

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA REGIÃO TOCANTINA DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

EDNA VITÓRIA LIMA REIS

**ESTRUTURA DA BIOTA ZOOPLANCTÔNICA AO LONGO DO GRADIENTE
LONGITUDINAL DE UM LAGO TROPICAL**



ESTRUTURA DA BIOTA ZOOPLANCTÔNICA AO LONGO DO GRADIENTE LONGITUDINAL DE UM LAGO TROPICAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas –
CCENT, da Universidade Estadual da Região Tocantina
do Maranhão – UEMASUL, do curso Ciências
Biológicas.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Francisco da Silva





R375e

Reis, Edna Vitória Lima

Estrutura da biota zooplancônica ao longo do gradiente longitudinal de um lago tropical. /
Edna Vitória Lima Reis. – Imperatriz, MA, 2025.

40 f.; il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da
Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Imperatriz, MA, 2026.

1. Zooplâncton. 2. Reservatórios tropicais. 3. Bioindicadores. 4. Imperatriz - MA. I. Título.

CDU 574.583

Ficha elaborada pelo Bibliotecário: **Mateus de Araújo Souza CRB13/955**





EDNA VITÓRIA LIMA REIS

**ESTRUTURA DA BIOTA ZOOPLANCTÔNICA AO LONGO DO GRADIENTE
LONGITUDINAL DE UM LAGO TROPICAL**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo Francisco da Silva (Orientador)

Doutor em Biologia de Agentes Infecciosos e Parasitários
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Profa. Dra. Regiane Saturnino Ferreira

Doutora em Zoologia
Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

Profa. Ma. Jeovania Oliveira Lima

Mestre em Agricultura e Ambiente
Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por toda graça concedida, aos meus avós que já partiram, mas permanecem vivos em minha memória e coração, ao meus pais, pelo amor incondicional e aos meus irmãos, que representam o laço mais puro e profundo, o amor que me completa e dá sentido à minha vida. Como diz a música *Brothers*:

*"If I was dying on my knees
You would be the one to rescue me
And if you were drowned at sea
I'd give you my lungs so you could breathe
I've got you brother."*

*"Se eu estivesse morrendo de joelhos
Você seria aquele a me resgatar
E se você estivesse se afogando no mar
Eu te daria meus pulmões para que pudesse respirar
Eu te tenho, irmão."*





AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por ser luz nos meus caminhos, força nos dias de cansaço e serenidade nos momentos de incerteza. Foi sua presença constante que me sustentou e me permitiu seguir em frente, mesmo quando o coração se amedrontou.

Ao meu pai, o homem que mais admiro, meu exemplo de firmeza e amor. Foi ele quem me ensinou a ser forte, a acreditar em mim e a caminhar com coragem, sempre me oferecendo seu apoio como um alicerce seguro.

À minha mãe, mulher guerreira e cheia de sabedoria, fonte dos melhores conselhos e do incentivo mais sincero. Seu orgulho pela minha trajetória acadêmica foi combustível para que eu nunca desistisse, mesmo diante dos desafios.

Ao meu namorado, pelo companheirismo, pela paciência e pela motivação diária. Nos momentos de cansaço, suas palavras me lembraram da minha própria capacidade, tornando essa caminhada mais leve, esperançosa e cheia de amor.

Aos meus irmãos, partes essenciais da minha vida e do meu coração. O amor que nos une é força, abrigo e alegria, e sou imensamente grata por cada um de vocês.

À minha avó Francisca, que com sua simplicidade e humildade me ensinou não apenas a ler palavras, mas a compreender a vida. Suas lições silenciosas e cheias de amor permanecem vivas em mim e guiam quem eu sou.

Aos meus amigos, que dividiram comigo essa jornada acadêmica, compartilhando angústias, conquistas, risos e aprendizados. Vivemos de tudo um pouco, e foi essa troca que transformou os dias mais pesados em memórias felizes, mostrando que a amizade é um dos maiores pilares da vida universitária.

Ao meu orientador, pela dedicação, paciência e por acreditar no meu potencial. Sua orientação foi essencial para que este trabalho se tornasse realidade, e sua confiança me deu forças para superar os desafios.

Aos professores que fizeram parte da minha vida acadêmica, cada um deixou uma marca única em minha formação. Obrigada por compartilharem conhecimento, por me inspirarem e por me mostrarem que a educação é capaz de transformar vidas.





EPÍGRAFE

“Para que todos vejam, e saibam, e considerem, e
juntamente entendam que a mão do senhor fez
isto”

Isaías 41;20





RESUMO

O zooplâncton é um componente fundamental dos ecossistemas aquáticos continentais, atuando como elo entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores, além de apresentar elevada sensibilidade às variações ambientais, o que o torna um importante bioindicador da qualidade da água. Este estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade zooplanctônica ao longo do gradiente longitudinal do reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito, localizado no rio Tocantins, entre os estados do Maranhão e Tocantins. As amostragens foram realizadas em seis pontos distribuídos nas porções rio, transição e lago do reservatório, ao longo de quatro campanhas de coleta, contemplando períodos chuvosos e de estiagem, entre novembro de 2023 e maio de 2025. O zooplâncton foi coletado por arrasto vertical, identificado em laboratório e analisado quanto à composição taxonômica, riqueza e densidade. Foram registrados organismos pertencentes aos grupos Cladocera, Copepoda e Rotifera, sendo este último o grupo dominante em riqueza e abundância. Observou-se maior densidade zooplanctônica na região de transição do reservatório, possivelmente associada às características hidrodinâmicas e à maior retenção de organismos nessa zona. As análises multivariadas indicaram que as variáveis físico-químicas explicaram uma baixa proporção da variação na estrutura da comunidade, sugerindo que fatores espaciais e hidrológicos exercem influência mais significativa sobre a organização do zooplâncton. Os resultados reforçam a importância do monitoramento da comunidade zooplanctônica como ferramenta para a avaliação ambiental e o manejo sustentável de reservatórios tropicais.

Palavras-chave: Zooplâncton; Reservatórios tropicais; Gradiente longitudinal; Bioindicadores; Qualidade da água.





ABSTRACT

Zooplankton is a fundamental component of continental aquatic ecosystems, acting as a link between primary producers and higher trophic levels, in addition to being highly sensitive to environmental variations, which makes it an important bioindicator of water quality. This study aimed to characterize the structure of the zooplankton community along the longitudinal gradient of the Estreito Hydroelectric Power Plant reservoir, located in the Tocantins River, between the states of Maranhão and Tocantins, Brazil. Sampling was carried out at six sites distributed across the riverine, transition, and lacustrine zones of the reservoir, during four sampling campaigns covering rainy and dry seasons, from November 2023 to May 2025. Zooplankton was collected through vertical hauls, identified in the laboratory, and analyzed in terms of taxonomic composition, richness, and density. Organisms belonging to the groups Cladocera, Copepoda (Calanoida and Cyclopoida), and Rotifera were recorded, with rotifers being the dominant group in both richness and abundance. Higher zooplankton density was observed in the transition zone of the reservoir, possibly associated with hydrodynamic characteristics and greater organism retention in this area. Multivariate analyses indicated that physicochemical variables explained a low proportion of the variation in community structure, suggesting that spatial and hydrological factors exert a more significant influence on zooplankton organization. These results reinforce the importance of zooplankton community monitoring as a tool for environmental assessment and sustainable management of tropical reservoirs.

Keywords: Zooplankton; Tropical reservoirs; Longitudinal gradient; Bioindicators; Water quality.





LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pontos amostrais de plâncton ao longo do reservatório de Estreito, MA/TO	21
Figura 2 – Medidor multiparâmetro	22
Figura 3 – Variação da densidade média da comunidade zooplancônica (ind./m ³) ao longo das três regiões amostrais do lago da UHE de Estreito, 1 – porção rio, 2 – porção de transição e 3 – porção lago	24
Figura 4 – Análise de agrupamento two-way da densidade de organismos zooplancônicos em relação aos pontos amostrais e coletas, ao longo do gradiente longitudinal do lago da UHE de Estreito	25
Figura 5 – Análise de agrupamento two-way dos parâmetros físico-químicos em relação aos pontos amostrais e coletas	27
Figura 6 – Análise de Redundância Canônica (RDA) da densidade de organismos zooplancônicos em relação aos parâmetros ambientais analisados	27



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Densidade (ind./m³) dos táxons de organismos zooplancctônicos registrados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito, no período de novembro de 2023 a maio de 2025.

Tabela 2 – Valores dos parâmetros físico-químicos da água amostrados ao longo das campanhas de coleta no reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito.



SIGLAS

LEL – Laboratório de Ecologia e Limnologia

MA – Maranhão

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

RDA – Análise de Redundância Canônica

TO – Tocantins

UEMASUL – Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão

UHE – Usina Hidrelétrica



SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 Estrutura Da Comunidade Zooplanctônica	16
2.2 Importância Ecológica do Zooplâncton	18
2.3 Fatores Ambientais Associados	20
2.4 Ecologia De Lagos Tropicais	21
2.5 Estudos Sobre a Comunidade Zooplanctônica	22
2.6A Usina Hidrelétrica de Estreito e seu Reservatório	22
3 OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
4.1 Área de estudo	24
4.2 Plano de amostragem e coleta	24
4.3 Identificação e quantificação dos organismos zooplanctônicos	25
4.4 Análise dos parâmetros físico-químicos da água	25
4.5 Tabulação dos dados	27
5 RESULTADOS	27
5.1 Composição e riqueza	27
5.2 Padrões de similaridade espacial da comunidade zooplanctônica	28
5.3 Relação com variáveis ambientais	29
6 DISCUSSÃO	32
7 CONCLUSÃO	35
8 REFERÊNCIAS	35





1 INTRODUÇÃO

O zooplâncton abrange um grupo diversificado de organismos heterotróficos que habitam a coluna de água em ecossistemas aquáticos continentais, desempenhando um papel crucial na transferência de energia e matéria entre os produtores primários e os níveis tróficos superiores. Essa comunidade é formada, principalmente, por rotíferos, cladóceros, copépodes e protozoários, os quais exercem funções ecológicas obrigatórias na regulação da biomassa fitoplanctônica e no equilíbrio das cadeias alimentares aquáticas. Devido à sua elevada sensibilidade às variações ambientais, os organismos zooplanctônicos são extensivamente empregados como bioindicadores da qualidade da água e das condições ecológicas dos sistemas aquáticos (De-carli *et al.*, 2018).

Estudos realizados em reservatórios tropicais brasileiros demonstram que o monitoramento da comunidade zooplanctônica é uma ferramenta eficaz para avaliar a integridade ecológica dos sistemas aquáticos. A presença, ausência ou dominância de determinadas espécies pode indicar processos de degradação ambiental, como eutrofização, contaminação por efluentes ou alterações no regime hidrológico, refletindo diretamente as condições ambientais desses ecossistemas (Gazonato *et al.*, 2014).

Os ecossistemas lacustres tropicais representam ambientes de extrema importância ecológica, ambiental e socioeconômica, especialmente em países de clima quente e úmido como o Brasil. Esses sistemas aquáticos, que incluem lagos, lagoas e reservatórios naturais, funcionam como verdadeiros centros de biodiversidade, abrigando uma ampla variedade de organismos aquáticos e terrestres. Sua relevância vai além da conservação da fauna e flora, pois desempenham funções cruciais na regulação do ciclo hidrológico, sequestro de carbono, purificação da água e na manutenção do equilíbrio climático regional (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008; Esteves, 2011).

Além disso, os lagos tropicais fornecem água para consumo humano e atividades agrícolas, sustentam a pesca artesanal e recreativa e são amplamente utilizados para lazer, turismo e transporte. Em diversas regiões, esses ecossistemas constituem a base da subsistência de populações tradicionais, que dependem diretamente da integridade ecológica desses ambientes para manter seus modos de vida (Junior, 2023).

No entanto, esses ecossistemas são altamente suscetíveis às pressões antrópicas decorrentes do crescimento urbano, do desmatamento das áreas marginais, do uso intensivo

do solo e do lançamento de efluentes domésticos e industriais. Tais consequências acarretam alterações profundas na estrutura e no funcionamento dos sistemas aquáticos, provocando a perda de habitat, a redução da biodiversidade e a interferência na qualidade da água. Nesse contexto, os organismos planctônicos, especialmente o zooplâncton, estão entre os grupos mais sensíveis às mudanças ambientais, tornando-se indicadores eficazes para a avaliação do estado ecológico desses ambientes (Wiegand; Piedra; Araújo, 2016).

A Usina Hidrelétrica de Estreito (UHE Estreito), localizada no rio Tocantins, entre os estados do Maranhão e Tocantins, foi concebida como parte da estratégia nacional de expansão da matriz energética brasileira, sendo incluída no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Sua construção teve início em 2007 e a operação comercial começou em 2010, resultando na formação de um reservatório com mais de 500 km² de área alagada. O empreendimento gerou uma série de externalidades socioambientais, como o deslocamento de comunidades ribeirinhas, alterações no uso e ocupação do solo, e impactos significativos sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres da região. Embora tenha contribuído para o fornecimento de energia e o dinamismo econômico local, a usina promoveu mudanças profundas na dinâmica hidrológica do rio Tocantins, afetando diretamente a biodiversidade e a estrutura das comunidades aquáticas, incluindo o zooplâncton (Massoli; Borges, 2014).

Apesar da relevância ecológica e socioambiental dos grandes reservatórios tropicais, ainda existem lacunas consideráveis no conhecimento sobre a estrutura e a distribuição espacial da comunidade zooplanctônica ao longo do gradiente longitudinal desses sistemas, especialmente em reservatórios do rio Tocantins. A maioria dos estudos concentra-se em abordagens pontuais ou descritivas, tendo falta de análises integradas que consideram simultaneamente os efeitos da hidrodinâmica, das variações ambientais e da organização espacial da biota ao longo do reservatório.

Nesse cenário, o monitoramento da comunidade zooplanctônica torna-se uma ferramenta fundamental para a avaliação da qualidade ambiental e para o suporte à gestão sustentável dos recursos hídricos, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas, que estabelecem como meta a melhoria da qualidade da água e a proteção dos ecossistemas aquáticos até 2030 (ONU, 2015).

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo caracterizar a estrutura da biota zooplanctônica ao longo do gradiente longitudinal de um lago tropical, no reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito, contribuindo para a compreensão dos processos ecológicos que regulam a biodiversidade aquática e fornecendo subsídios para o monitoramento e a conservação ambiental de reservatórios submetidos à pressão antrópica.





2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Estrutura Da Comunidade Zooplanctônica

O estudo da comunidade zooplanctônica tem sido amplamente utilizado como ferramenta para a avaliação de alterações ambientais decorrentes de diferentes atividades antrópicas, tais como a introdução de espécies exóticas, processos de eutrofização e desmatamento (Landa; Colchete, 2020). No Brasil, a biodiversidade do zooplâncton ainda é considerada subestimada, uma vez que as curvas de acumulação de espécies para os diferentes grupos zooplanctônicos não atingiram seus valores máximos, indicando a existência de lacunas no conhecimento taxonômico e ecológico desses organismos (Elmoor-Loureiro *et al.*, 2023).

Em nível nacional estima-se a ocorrência de aproximadamente 150 espécies de cladóceros e cerca de 420 espécies de rotíferas. Este último grupo frequentemente domina as comunidades zooplanctônicas em ambientes continentais, em função de sua elevada capacidade de dispersão, pelo fato de serem generalistas e altamente adaptáveis a alterações ambientais. Os copépodes, por sua vez, apresentam alta distribuição em diferentes habitats aquáticos, sendo mais diversos em ambientes marinhos, embora também sejam abundantes em ecossistemas de água doce, com cerca de 2.814 morfoespécies descritas (Souza, 2024).

Estudos realizados no Rio Xingu mostram que os rotíferos frequentemente dominam em riqueza de espécie e abundância, representando a maior porção de táxons em muitas comunidades zooplanctônicas encontradas, especialmente em sistemas que apresentam heterogeneidade ambiental e variações sazonais marcadas entre períodos de cheia e seca (Matsumura-Tundisi, 2015). Por exemplo, em um estudo no Rio Parnaíba, os rotíferos responderam por mais de dois terços do total de espécies registradas, enquanto os cladóceros e copépodes contribuíram com porções menores, mas ainda relevantes para a estrutura da comunidade (Lucena; de Melo; Medeiros, 2015).

Os cladóceros são uma ordem de pequenos crustáceos que habitam majoritariamente em água doce, eles apresentam uma variedade alimentar, sendo coletores, raspadores e filtradores de matéria orgânica, cerca de 600 espécies são conhecidas em todo mundo, e pouco mais de 19% ocorre no Brasil (Torres *et al.*, 2019). Eles contribuem significativamente para a composição zooplanctônica, influenciados por características físicas e químicas da água,

como disponibilidade de alimento e trofia do ambiente. Em estudos de reservatórios, certas espécies de cladóceros foram relacionadas não apenas à riqueza total, mas também à qualidade da água e à interação com o fitoplâncton (Picapedra *et al.*, 2021). Os copépodes apresentam contribuição variável conforme as condições ambientais e da fase do ciclo hidrológico. Em algumas comunidades, suas formas jovens são especialmente abundantes e podem representar uma parte importante da densidade zooplancônica, refletindo o papel funcional destes organismos na dinâmica de sistemas lênticos e lóticos.

Portanto, a estrutura da comunidade é resultado da interação entre fatores abióticos e bióticos, incluindo variáveis ambientais, regime hidrológico e disponibilidade de alimento, sendo frequentemente utilizada como um indicador ecológico de qualidade da água e de trofia em ecossistemas tropicais (Fantin-Cruz *et al.*, 2011).

2.2 Importância Ecológica do Zooplâncton

Organismos zooplancônicos constituem um dos componentes mais importantes das cadeias tróficas aquáticas, atuando como elo entre produtores primários e consumidores de níveis tróficos superiores (Eskinazi Sant'anna *et al.*, 2007). Em lagos tropicais, a biota zooplancônica apresenta alta diversidade e variação espacial e temporal, refletindo as condições ambientais, a produtividade primária e a conectividade hidrológica desses sistemas (Barbosa *et al.*, 2008).

De acordo com Fantin-Cruz *et al.* (2011), a conectividade hidrológica é um fator determinante na estrutura do zooplâncton, pois estudos demonstraram que as variações no pulso de inundação promovem alterações significativas na composição e densidade dos mesmos, reforçando o papel da dinâmica hidrológica na manutenção da biodiversidade em lagos de planície de inundação. Durante o período de cheia, a dispersão de espécies entre os ambientes aumenta, enquanto, na seca, ocorre maior segregação espacial e redução da riqueza local.

A compreensão da dinâmica do zooplâncton em lagos tropicais é essencial para a conservação da biodiversidade aquática e para o manejo sustentável dos recursos hídricos. Estudos como os de Coelho (2020) sobre lagoas marginais tropicais conectadas a rios, e de Rezende (2022) sobre variações espaciais e temporais da biomassa zooplancônica, reforçam a



relevância desse grupo como indicador ecológico e como peça-chave na estrutura trófica desses ecossistemas.

Os zooplânctons são considerados bioindicadores pois são organismos que apresentam respostas mensuráveis e passíveis de análise diante de alterações em seu ambiente natural. Essas respostas podem se manifestar de diferentes formas, como o desaparecimento ou aparecimento da espécie, mudanças em seu comportamento, alterações morfológicas ou estruturais, aumento na taxa de mortalidade, entre outras. Nesse contexto, o monitoramento de bioindicadores consiste em observar características previamente estabelecidas, buscando identificar padrões de modificações que revelem os efeitos das mudanças ocorridas no habitat (Corsini; Nascimento, 2020).

Além de responder às variações naturais do ambiente, o zooplâncton também é sensível à presença de contaminantes químicos, como agrotóxicos. (Lopes, 2023) avaliou os efeitos da aplicação de pesticidas em cultivos de cana-de-açúcar sobre ecossistemas aquáticos tropicais, utilizando organismos zooplanctônicos como bioindicadores. Os resultados mostraram alterações significativas na composição e abundância das comunidades, com redução da diversidade e aumento de espécies tolerantes à toxicidade. O estudo reforça o papel do zooplâncton na ecotoxicologia e destaca a importância de políticas públicas voltadas à regulação do uso de agrotóxicos em áreas próximas a corpos d'água.

2.3 Fatores Ambientais Associados

A estrutura e a dinâmica do zooplâncton são diretamente influenciadas por fatores ambientais bióticos e abióticos, que afetam tanto a distribuição quanto a abundância desses organismos. Esses fatores físico-químicos atuam de forma isolada ou interativa, modulando as condições de sobrevivência, crescimento, reprodução e competição entre as espécies que compõem o zooplâncton (Dantas-Silva; Dantas, 2013).

O zooplâncton em ecossistemas aquáticos continentais pode ser afetado por condições ambientais locais como turbidez da água, eutrofização e salinidade, quanto às condições regionais como o clima, variação da sazonalidade, conectividade e distância geográfica. Essas alterações podem ocasionar mudanças nas comunidades, podem causar extinções seletivas e restringir dispersões e eventos de colonização (Barbosa, 2024).

A temperatura da água é um dos fatores ambientais mais importantes na determinação da composição da comunidade zooplanctônica, ela afeta a saúde, desenvolvimento, reprodução e sobrevivência dos organismos, além de influenciar a solubilidade do oxigênio e interações tróficas. Estudos demonstram que variações de temperatura podem favorecer espécies de menor tamanho e com maiores ritmos de reprodução, como rotíferos, em



detrimento de organismos maiores, alterando de forma significativa a estrutura da comunidade (Altındağ; Berdi; Kulköylüoğlu, 2025).

O nível de oxigênio dissolvido na água é extremamente importante para a sobrevivência da maioria das plantas e animais aquáticos influenciando significativamente a presença e abundância de plâncton. Ambientes com baixo oxigênio dissolvido (OD), muitas vezes associados à eutrofização ou alta demanda biológica, podem restringir a presença desses grupos e favorecer espécies mais tolerantes (Yousef *et al.*, 2024). Os autores sugerem que os fatores

ambientais exercem influência determinante sobre a densidade de zooplâncton em ambientes aquáticos, ao esclarecer essas relações, é possível obter compreensões importantes acerca dos fatores que explicam a abundância e os padrões de distribuição do zooplâncton.

De-carli *et al.*, (2018) em sua pesquisa destaca que os rotíferos alcançaram maior riqueza, pois esses organismos são oportunistas e capazes de se adaptar a diferentes condições ambientais e também causar desequilíbrio na estrutura da comunidade de zooplânctons por conta da competição por alimento.

2.4 Ecologia De Lagos Tropicais

Os ambientes lacustres constituem elementos recorrentes nas diversas paisagens terrestres, estando geralmente associados a condições climáticas propícias e à presença de excedentes hídricos resultantes de intensa atividade pluvial, fluvial ou glacial. Os lagos, principais representantes dessas formações, caracterizam-se como corpos d'água interiores, sem conexão direta com o mar. Sua origem está vinculada à existência de depressões naturais na superfície terrestre, combinadas a um balanço hidrológico favorável que permita o acúmulo e a permanência da água ao longo do tempo (Costa *et al.*, 2009).

As taxas metabólicas dos lagos apresentam variações tanto no espaço, entre e dentro dos próprios lagos, quanto no tempo, em escalas que vão de dias a anos. Essas variações são influenciadas por mudanças nas condições ambientais, como temperatura, pluviosidade, vento, características das bacias de drenagem, morfometria dos lagos e cobertura vegetal, além da disponibilidade de recursos essenciais aos processos biológicos, como luz, nutrientes e matéria orgânica, e da composição trófica das comunidades aquáticas (Gagliardi, 2015).

Cabral *et al.*, (2020) ao analisarem 180 lagos rasos no Nordeste brasileiro, verificaram que a composição e a riqueza zooplancônica variam significativamente conforme a área dos corpos d'água e o contexto ambiental. Os autores observaram que lagos maiores e com menor trofia apresentam maior diversidade de espécies, enquanto ambientes eutróficos e temporários tendem a abrigar comunidades dominadas por poucas espécies adaptadas à instabilidade



ambiental. Outro estudo conduzido em veredas do Cerrado reforçou a relevância das variáveis limnológicas na determinação da estrutura das comunidades zooplanctônicas (Pinese *et al.*, 2015).

Rezende (2022), ao estudar lagos do baixo Rio Doce (ES), observou que a biomassa zooplanctônica varia significativamente ao longo do tempo e do espaço, influenciada por fatores como temperatura da água, turbidez, concentração de nutrientes e conectividade com outros corpos hídricos. Lagos mais impactados por atividades humanas apresentaram sinais de eutrofização, com aumento da biomassa de organismos tolerantes a ambientes enriquecidos em nutrientes.

2.5 Estudos Sobre a Comunidade Zooplanctônica

Diversos estudos têm demonstrado a importância da comunidade zooplanctônica como componente essencial para a compreensão da dinâmica ecológica de ecossistemas lacustres tropicais, evidenciando sua sensibilidade às variações ambientais e pressões antrópicas.

Um dos estudos mais clássicos foi realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), que analisou a composição do zooplâncton em cinco lagos da Amazônia Central. Os pesquisadores identificaram dois grupos distintos de lagos, os de várzea, com maior disponibilidade de nutrientes, maior diversidade zooplanctônica e concentrações iônicas elevadas, e os de terra firme, com menor diversidade e baixa concentração de íons. A estrutura da comunidade nesses lagos foi observada como sendo periodicamente alterada pelas inundações dos rios, evidenciando a influência da conectividade hidrológica e da sazonalidade amazônica sobre a biota aquática (Hardy, 1980).

Estudos realizados em regiões semiáridas também evidenciam a influência de eventos climáticos extremos sobre a comunidade zooplanctônica. Medeiros (2020) ao investigar dois lagos rasos do semiárido brasileiro, demonstrou que a redução do nível da água durante os períodos de seca extrema provocou alterações significativas nas interações tróficas, favorecendo espécies tolerantes à eutrofização e à turbidez elevada. Esses resultados indicam que eventos climáticos extremos podem modificar rapidamente a estrutura da comunidade e comprometer o equilíbrio ecológico desses sistemas.

Dantas-Silva e Dantas (2013) destacam que o aumento da carga de nutrientes em reservatórios do Nordeste brasileiro promove alterações na estrutura da comunidade, com redução da diversidade e predominância de espécies oportunistas e tolerantes à eutrofização.

Esses estudos evidenciam que ecossistemas lacustres tropicais são altamente sensíveis às variações ambientais e às pressões antrópicas. A análise da comunidade zooplanctônica,



portanto, configura-se como uma abordagem eficaz para o monitoramento ecológico, a avaliação da qualidade ambiental e o suporte para o desenvolvimento de estratégias de conservação e manejo sustentável dos recursos hídricos.

2.6 A Usina Hidrelétrica de Estreito e seu Reservatório

A Usina Hidrelétrica de Estreito foi idealizada para se tornar uma das maiores hidrelétricas do país, com o objetivo de atender à crescente demanda por energia elétrica, fornecendo suporte à matriz energética nacional e estímulo ao desenvolvimento regional. A construção da barragem resultou na formação de um extenso reservatório artificial, cuja implantação promoveu alterações significativas na dinâmica ambiental, social e territorial dos municípios afetados pelo alagamento (Silva, 2024).

Estudos indicam que a formação do reservatório provocou o deslocamento de comunidades ribeirinhas e a reconfiguração de práticas tradicionais associadas ao rio, tais como a pesca, o transporte fluvial e as atividades de lazer. Pesquisas realizadas em municípios afetados, como Babaçulândia (TO), demonstram que os barqueiros e trabalhadores vinculados ao rio passaram a ressignificar o espaço após a implantação da barragem, atribuindo novos significados ao lago artificial, ao mesmo tempo em que relatam perdas materiais, simbólicas e culturais decorrentes da inundação de seus territórios (Silva; Sieben, 2019).

Além disso, a percepção ambiental das populações diretamente afetadas pelo reservatório revela uma relação ambígua com o lago da Usina Hidrelétrica de Estreito. Embora o reservatório tenha viabilizado o surgimento de novas atividades econômicas, tais como o turismo e o comércio informal às margens do lago, também intensificaram o sentimento de perda territorial, insegurança ambiental e restrição no acesso aos recursos naturais anteriormente disponíveis (Silva, 2018).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Caracterizar a estrutura da biota zooplanctônica ao longo do gradiente longitudinal do lago tropical da Usina Hidrelétrica de Estreito.

3.2 Objetivos Específicos

- Identificar as espécies de zooplâncton presentes em diferentes pontos ao longo do gradiente longitudinal do lago;
- Correlacionar parâmetros físico-químicos da água (como Temperatura da água, pH, Oxigênio dissolvido, Turbidez, Clorofila a e Condutividade Eletrolítica) com a estrutura da comunidade zooplanctônica;

- Investigar possíveis padrões espaciais de distribuição do zooplâncton relacionados à hidrodinâmica e ao uso do entorno do lago.



4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito (UHE Estreito), localizado no rio Tocantins, entre os estados do Maranhão e Tocantins, na Região Sudoeste do Maranhão identificado pelas coordenadas geográficas 6°44'45" de latitude sul e 47°28'15" de longitude oeste. O reservatório ocupa uma área de aproximadamente 555 km² e foi formado a partir do represamento do rio Tocantins com início de operação em 2010.

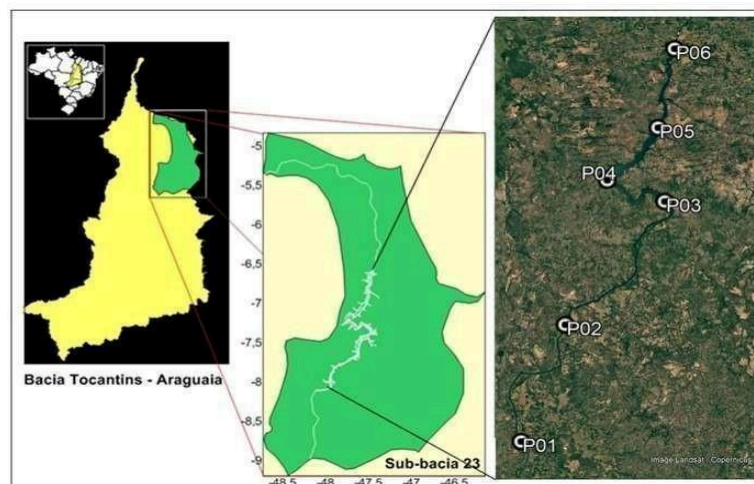
A formação do reservatório teve grande impacto na infraestrutura local, incluindo a construção de pontes, estradas e melhorias urbanas. Apesar dos benefícios econômicos, o projeto também gerou debates sobre impactos ambientais e sociais, como o deslocamento de comunidades ribeirinhas.


O reservatório caracteriza-se por apresentar um gradiente longitudinal bem definido, composto por três zonas principais, a porção rio, com maior influência fluvial e maior fluxo de água, a porção de transição, marcada por redução da velocidade da corrente e aumento da retenção de partículas e a porção lago, com características predominantemente lânticas. Essas zonas apresentam diferenças hidrodinâmicas e limnológicas que influenciam diretamente a estrutura das comunidades aquáticas, incluindo o zooplâncton.

4.2 Plano de amostragem e coleta

As amostras utilizadas foram obtidas pela coleta em seis regiões ao longo do reservatório de Estreito, caracterizando as porções rio (p1 e p2), de transição (p3 e p4) e lago (p5 e p6) distribuídos ao longo de 275 km do lago.

Figura 1. Pontos amostrais de plâncton ao longo do reservatório de Estreito, MA/TO.





Foram realizadas quatro (4) campanhas de coletas nos meses de novembro de 2023, maio de 2024, novembro de 2024 e maio de 2025, contemplando períodos chuvosos e de estiagem. Em cada campanha de coleta foi realizada uma coleta por ponto amostral, totalizando uma réplica por ponto em cada período amostrado. Dessa forma, cada ponto contou com quatro réplicas ao longo do estudo, correspondentes às quatro campanhas realizadas. As amostras encontram-se depositadas no banco de amostras do Laboratório de Ecologia e Limnologia (LEL) da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL), campus Centro.

O zooplâncton foi coletado por meio de arrasto vertical a partir de 4 (quatro) metros de profundidade com rede de plâncton com malha (68 μ m), a malha foi escolhida por ser amplamente utilizada em estudos zooplancônicos, permitindo a captura eficiente de organismos de pequeno porte, especialmente rotíferos e estágios juvenis de microcrustáceos, sem comprometer a integridade dos indivíduos coletados. Após coletados foram reservados em potes plásticos identificados e fixados com formaldeído a 10%, neutralizado com bórax, visando a preservação dos organismos para posterior análise laboratorial.

4.3 Identificação e quantificação dos organismos zooplancônicos

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Ecologia e Limnologia da UEMASUL. A identificação dos organismos zooplancônicos foi realizada sob microscópio óptico invertido (Axio Vert A1), utilizando câmara de Sedgwick-Rafter.

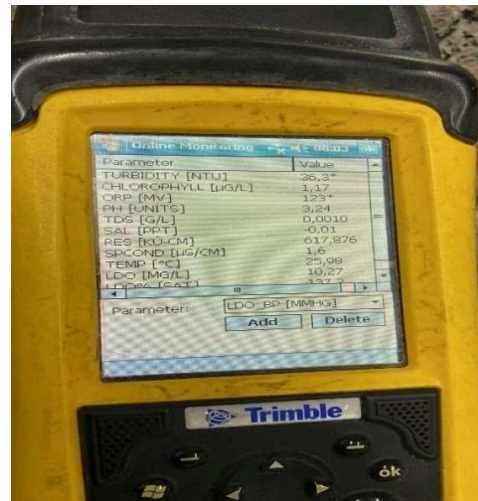
Os indivíduos foram identificados a nível de gênero, utilizando chaves especializadas e literatura específica para cada grupo de zooplâncton incluindo rotíferos, cladóceros e copépodes, conforme descrito por Elmoor-Loureiro (1997) e Fernando (2002).

4.4 Análise dos parâmetros físico-químicos da água

Os parâmetros físico-químicos da água analisados incluíram temperatura da água ($^{\circ}$ C), pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e concentração de clorofila *a*. Esses dados foram utilizados para avaliar possíveis relações entre as condições ambientais e a estrutura da comunidade zooplancônica ao longo do gradiente longitudinal do reservatório. Os parâmetros físico-químicos da água foram mensurados *in situ* com o auxílio de um medidor multiparâmetro portátil (Figura 2), permitindo a obtenção simultânea de variáveis como temperatura, pH, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica e turbidez.



Figura 2: Medidor multiparâmetro.



4.5 Tabulação dos dados

Os dados obtidos a partir das análises laboratoriais foram inicialmente organizados em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel, onde foram registradas as informações referentes à abundância, riqueza e frequência de ocorrência de organismos zooplanctônicos, separadas por pontos amostrais ao longo do lago, organismos encontrados e período de coleta. A análise de agrupamento do tipo two-way foi aplicada utilizando a distância de Hellinger, permitindo avaliar a similaridade entre pontos amostrais e períodos de coleta com base na composição e densidade dos organismos. Além disso, foi realizada a Análise de Redundância Canônica (RDA) para investigar a relação entre a estrutura da comunidade zooplanctônica e os parâmetros físico-químicos da água. Os resultados estão dispostos em tabelas e gráficos que foram criados no ambiente estatístico “PAST” PAleontological STatistics.

5 RESULTADOS

5.1 Composição e riqueza

Durante a análise das amostras foram registrados organismos pertencentes aos grupos cladóceros, copépodes calanoidas, copépodes ciclopoídas e rotíferos, evidenciando uma comunidade zooplantônica típica de ecossistemas lacustres tropicais. No total, foram identificados seis táxons de cladóceros, três táxons de copépodes calanoidas, três táxons de copépodes ciclopoídas e dez táxons de rotíferos (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade (ind./m³) de taxa de organismos zooplanctônicos analisados a partir de amostras obtidas no lago da UHE de Estreito de novembro de 2023 a maio de 2025.

	Novembro 2023/chuva						Maio 2024/seca						Novembro 2024/chuva						Maio 2025 /Seca					
	P1C1	P2C1	P3C1	P4C1	P5C1	P6C1	P1C2	P2C2	P3C2	P4C2	P5C2	P6C2	P1C3	P2C3	P3C3	P4C3	P5C3	P6C3	P1C4	P2C4	P3C4	P4C4	P5C4	P6C4
CLADOCERA																								
<i>Bosmina</i> spp	609	525	3846	3825	1012	1093	572	573	4096	3403	987	1101	615	533	3957	3979	1060	1080	429	446	1850	2269	743	846
<i>Bosminopsis</i> sp	0	351	0	0	2468	0	0	362	0	0	2606	0	0	341	0	0	2592	0	0	271	0	0	1285	0
<i>Ceriodaphnia</i> spp	39	33	329	0	0	52	38	0	342	0	0	54	38	34	339	0	0	50	26	0	253	0	0	44
<i>Daphnia</i> sp	0	0	0	0	0	3502	0	0	0	0	0	2222	0	0	0	0	0	3572	0	0	0	0	0	1695
<i>Diaphanosoma</i> sp	0	0	0	58	19	60	0	0	0	57	18	51	0	0	0	56	19	60	0	0	0	42	14	38
<i>Moina</i> spp	473	398	398	398	398	362	69	0	0	0	33	362	76	0	0	0	37	369	53	0	0	0	26	265
COPEPODA CALANOIDA																								
<i>Notodiaptomus</i> sp	39	29	2672	578	72	106	36	28	3104	576	66	106	40	27	2592	555	68	103	29	21	2342	436	50	88
Calanoida sp1	24	0	2071	249	17	54	27	0	2788	246	18	61	24	0	2030	247	17	55	22	0	1824	190	14	45
Calanoida sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COPEPODA CICLOPOIDA																								
<i>Paracyclops</i> sp	0	0	411	57	88	0	0	0	347	61	102	0	0	0	411	57	85	0	0	0	269	48	75	0
<i>Macrocyclus</i> sp	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Ciclopoidea</i> sp	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
ROTIFERA																								
<i>Colotheca</i> spp	165	9	4	0	0	62	167	9	0	0	0	52	160	9	4	0	0	62	122	7	0	0	0	40
<i>Brachionus</i> spp	80	11	1	0	35	564	71	10	38	0	37	636	83	11	1	0	35	564	54	7	30	0	27	492
<i>Filinia</i> spp	696	93	449	880	448	56	613	89	445	1067	494	48	661	97	467	918	432	55	442	68	348	772	363	37
<i>Keratella</i> spp	282	49	90	888	138	418	294	48	94	897	131	447	290	47	93	870	143	435	225	36	73	677	94	338
<i>Lecane</i> spp	0	0	83	1	19	0	0	0	86	1	21	0	0	0	87	1	19	0	0	0	62	1	15	0
<i>Trichocerca</i> sp	0	9	0	130	17	0	0	10	0	127	19	0	0	9	0	124	18	0	0	8	0	95	13	0
<i>Filinia</i> spp	696	93	449	880	448	56	613	89	445	1067	494	48	661	97	467	918	432	55	442	68	348	772	363	37
<i>Keratella</i> spp	282	49	90	888	138	418	294	48	94	897	131	447	290	47	93	870	143	435	225	36	73	677	94	338
<i>Lecane</i> spp	0	0	83	1	19	0	0	0	86	1	21	0	0	0	87	1	19	0	0	0	62	1	15	0
<i>Trichocerca</i> sp	0	9	0	130	17	0	0	10	0	127	19	0	0	9	0	124	18	0	0	8	0	95	13	0

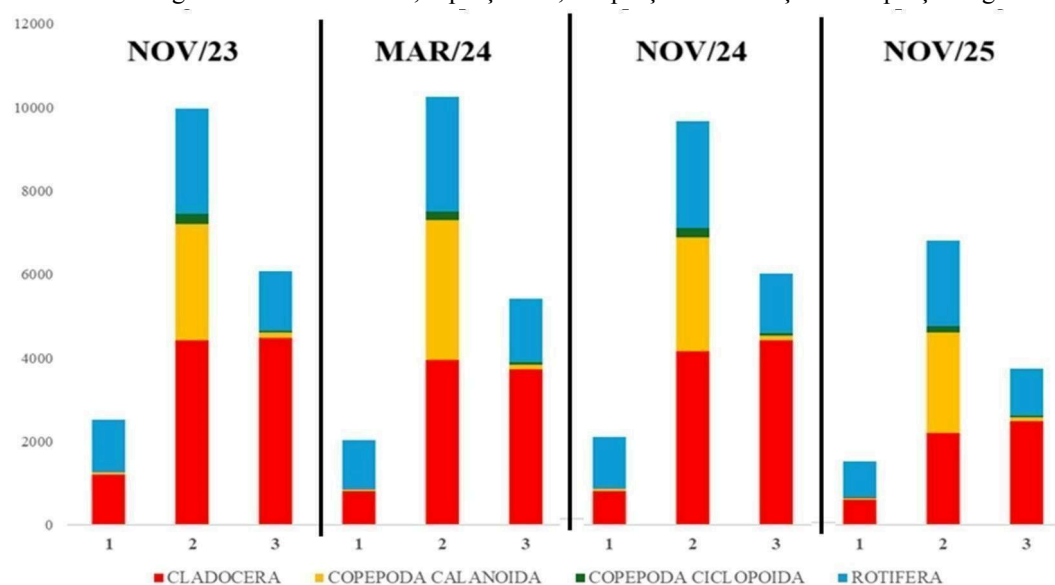
P1 a P6 correspondem aos pontos amostrais distribuídos ao longo do reservatório; C1, C2, C3 e C4 referem-se às campanhas de coleta realizadas, respectivamente, em novembro de 2023, maio de 2024, novembro de 2024 e maio de 2025



Os rotíferos apresentaram a maior riqueza taxonômica, seguido pelos cladóceros e copépodes, padrão frequentemente observado em reservatórios tropicais e associado à elevada plasticidade ecológica, curto ciclo de vida e elevada capacidade de dispersão desse grupo. A predominância de rotíferos reforça sua importância como componente estrutural da comunidade zooplancônica e como bioindicadores das condições ambientais do sistema.

Apesar da estrutura geral da comunidade zooplancônica não ter variado de forma significativa ao longo da amostragem, a comparação da densidade observada em relação as três regiões do lago em estudo, 1-porção rio, 2 – porção de transição e 3 – porção lago, demonstra uma elevação significativa da densidade observada da comunidade zooplancônica na porção de transição (2). Padrão esse que pode ser observado tanto nos períodos chuvoso e de estiagem (Fig. 3).

Figura 3. Variação da densidade média da comunidade zooplancônica (ind./m³) ao longo das três regiões amostrais do lago da UHE de Estreito, 1-porção rio, 2 – porção de transição e 3 – porção lago.



Fonte: Autora, 2025.

Esse resultado sugere que a zona de transição do reservatório atua como uma área de maior retenção de organismos, possivelmente em função da redução da velocidade da corrente, maior estabilidade hidrodinâmica e maior disponibilidade de recursos alimentares, favorecendo o desenvolvimento do zooplâncton.

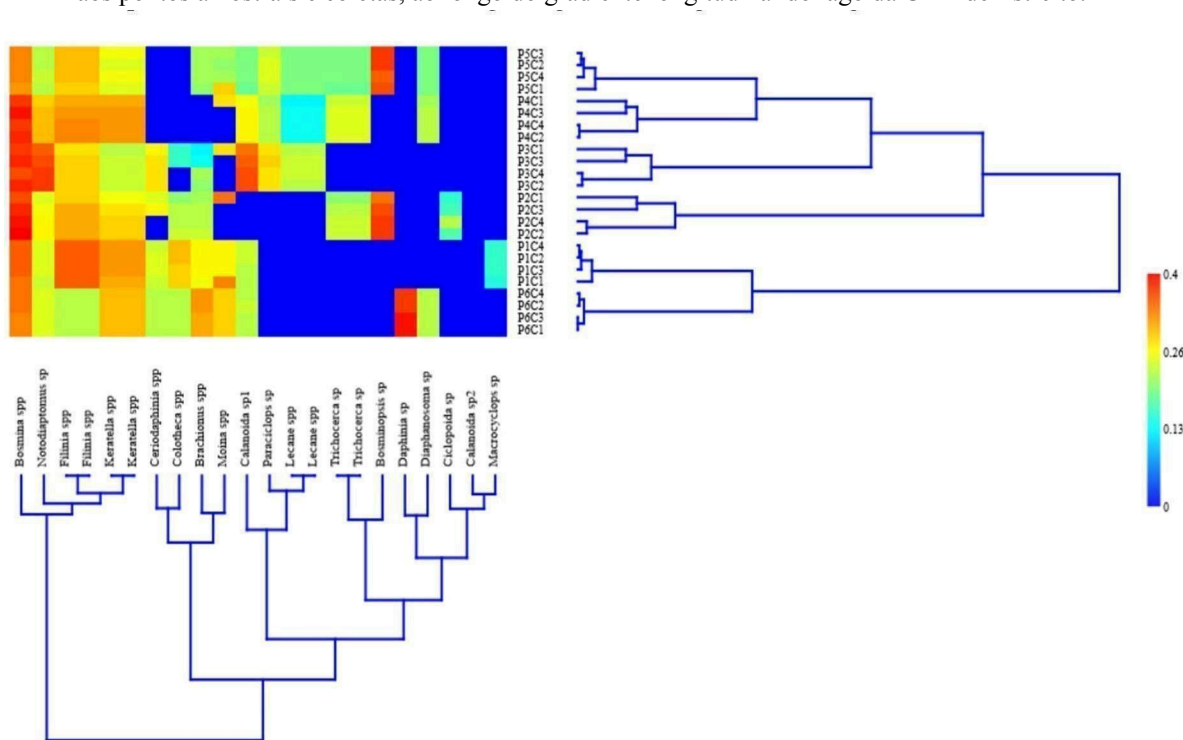


5.2 Padrões de similaridade espacial da comunidade zooplancônica

A comparação das amostras analisadas utilizando o método de análise de agrupamento two-way, com base na distância de Hellinger (Fig. 4), evidencia uma maior similaridade entre os pontos amostrais um, no início do lago, e seis, na porção final do lago. Principalmente relacionada à densidade observada dos cladóceros *Ceriodaphnia* e *Moina* e dos rotíferos *Colotheca* e *Brachionus*.

A região de transição do lago apresentou associação com a maioria dos táxons registrados, tanto de microcrustáceos quanto de rotíferos, reforçando o papel dessa zona como um ambiente ecologicamente heterogêneo e favorável ao estabelecimento de uma comunidade zooplancônica mais diversa e abundante. Por sua vez, cladóceros do gênero *Bosmina* e rotíferos dos gêneros *Filinia* e *Keratella* apresentaram ampla distribuição espacial, ocorrendo ao longo de todo o gradiente amostral, o que indica elevada plasticidade ecológica desses táxons.

Figura 4. Análise de agrupamento two-way da densidade de organismos zooplancônicos em relação aos pontos amostrais e coletas, ao longo do gradiente longitudinal do lago da UHE de Estreito.



Fonte: Autora, 2025.



5.3 Relação com variáveis ambientais

Os valores dos parâmetros físico-químicos da água mensurados ao longo das campanhas de coleta estão apresentados na Tabela 2.

De modo geral, os parâmetros ambientais apresentaram baixa variação espacial e temporal, evidenciando relativa homogeneidade das condições limnológicas ao longo do reservatório.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos amostrados ao longo das coletas no lago da UHE de Estreito.

Amostras		Temperatura da água (°C)	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Eletrolítica (µS/cm)	Oxigênio Dissolvido (ppm)	Clorofila a (µg/l)	
2023	P1C1	27,5	0,5	6,5 6,8	57,11	5,35	0,93	
	P2C1	31,6	0,71	7,48	62,82	6,4	0,56	
	P3C1	28,5	1,15	8,63	58,22	5,6	0,6	
	P4C1	30	1,02	7,42	59,35	6,67	0,59	
	P5C1	31,7	0,63	6,58	59,19	5,16	0,44	
	P6C1	29,3	0,6	7,31	60,07	5,9	0,92	
2024	Maio	P1C2	25,3	3,61	7,24	37,94	5,9	1,27
		P2C2	27	1,27	7,2	48,24	5,91	1,42
		P3C2	25,9	1,77	7,31	49,85	5,83	1,73
		P4C2	26,6	1,41	7,32	48,24	5,9	0,52
		P5C2	27,2	1,98	7,44	46,05	5,32	1,84
		P6C2	26,3	2,59	7,4	49,37	6,52	0,78
		P6C2	28	6,82	7,5	80	7,01	0,9021
		P1C3	29,6	1,69	7,3	73,2	6,5	0,5656
		P2C3	28,6	1,4	7,48	76,05	6,1	0,6
		P3C3	31,6	1,38	8,46	129,11	7,2	0,5605
		P4C3	31,2	1,28	8,11	73,7	6,8	0,4444
		P5C3	32	0,8	5,91	129	7,1	0,8924
		P6C3	27,1	1,9	6,78	30,1	6,6	0,41
		2025	Maio	P1C4	30,1	0,74	8,25	40
P2C4	28,5			0,76	8,38	41	6 6,1	0,43
P3C4	30,7			0,9	8,19	40,3	6,1	0,36

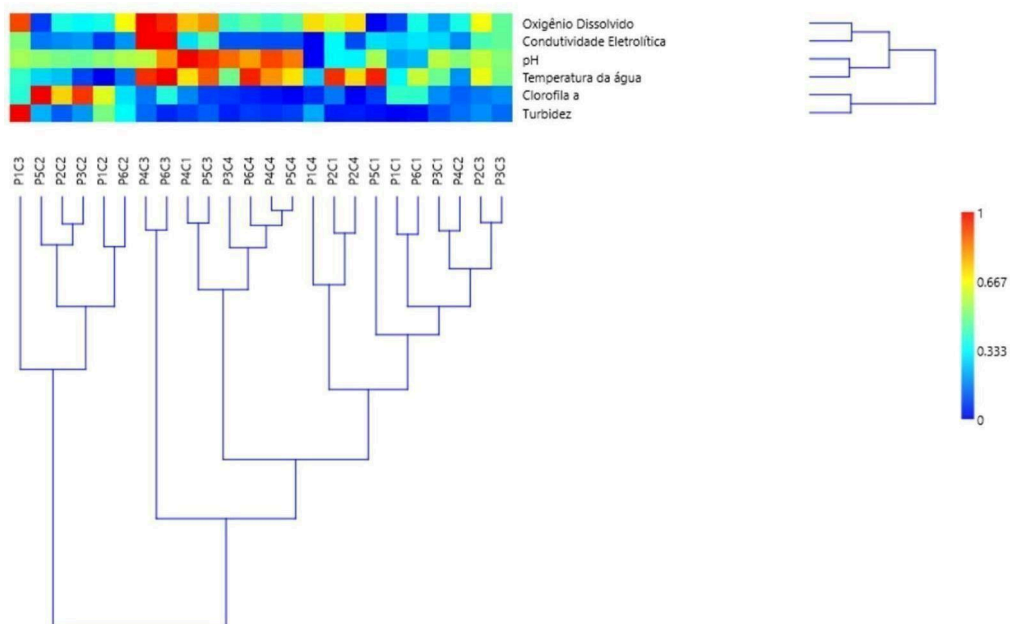
	P4C4	30	1,02	8,06	40,5	0,32
	P5C4	31,7	0,99		40,7	0,39
	P6C4					

Fonte: Autora, 2025.

A análise de agrupamento aplicada aos parâmetros físico-químicos demonstrou forte similaridade entre os pontos amostrais e os períodos de coleta (Figura 4), o que contribui para explicar o baixo peso das variáveis ambientais na estruturação da comunidade zooplancônica, conforme observado na Análise de Redundância Canônica (RDA).

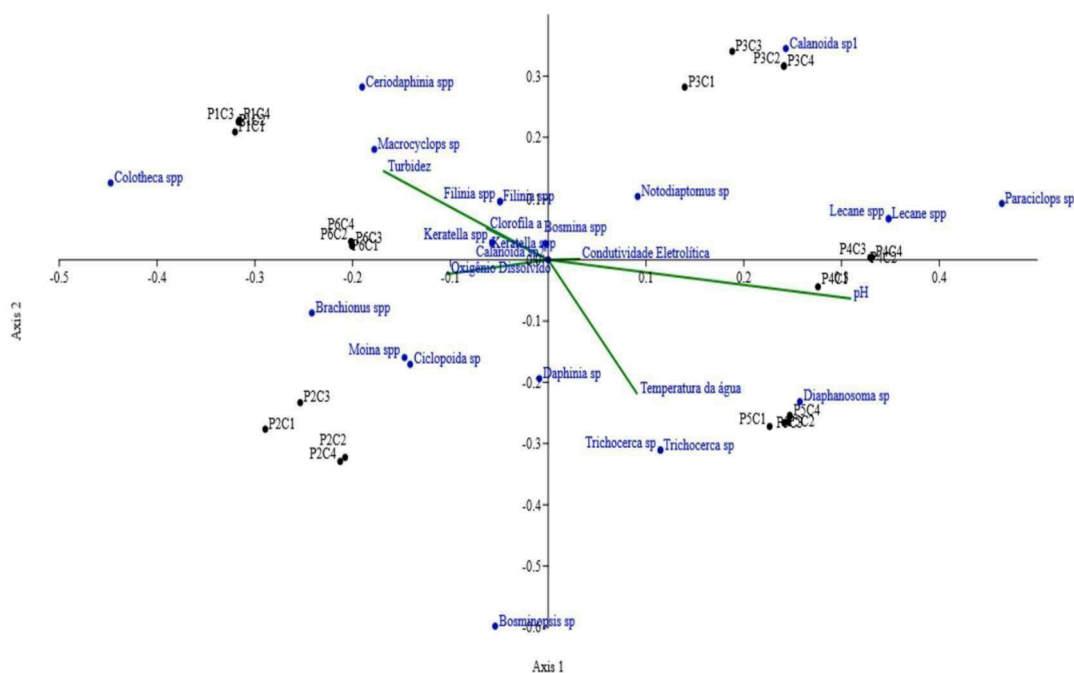
A RDA indicou que os parâmetros ambientais analisados explicaram menos de 25% da variação observada na estrutura da comunidade zooplancônica (Figura 5). Ainda assim, foi possível observar um padrão de agregação dos pontos amostrais por localidade, com maior proximidade entre os pontos da porção de transição (P3 e P4) e o ponto da porção lago (P5), bem como uma aproximação entre os pontos P1 e P6, corroborando os resultados obtidos na análise de agrupamento da comunidade.

Figura 5. Análise de agrupamento two-way dos parâmetros físico-químicos em relação aos pontos amostrais e coletas.



Fonte: Autora, 2025

Figura 6. Análise de Redundância Canônica (RDA) da densidade de organismos zooplancônicos em relação aos parâmetros ambientais analisados.



Fonte: Autora, 2025.

Esses dados sugerem que, embora as variáveis físico-químicas desempenhem papel importante na dinâmica do zooplâncton, fatores espaciais, hidrodinâmicos e estruturais do reservatório, associados ao gradiente longitudinal, exercem influência mais determinante sobre a organização da comunidade zooplancônica no reservatório da UHE Estreito.

Apesar dos parâmetros ambientais analisados poderem explicar menos de 25% da variação observada na estrutura da comunidade zooplancônica. No gráfico da RDA pode ser observada a distribuição dos pontos amostrais de forma agregada por localidade, com uma clara relação entre os pontos na porção de transição, pontos 3 e 4, com o ponto 5. Assim como uma proximidade entre os pontos um e seis, também observada na análise de agrupamento anteriormente citada.



6 DISCUSSÃO

A estrutura da comunidade zooplanctônica observada no reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito segue padrões relatados em outros reservatórios brasileiros, nos quais rotíferos, cladóceros e copépodes formam a base da comunidade planctônica. Estudos realizados em reservatórios hidrelétricos, como o de Tucuruí, mostram que rotíferos geralmente apresentam maior riqueza de espécies e dominância numérica, seguidos por microcrustáceos, refletindo a típica composição de sistemas lênticos tropicais influenciados por regime hidrológico e disponibilidade de alimento (Morais *et al.*, 2020).

A maior densidade zooplanctônica registrada na porção de transição do reservatório evidencia o papel dessa região como uma zona ecologicamente favorável ao desenvolvimento da comunidade. A transição entre os ambientes de rio e lago caracteriza-se pela diminuição da correnteza, maior retenção de partículas e aumento da disponibilidade de recursos alimentares, fatores que contribuem para o acúmulo e a manutenção de organismos planctônicos. Esse padrão já foi descrito em outros reservatórios tropicais e reforça a importância da hidrodinâmica na estruturação das comunidades zooplanctônicas (Fantin-Cruz *et al.*, 2011).

A predominância dos rotíferos em termos de riqueza taxonômica e abundância está de acordo com resultados obtidos em diversos estudos realizados em reservatórios e grandes rios tropicais, como os sistemas do Xingu, Parnaíba e reservatórios do semiárido brasileiro (Lucena *et al.*, 2015; Matsumura-Tundisi *et al.*, 2015). Esse padrão pode ser atribuído às características ecológicas desse grupo, como curto ciclo de vida, elevada taxa reprodutiva, ampla plasticidade ecológica e alta capacidade de colonização, que permitem rápida resposta às variações ambientais e favorecem sua dominância em ambientes sujeitos a distúrbio (De-Carli *et al.*, 2018).

A influência do gradiente longitudinal sobre a comunidade zooplanctônica é um padrão amplamente documentado em reservatórios tropicais, incluindo sistemas do rio Tocantins. Mendonça (2022) evidencia que a diversidade e a composição do zooplâncton variam ao longo da extensão dos reservatórios em cascata no rio Tocantins, sendo que pontos influenciados por tributários e zonas de transição frequentemente exibem maior diversidade ou diferenças na estrutura comunitária, devido à dispersão e aporte de organismos e nutrientes (Mendonça, 2022).

Além disso, pesquisas realizadas em reservatórios brasileiros têm demonstrado a estreita relação entre a composição da comunidade zooplanctônica e os padrões de qualidade da água, corroborando parte das tendências observadas em diferentes sistemas. Em ambientes localizados nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do país, espécies de rotíferos, como *Keratella*



spp. e *Hexarthra mira*, têm sido frequentemente associadas a condições mais eutróficas, refletindo sua elevada tolerância a ambientes enriquecidos em nutrientes. Em contraste, microcrustáceos como *Daphnia gessneri* e *Notodiaptomus henseni* tendem a predominar em reservatórios caracterizados por melhores índices de qualidade da água, evidenciando respostas diferenciadas da comunidade zooplanctônica frente aos gradientes físico-químicos presentes no sistema (Picapedra *et al.*, 2021).

A literatura disponível nos mostra ainda que a formação de reservatórios promove mudanças marcantes na estrutura das comunidades planctônicas. Estudos realizados em reservatórios subtropicais brasileiros, como o de Dona Francisca (RS), demonstraram que a riqueza e densidade de rotíferos, cladóceros e copépodes aumentaram após o represamento, coincidindo com alterações nas características físico-químicas da água decorrentes da inundação. Esses achados mostram que a transição de um ambiente fluvial para um ambiente lântico favorece mudanças ecológicas profundas na comunidade zooplanctônica, o que é consistente com alterações observadas em outros reservatórios tropicais (Pedrozo *et al.*, 2012).



7 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a comunidade zooplânctônica do reservatório da Usina Hidrelétrica de Estreito apresenta estrutura típica de ambientes lacustres tropicais, com predominância de rotíferos em riqueza e abundância, seguidos por cladóceros e copépodes. A distribuição espacial da comunidade ao longo do gradiente longitudinal revelou padrões bem definidos, com maior densidade de organismos na porção de transição do reservatório, destacando a importância dessa região como área de retenção e desenvolvimento do zooplâncton.

As análises multivariadas indicaram que as variáveis físico-químicas da água explicaram uma pequena parcela da variação na estrutura da comunidade, sugerindo que fatores espaciais e hidrodinâmicos exercem papel mais relevante na organização do zooplâncton no sistema estudado. A similaridade observada entre pontos distantes do reservatório reforça a presença de espécies generalistas e a relativa homogeneidade ambiental ao longo do lago.

Desse modo, os resultados demonstram que o zooplâncton constitui um importante indicador ecológico da dinâmica ambiental do reservatório da UHE Estreito, contribuindo para o entendimento dos impactos associados à formação de reservatórios hidrelétricos em ecossistemas tropicais. O monitoramento contínuo dessa comunidade é fundamental para subsidiar ações de manejo e conservação da qualidade ambiental do sistema.

8 REFERÊNCIAS

ALTINDAĞ, Ahmet; BERDI, Duygu; KÜLKÖYLÜOĞLU, Okan. The hidden impact of global warming on the structure and dynamics of zooplankton communities in freshwater habitats. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 97, n. 4, p. e20241273, 2025.

BARBOSA, João Victor da Silva. Influência de fatores ambientais locais e regionais na composição das assembleias de micro e mesozoplâncton em reservatórios do semiárido. 2024.

CABRAL, Camila Rodrigues et al. Zooplankton species distribution, richness and composition across tropical shallow lakes: A large scale assessment by biome, lake origin, and lake habitat. In: **Annales de Limnologie-International Journal of Limnology**. EDP Sciences, 2020. p. 25.

COELHO, Paula Nunes. Diversidade beta e funcional do zooplâncton em lagoas marginais com conectividade hidrológica com um rio tropical. 2020.

CORSINI, Fábio dos Santos; NASCIMENTO, Ariane Flávia do. Introdução ao uso de zooplâncton como bioindicador. In: **CIÊNCIAS AMBIENTAIS: RECURSOS HÍDRICOS**. p. 184, 2020.





COSTA, Marcondes Lima da et al. Produção bibliográfica sobre ambientes lacustres no Brasil. *Acta Geográfica*, v. 1, n. 1, p. 113–122, 2009

DANTAS-SILVA, Lays T.; DANTAS, E. W. Zooplâncton (Rotifera, Cladocera e Copepoda) e a eutrofização em reservatórios do nordeste brasileiro. *Oecologia Australis*, v. 17, n. 2, p. 53- 58, 2013.

DE-CARLI, Bruno P. et al. Comunidade zooplanctônica e sua relação com a qualidade da água em reservatórios do Estado de São Paulo. 2018.

DE MOTA MORAIS, João Vitor et al. Composição e densidade do zooplâncton no reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 12, pág. e9991210766-e9991210766, 2020.

ELMOOR-LOUREIRO, Lourdes Maria Abdu. **Manual de identificação de cladóceros límnicos do Brasil**. Brasília: Universa, 1997.

ELMOOR-LOUREIRO, L. M. A. et al. Towards a synthesis of the biodiversity of freshwater Protozoa, Rotifera, Cladocera, and Copepoda in Brazil. *Limnologia*, v. 100, p. 126008, 2023

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; MENEZES, R.; COSTA, I.S.; PANOSSO, R.F.; ARAÚJO,

M.F.; ATTAYDE, J.L. Composição da comunidade zooplanctônica em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. *Oecologia Brasiliensis*, v.11, n.3, p. 410-421. 2007.

ESTEVEES, Francisco de Assis. *Fundamentos de limnologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FANTIN-CRUZ, Ibraim et al. Relationship between the structure of zooplankton community and the water level in a floodplain lake from the Pantanal, Mato Grosso State, Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 33, n. 3, p. 271–279, 2011.

Fernando, C.H.A.: *Guide to Tropical Freshwater Zooplankton*. Backhuys, Leiden. (2002)

GAGLIARDI, Laura Martins. *Metabolismo de lagos tropicais: efeito das alterações climáticas, morfometria dos lagos e características de suas bacias*. 2015.

GAZONATO NETO, A. J. et al. Zooplankton communities as eutrophication bioindicators in tropical reservoirs. *Biota Neotropica*, v. 14, n. 4, e20140018, 2014.

HARDY, Elsa Rodrigues. Composição do zooplâncton em cinco lagos da Amazônia Central. *Acta amazonica*, v. 10, n. 3, p. 577-609, 1980.

JÚNIOR, Carlos Alberto Nascimento da Rocha. *Análise sistêmica de ambientes lacustres do semiárido tropical: suporte para projetos de manejo e mitigação da eutrofização*. 2023.



LANDA, Giovanni Guimarães; COLCHETE, Izabella van Ham. **Limnologia da comunidade zooplanctônica em um sistema lêntico em Belo Horizonte, MG.** *Acta Biologica*

Brasiliensia,

v. 3, n. 1, 2020. ISSN 2596-0016.

LOPES, Lais Fernanda de Palma. Avaliação dos efeitos de agrotóxicos em ecossistemas aquáticos tropicais utilizando organismos zooplanctônicos como bioindicadores. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-27032023-101637/>. Acesso em: 09 nov. 2025.

LUCENA, Ludmilla Cavalcanti Antunes; MELO, Thaís Xavier de; MEDEIROS, Élvio Sérgio

Figueredo. Comunidade zooplanctônica do Rio Parnaíba, Nordeste do Brasil. **Acta Limnológica Brasiliensia** , v. 1, pág. 118-129, 2015

MASSOLI, Elma Coelho; BORGES, Fabricio Quadros. Análise das externalidades geradas pela Usina Hidrelétrica de Estreito (MA) e o processo de desenvolvimento. *Desenvolvimento em questão*, v. 12, n. 28, p. 251-278, 2014.

MATSUMURA-TUNDISI, T. et al. Zooplankton community structure of the lower Xingu River (PA) related to the hydrological cycle. **Brazilian journal of biology**, v. 75, n. 3 suppl 1, p. 47-54, 2015.

MEDEIROS, Paulo Ivo Silva de. Efeitos da redução do nível da água sobre a dinâmica do zooplâncton e seus predadores em dois lagos rasos tropicais semiáridos. 2020.

ONU BR – NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL – ONU BR. A Agenda 2030. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.

PINESE, Olívia Penatti; PINESE, José Fernando; DEL CLARO, Kleber. Structure and biodiversity of zooplankton communities in freshwater habitats of a Vereda Wetland Region, Minas Gerais, Brazil. *Acta Limnológica Brasiliensia*, v. 27, n. 3, p. 275–288, 2015.

REZENDE, Yuri Gomes. Variação temporal e espacial da biomassa zooplânctônica em lagos do Baixo Rio Doce (ES). 2022.

SILVA, Hugo Noleto da et al. Usina hidrelétrica de Estreito: Zona de autossalvamento e as narrativas de moradores frente à segurança da barragem e impactos ambientais. 2024.

SILVA, Súsie Fernandes Santos. O paraíso tropical entre ouro, pedras e palmeiras: percepções ambientais dos barraqueiros das praias artificiais no lago da Usina Hidrelétrica Estreito. 2023.

SOUZA, Maria Eduarda Turcato de. **Estrutura e variação sazonal da comunidade zooplanctônica de poças inseridas em domínio Mata Atlântica.** [S.l.]: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 3 maio 2024.

SOUSA, F.D.R. & Elmoor-Loureiro, L.M.A. (2012) How many species of cladocerans

(Crustacea, Branchiopoda) are found in Brazilian Federal District? *Acta Limnológica Brasiliensia* 24(4): 351– 362





TORRES, Caio Rabelo et al. Novas ocorrências de cladóceros em ambientes aquáticos do Brasil Central: compreendendo a biodiversidade. **Heringeriana**, v. 13, n. 2, p. 21–28, 2019., 2019.

Wallace, R. L., Snell, T. W., Ricci, C. & Nogrady, T. (2006): Rotifera. Vol. 1. Biology, ecology and systematics, 2nd edition. In: Dumont H. J. F. (ed.) Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world, vol. 23, pp. 1–299. Kenobi Productions, Ghent.

WIEGAND, Mario Cesar; PIEDRA, Julio Iván González; ARAÚJO, José Carlos de. Vulnerabilidade à eutrofização de dois lagos tropicais de climas úmido (Cuba) e semiárido (Brasil). *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 21, p. 415–424, 2016.

YOUSEF, Ebtessam A. et al. Efeito de variáveis ambientais no zooplâncton em vários habitats do rio Nilo. **Water**, v. 16, n. 7, p. 915, 2024.

ZAGALLO, Ana Daisy Araújo; ERTZOGUE, Marina Hainzenreder. Barragem e turismo na representação dos barqueiros atingidos pela UHE Estreito em Babaçulândia–Tocantins. **Caderno Virtual de Turismo**, v. 19, n. 1, 2019.

