade.

6. CONCLUSÕES

A diversidade foi considerada muito baixa, registrando apenas a ocorrência de duas espécies (*Notodiaptomus cearenses* e *Thermocyclops decipiens*), com registros de maiores densidades na estação próxima aos tanques-rede (E1= 115.075, org.m⁻³), ocasionado pelos picos de náuplios e copepoditos de Copepoda, que se destacaram com relação as abundâncias e frequências.

Sazonalmente, a temperatura não teve grandes oscilações variando com máxima de 28,5 °C e mínima de 27,5 °C.

Os valores de equitabilidade mostraram que o ambiente nos quais estão inseridos os pontos e estação de coleta do reservatório hidrelétrico Moxotó apresentou uma homogeneidade ambiental.

As espécies de Copepoda *Notodiaptomus cearenses* e *Thermocyclops decipiens* foram bioindicadoras da qualidade ambiental, caracterizando o ambiente de oligotróficos a mesotrófico.

Dessa forma, a comunidade de Copepoda revelou-se de grande importância, pois esses organismos respondem de maneira rápida e sensível às alterações ambientais, refletindo diretamente nas condições ecológicas dos corpos hídricos. A análise de sua dinâmica contribui significativamente para a compreensão dos impactos sofridos ou causados pela tilapicultura no reservatório hidrelétrico Moxotó.

O presente estudo busca, portanto, fomentar o avanço das pesquisas na região, que ainda enfrenta uma escassez de informações sobre o tema, ao ampliar o conhecimento científico sobre o uso de Copepoda como bioindicadores de qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

- BOZANO, G. L. N. **Viabilidade técnica da criação de peixes em tanques-redes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AQUICULTURA, 12., 2002, Goiânia. Anais... Goiânia: Abraçq, 2002.
- BOXSHALL, G. A.; DEFAYE, D. **Diversidade global dos Copepoda (Crustacea: Copepoda) em água doce**. *Hydrobiologia*, 2008.
- CARDOSO, L. S.; RAMOS, J. D.; MELLO, H. O. de O. **Composição, densidade e abundância das populações de Cladocera, Copepoda e Rotifera de Áreas de Proteção Permanente do rio Uberabinha**. Uberlândia, 2008.
- CARDOSO, A. S. **Uso de ferramentas integradas para avaliação da qualidade da água de um sistema de piscicultura no semiárido de Pernambuco, Brasil**. 2017.
- CAVALCANTE, A. J. M. **Comunidade zooplânctonica e estado trófico de um reservatório do semiárido paraibano com piscicultura intensiva em tanques-rede**. 2012.
- COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO. **Aproveitamento Hidrelétrico de Apolônio Sales**. Disponível em: <<https://www.chesf.com.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/ApolonioSales.aspx>>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- DANTAS, A. S.; BARBOSA, J. E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; MOURA, A. N. **Efeito das variáveis abióticas e do fitoplâncton sobre a comunidade zooplânctônica em um reservatório do Nordeste brasileiro**. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 99, n. 2, p. 132–141, 2009.
- DANTAS, E. W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; MOURA, A. N. **Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory**. *Limnologica*, v. 42, n. 1, p. 72–80, 2012.
- DANTAS-SILVA, L. T.; DANTAS, Ê. W. **Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do Nordeste brasileiro**. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 2, p. 244–248, 2013.
- DE-CARLI, B. P. et al. **Comunidade zooplânctônica e sua relação com a qualidade da água em reservatórios do Estado de São Paulo**. *Iheringia, Série Zoologia*, v. 108, 2018.
- DIAS, J. B. **Impactos socioeconômicos e ambientais da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, em açudes públicos do semiárido nordestino, Brasil**. 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

DINIZ, L. P. et al. **Distribuição de microcrustáceos planctônicos (Cladocera e Copepoda) em ambientes lênticos e lóticos do semiárido brasileiro.** *Iheringia, Série Zoologia*, v. 110, 2020.

DUARTE, M. A. **Distribuição espacial, composição taxonômica e diversidade funcional de Copepoda em águas doces do Estado de São Paulo.** 2021. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2021.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. et al. **Avaliação dos Copépodos (Harpacticoida: Canthocamptidae, Parastenocarididae; Calanoida: Diaptomidae, Temoridae; Cyclopoida: Cyclopidae).** In: PINHEIRO, M.; BOOS, H. (Org.). *Livro Vermelho dos Crustáceos do Brasil: Avaliação 2010-2014.* Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Carcinologia - SBC, 2016.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. et al. **Composição da comunidade zooplânctônica em reservatórios eutróficos do semiárido do Rio Grande do Norte.** *Oecologia Brasiliensis*, v. 11, n. 3, p. 410–421, dez. 2007.

ESTEVES, F. A.; BOZELLI, R. L.; BRANCO, C. W. C. **Comunidade zooplânctônica.** In: ESTEVES, F. A. (Ed.). *Fundamentos de Limnologia.* 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FAO - **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** The state of world fisheries and aquaculture 2024: blue transformation in action. Rome: FAO, 2024.

FIGUEIREDO JÚNIOR, C. A.; VALENTE JÚNIOR, A. S. **Cultivo de tilápia no Brasil: origens e cenário atual.** In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 46., 2008, Rio Branco. Anais... Rio Branco: SOBER, 2008.

KUBITZA, F. **A evolução da tilapicultura no Brasil: produção e mercados.** *Panorama da Aquicultura*, v. 13, n. 76, p. 25–35, 2003.

Kubitza, F. **Os Caminhos para uma Piscicultura Sustentável.** *Revista Panorama da Aquicultura*, 119, 45-56. 2010.

LANDA, G. G.; BARBOSA, F. A. R.; RIETZLER, A. C.; MAIA-BARBOSA, P. M. ***Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929) (Copepoda, Cyclopoida) as indicator of water quality in the State of Minas Gerais, Brazil.** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 50, p. 695–705, 2007.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações.** *Boletim do Instituto da Pesca*, v. 36, n. 2, p. 149–163, 2010.

MARENGO. et al. **Secas e seus impactos no Brasil em 2018.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 489-499, 2018.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. **Changes in the species composition of Calanoida (Copepoda) in the reservoirs of São Paulo State (Brazil) over the last twenty years.** *Hydrobiologia*, v. 504, n. 1–3, p. 215–222, 2003.

MELO JÚNIOR. et al. **Crustáceos planctônicos de um reservatório oligotrófico do Nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Zootecias*, Juiz de Fora, v. 9, n. 1, p. 105-112, 2007.

MORAIS, J. V. M. et al. **Composição e densidade do zooplâncton no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil).** *Research, Society and Development*, 2020.

PÁDUA, H. B. **Impacto ambiental: um impacto na aquicultura.** *Revista Brasileira de Agropecuária*, v. 1, n. 12, p. 1–66, 2001.

PERBICHE-NEVES, G. et al. **Cyclopoid copepods as bioindicators of eutrophication in reservoirs: Do patterns hold for large spatial extents?** *Ecological Indicators*, 2016.

PERBICHE-NEVES, G.; PORTINHO, J. L.; SERAFIM-JÚNIOR, M. **Zooplâncton.** *Estudos de Biologia: Ambiente e Diversidade*, v. 34, n. 83, p. 165–173, 2012.

QUEIROZ, J. F. de et al. **Manejo alimentar e da qualidade da água na produção de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*).** Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2021.

ROCHA, O.; SENDACZ, S.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Composição, biomassa e produtividade do zooplâncton em lagos naturais e reservatórios do Brasil.** In: TUNDISI, J. G.; BICUDO, C. E. M.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (Eds.). *Limnologia no Brasil*. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995.

SANTOS, Nivia Maria Oliveira. **Assembleias de copépodes (Crustacea: Copepoda) na costa semiárida do Brasil: um enfoque sob duas redes de malha distintas.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, 2016.

SANTOS, F. A. dos. **Comunidade zooplanctônica de reservatórios expostos a diferentes graus de urbanização no Nordeste do Brasil.** 2019. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SILVA, C. O. et al. **Baixa riqueza zooplanctônica indicando condições adversas de seca e eutrofização em um reservatório no Nordeste do Brasil.** *Iheringia, Série Zoologia*, 2020.

SILVA, W. M. **Uso potencial de Cyclopoida (Crustacea, Copepoda) como indicadores de estado trófico em reservatórios tropicais.** *Oecologia Brasiliensis*, v. 15, 2011.

SILVA, W. M. da; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Checklist dos Copepoda Cyclopoida de vida livre de água doce do Estado de São Paulo, Brasil.** *Biota Neotropica*, v. 11, n. supl. 1, p. 244–248, dez. 2011.

SILVA, Renata Maria da; VASCONCELOS, Flávia Fideles de; MELO JUNIOR, Hênio do Nascimento. **Composição e distribuição de Copepoda (Crustacea) na coluna d'água em açude do semiárido nordestino.** Cedro, CE, 2016.

SIMÕES, N. R.; SONODA, S. L. **Estrutura da assembleia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semiárido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil.** *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 31, n. 1, p. 89–95, 16 abr. 2009.

SOBRAL, M. C. M. **Estratégia de gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro.** *REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA*, v. 7, n. 2, nov. 2011.

TIBÚRCIO, V. G. **Estrutura da comunidade de copépodes (Crustacea, Copepoda) em área de reservatório com atividade de piscicultura em tanques-rede.** 2014. Dissertação (Mestrado em Biologia Comparada) - Universidade Estadual de Maringá, 2014.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: RiMa/IIE, 2003

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia.** São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2008.

VALENTI, W. C. et al. **Aquaculture in Brazil: past, present and future.** *Aquaculture Reports*, v. 19, p. 100611, mar. 2021.

VIDAL, M. F. **Panorama da piscicultura no Nordeste.** 2016.

ZANELLA, Maria Elisa. **CONSIDERAÇÕES SOBRE O CLIMA E OS RECURSOS HÍDRICOS DO SEMIÁRIDO NORDESTINO.** Fortaleza: Caderno Prudentino de Geografia, 2014.