



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ARIANE SUSAN SANTOS FREIRES

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS
DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

PRINCESA ISABEL

2024

ARIANE SUSAN SANTOS FREIRES

**ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS
DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Camila Ferreira Mendes

PRINCESA ISABEL

2024

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Agnaldo Oliveira -988

Freires, Ariane Susan Santos.

F866e Estrutura da comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido paraibano/ Ariane Susan Santos Freires. – 2024.
32 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior em Ciências Biológicas)
– Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
Princesa Isabel, 2024.

Orientador(a): Profa Dra Camila Ferreira Mendes.

1. Ciências Biológicas. 2. Ecologia. 3. Fitoplanctônica. 4. Qualidade de água. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/PI

CDU 574

Catalogação na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca
Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

TERMO DE APROVAÇÃO

ARIANE SUSAN SANTOS FREIRES

ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, campus Princesa Isabel, como requisito necessário para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas e aprovado pela banca examinadora.

Aprovado em: 14 / 08 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CAMILA FERREIRA MENDES**
Data: 09/01/2025 16:41:36-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª Dr^a Camila Ferreira Mendes (Orientadora)

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente
 **IVAN JEFERSON SAMPAIO DIOGO**
Data: 07/01/2025 12:43:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Ivan Jeferson Sampaio Diogo (Avaliador)

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

Documento assinado digitalmente
 **EVALDO DE LIRA AZEVEDO**
Data: 05/02/2025 11:41:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Evaldo de Lira Azevedo (Avaliador)

Instituto Federal da Paraíba - IFPB

À minha irmãzinha Aíla Natália, por ser luz em minha escuridão.

AGRADECIMENTOS

À Deus, que em sua infinita bondade me permite todos os dias lutar por meus objetivos;

Aos meus pais, Maria Suelí e Adeildo, por todo seu apoio e incentivo;

À minha irmãzinha Aíla Natália, obrigada por sempre estar ao meu lado e me fazer ser alguém melhor todos os dias.

À minha querida orientadora Dr^a Camila Mendes, por me acompanhar e direcionar nesta caminhada, a senhora é um exemplo de ser humano e de profissional. Obrigada por seu tempo e dedicação para conclusão deste trabalho;

Aos professores Dr^a Adriana Oliveira, Dr. Evaldo Lira, Dr. Ivan Sampaio, Me. Raíza Melo, Me Nathan, Esp. Bruno de Moraes, o meu sincero agradecimento por cada conselho, conversa, bem como por todas as vezes que precisei de ajuda e estavam disponíveis;

À minha amiga Amanda Mandú, por sua amizade, seus conselhos, por estar sempre ao meu lado, dividir cada conquista, cada choro e cada alegria. Obrigada por ser luz e me fazer brilhar junto a você;

Aos meus colegas de curso, em especial Rozane Lacerda, Arthur Souza, Maiza de Sousa, Patrícia, Érika Caylane, Érika Andrade, obrigada por cada conversa, alegria e atribuição compartilhada, vocês tornaram alguns dias mais suportáveis;

Ao IFPB, pela oportunidade de ensino;

Enfim a todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

RESUMO

A água é essencial para a vida e para processos ambientais, especialmente em ecossistemas aquáticos. No semiárido nordestino, a escassez hídrica, exacerbada por baixa pluviosidade e altas temperaturas, leva à construção de reservatórios, que suportam uma rica biodiversidade, incluindo fitoplâncton, macrófitas, e invertebrados. Este estudo avaliou a estrutura da comunidade fitoplanctônica e os parâmetros físico-químicos da água em três reservatórios no semiárido paraibano: Jatobá II, Macapá e Tavares. As amostras foram coletadas em setembro de 2023 em dez pontos de cada reservatório, na zona litorânea e na subsuperfície (~0,30 m de profundidade), usando uma rede de 20 µm. As amostras foram preservadas com formaldeído a 4% e analisadas com microscópio óptico a 400x. Parâmetros como temperatura, oxigênio dissolvido e pH foram medidos com uma sonda multiparamétrica AKOM Ak87, e a transparência foi avaliada com um disco de Secchi. As análises estatísticas foram realizadas com nível de significância de 5% utilizando o programa R. Os reservatórios apresentaram água com bons níveis de oxigênio dissolvido (acima de 8 mg/L), temperaturas superiores a 26°C e pH alcalino superior a 9. A condutividade elétrica foi elevada no Macapá, onde foram encontradas 121 espécies fitoplanctônicas e cianobactérias. Os resultados indicaram diferenças significativas na biomassa e riqueza fitoplanctônica entre os reservatórios. Tavares apresentou a maior biomassa e riqueza, Jatobá II teve a maior equitabilidade, e Macapá mostrou baixa equitabilidade, com dominância de algumas espécies. A participação relativa revelou predominância de Chlorophyta (50%) em Macapá, Cianobactérias (40%) em Tavares e Cryptophyta (50%) em Jatobá II. A Análise de Componentes Principais (PCA) mostrou que o eixo 1, que explicou 45,8% da variação, separou Jatobá II e Tavares pelo lado positivo (associado à transparência e oxigênio dissolvido) e Macapá pelo lado negativo (associado à condutividade elétrica, temperatura e pH). Este estudo oferece uma base para futuras pesquisas e para a conservação dos reservatórios, ajudando a entender a dinâmica das comunidades fitoplanctônicas e seus parâmetros ambientais.

Palavras-chave: Fitoplâncton; Ecologia; Diversidade; Qualidade de água.

ABSTRACT

Water is essential for life and environmental processes, particularly in aquatic ecosystems. In the semi-arid region of northeastern Brazil, water scarcity, exacerbated by low rainfall and high temperatures, leads to the construction of reservoirs that support a rich biodiversity, including phytoplankton, macrophytes, and invertebrates. This study evaluated the structure of the phytoplankton community and the physical-chemical parameters of the water in three reservoirs in the semi-arid region of Paraíba: Jatobá II, Macapá, and Tavares. Samples were collected in September 2023 at ten points in each reservoir, in the littoral zone and subsurface (~0.30 m depth), using a 20 µm mesh net. The samples were preserved with 4% formaldehyde and analyzed using a 400x optical microscope. Parameters such as temperature, dissolved oxygen, and pH were measured with an AKOM Ak87 multiparameter probe, and water transparency was assessed with a Secchi disk. Statistical analyses were conducted with a significance level of 5% using R software. The reservoirs exhibited good levels of dissolved oxygen (above 8 mg/L), temperatures above 26°C, and alkaline pH above 9. Electrical conductivity was high in the Macapá reservoir, where 121 phytoplankton and cyanobacterial species were identified. The results indicated significant differences in phytoplankton biomass and richness among the reservoirs. Tavares had the highest biomass and richness, Jatobá II had the highest evenness, and Macapá showed low evenness, with dominance by certain species. Relative abundance analysis revealed dominance of Chlorophyta (50%) in Macapá, Cyanobacteria (40%) in Tavares, and Cryptophyta (50%) in Jatobá II. Principal Component Analysis (PCA) showed that axis 1, which explained 45.8% of the variation, separated Jatobá II and Tavares on the positive side (associated with transparency and dissolved oxygen) and Macapá on the negative side (associated with electrical conductivity, temperature, and pH). This study provides a foundation for future research and reservoir conservation efforts, contributing to the understanding of phytoplankton community dynamics and their environmental parameters.

Keywords: Phytoplankton; Ecology; Diversity; Water quality.

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS | 11 |
| 3 RESULTADOS | 15 |
| 4 DISCUSSÃO | 21 |
| 5 CONCLUSÃO | 22 |
| REFERÊNCIAS | 23 |
| ANEXO | 27 |

ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

ARIANE SUSAN SANTOS FREIRES¹, CAMILA FERREIRA MENDES²

¹ *Discente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel, BR-426 - Zona Rural, s/n, CEP: 58.755-000, Princesa Isabel - PB*

² *Docente do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Princesa Isabel, BR-426 - Zona Rural, s/n, CEP: 58.755-000, Princesa Isabel - PB*

RESUMO: O fitoplâncton é crucial nos ecossistemas aquáticos, atuando como principal produtor primário e influenciando a circulação de substâncias, trocas de energia e transferência de informações na cadeia trófica. Este estudo avaliou a estrutura da comunidade fitoplanctônica e os parâmetros físico-químicos da água em três reservatórios no semiárido paraibano. A amostragem foi feita em dez pontos de cada reservatório, coletando amostras com uma rede de 20 µm, armazenadas em garrafas plásticas de 200 ml e fixadas com formaldeído a 4%. A identificação das espécies foi realizada com microscópio óptico a 400x. Os parâmetros físico-químicos, como temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹) e pH, foram medidos com uma sonda multiparamétrica, e a transparência da água foi avaliada com o disco de Secchi. Análises estatísticas foram feitas com nível de significância de 5% usando o software R. Os resultados mostraram diferenças significativas na biomassa e riqueza entre os reservatórios, sendo Tavares o que apresentou maior biomassa e riqueza, enquanto Jatobá exibiu maior equitabilidade. A participação relativa indicou predominância de Chlorophytas em Macapá, Cianobactérias em Tavares e Cryptophytas em Jatobá II. Este estudo é fundamental para pesquisas futuras, ajudando a entender melhor a dinâmica das comunidades fitoplanctônicas e a conservação dos reservatórios.

Palavras-chave: Comunidades fitoplanctônicas. Ecologia. Semiárido. Reservatórios.

ABSTRACT: Phytoplankton is crucial in aquatic ecosystems, acting as the primary producer and influencing the circulation of substances, energy exchanges, and information transfer within the trophic chain. This study evaluated the structure of phytoplankton communities and the physical and chemical parameters of water in three reservoirs in the semi-arid region of Paraíba. Sampling was conducted at ten points in each reservoir, with samples collected using a 20 µm net, stored in 200 ml plastic bottles, and preserved with 4% formaldehyde. Species identification was performed using a 400x optical microscope. Physical and chemical parameters, such as water temperature (°C), dissolved oxygen (mg L⁻¹), and pH, were measured with a multiparametric probe, and water transparency was assessed using a Secchi disk. Statistical analyses were carried out with a significance level of 5% using R software. The results showed significant differences in biomass and richness among the reservoirs, with Tavares exhibiting the highest biomass and richness, while Jatobá showed greater equitability. Relative abundance indicated a dominance of Chlorophytes in Macapá, Cyanobacteria in Tavares, and Cryptophytes in Jatobá II. This study is essential for future research, helping to better understand the dynamics of phytoplankton communities and the conservation of reservoirs.

Keywords: Phytoplankton communities. Ecology. Semi-arid. Reservoirs.

RESUMEN: El fitoplancton es crucial en los ecosistemas acuáticos, actuando como el principal productor primario e influyendo en la circulación de sustancias, intercambios de energía y transferencia de información en la cadena trófica. Este estudio evaluó la estructura de la comunidad fitoplanctónica y los parámetros físico-químicos del agua en tres reservorios de la región semiárida de Paraíba. La toma de muestras se realizó en diez puntos de cada reservorio, con muestras colectadas utilizando una red de 20 µm, almacenadas en botellas plásticas de 200 ml y conservadas con formaldehído al 4%. La identificación de las especies se llevó a cabo mediante un microscopio óptico a 400x. Los parámetros físico-químicos, como la temperatura del agua (°C), el oxígeno disuelto (mg L⁻¹) y el pH, se midieron con una sonda multiparamétrica, y la transparencia del agua se evaluó con un disco de Secchi. Los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de significancia del 5% utilizando el software R. Los resultados mostraron diferencias significativas en biomasa y riqueza entre los reservorios, siendo Tavares el que presentó mayor biomasa y riqueza, mientras que Jatobá mostró mayor equitabilidad. La abundancia relativa indicó una predominancia de Chlorophytes en

Macapá, Cianobacterias en Tavares y Cryptophytes en Jatobá II. Este estudio es fundamental para futuras investigaciones, ya que ayuda a comprender mejor la dinámica de las comunidades fitoplanctónicas y la conservación de los reservorios.

Palabras clave: Comunidades fitoplanctónicas. Ecología. Semiárido. Reservorios.

INTRODUÇÃO

A origem, a manutenção, a preservação da vida e os processos ambientais dependem da água. A disponibilidade adequada de recursos hídricos é essencial para o desenvolvimento ecológico e socioeconômico das populações aquáticas e humanas (De-Carli, et al.2018). Algumas regiões, como o semiárido nordestino, são caracterizadas por índices pluviométricos baixos e pela distribuição sazonal das chuvas, fatores que são agravados pela intensa insolação, altas temperaturas e amplitudes térmicas reduzidas. Essas condições têm um impacto direto na disponibilidade de água na região, gerando um déficit hídrico (Zanella 2014; Azevêdo et al. 2017).

Para suprir essa necessidade hídrica na região, é comum a construção de reservatórios (Costa et al. 2016). Tendo em vista a garantia de água durante a estação de estiagem para diferentes finalidades como: abastecimento de água humana e animal, irrigação e geração de energia (Lima, 2018).

Esses reservatórios abrigam uma diversificada comunidade biótica, composta principalmente por peixes, macrófitas, fitoplâncton, zooplâncton e invertebrados bentônicos, incluindo espécies não nativas. No entanto, o desenvolvimento e a sustentabilidade dessas espécies dependem de uma qualidade ambiental adequada (Azevêdo, 2022). Sendo essas áreas acometidas por sérias ameaças devido às extensas atividades humanas desenvolvidas nas proximidades, resultando na deterioração da qualidade da água e na perda de biodiversidade (Silva, et al. 2019). Segundo Ranta et al. (2021), os ambientes aquáticos, mesmo artificiais como os reservatórios, oferecem serviços ecossistêmicos que englobam provisão, suporte e benefícios éticos e estéticos.

Considerando este aspecto, destaca-se o fitoplâncton uma vez que desempenha um papel crucial tanto ambiental quanto ecológico, sendo o principal produtor primário em ambientes aquáticos e a base do fluxo de energia e matéria em toda a cadeia alimentar. Ele sustenta diretamente os herbívoros e indiretamente os animais dos níveis tróficos superiores, incluindo espécies de importância econômica para os seres humanos (Fuhrman et al., 2015; Hou et al. 2018; Zhao et al., 2020). Além disso, do ponto de vista ecológico, o fitoplâncton serve como um bioindicador da qualidade ambiental porque sua dinâmica muda rapidamente quando o ambiente sofre mudanças, como ações antrópicas e a eutrofização (Silva et al. 2019).

Dentre os principais grupos taxonômicos que compõem as assembléias fitoplanctônicas em sistemas aquáticos de água doce, podemos destacar as divisões Bacillariophyta, Chlorophyta,

Cryptophyta, Chrysophyta, Cyanophyta, Dinophyta e Euglenophyta, todas comumente reportadas em reservatórios tropicais em todo o mundo (Lv et al., 2014; Souza-Franco, 2015; Silva et al., 2018; Hou et al. 2018; Zhao et al., 2020; Crossetti et al., 2014, 2019; Silva et al. 2019; Osti et al. 2024).

Apesar dos estudos sobre fitoplâncton em áreas límnicas estarem ganhando um maior destaque nos últimos anos, dados sobre a estrutura da comunidade aplicados a reservatórios urbanos tropicais ainda são escassos. Todavia é nestes ambientes que há a coexistência de diferentes espécies, ocorrendo geralmente a predominância de espécies e em detrimento de outras espécies raras ou subdominantes, que estão sujeitas às variações constantes do ambiente e as relações ecológicas existentes no meio (Sousa, 2017; Amorim et al., 2019).

A estrutura da comunidade e a abundância do fitoplâncton são vulneráveis às flutuações ambientais como mudanças de temperatura, nutrientes e pH. Os trabalhos de Monteiro, 2012; Fernandes, 2018 e Matarazzo, 2019, reforçam que as variáveis ambientais interferem diretamente na estrutura da comunidade fitoplanctônicas, uma vez que ao haver um desequilíbrio no meio ocorreu um aumento considerável de cianobactérias nos reservatórios, táxon que tem destaque em termos de bioindicador para eutrofização, estes estudos mostram que a ocorrência deste fato foi devido ao aumento de nutrientes sendo os principais agentes o fósforo e nitrogênio, uma vez que os reservatórios avaliados estavam dentro das áreas urbanas e sofriam diretamente com as ações antrópicas.

Portanto, pesquisas sobre a composição, abundância e distribuição das espécies da comunidade fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos, especialmente em regiões semiáridas, são essenciais para entender e monitorar a qualidade da água. Eles também podem explicar como as espécies são selecionadas em ecossistemas sujeitos a impactos, como os reservatórios urbanizados (Souza et al., 2018; Rego et al., 2018). Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a estrutura da comunidade fitoplanctônica e de parâmetros físicos da água em três reservatórios do semiárido paraibano.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

O município de Princesa Isabel, situado na microrregião da Serra do Teixeira, Mesorregião do Sertão, Oeste do Estado da Paraíba (IBGE, 2010), possui um clima semiárido quente e seco, conforme a classificação de Koppen (Alvares et al., 2013). As temperaturas variam de 23°C a 30°C, com um regime pluviométrico irregular, registrando uma média anual de 789,2mm (com mínima de 287,4 mm/ano e máxima de 2395,9 mm/ano).

Na região, encontram-se os dois reservatórios analisados neste estudo: Macapá e Jatobá II, pertencentes à sub-bacia do Rio Piancó (Freitas et al., 2015). O reservatório Macapá (7°44'22.8"S 37°59'09.7"W), construído em 1923 e localizado na saída da cidade em direção a Tavares – PB, às

margens da Rodovia PB 426, tem uma capacidade de acumulação de 2.656.000 m³. Atualmente, é usado para atividades de lazer e irrigação de algumas propriedades ao seu redor (Andrade et al., 2013). Abaixo está demonstrado a área de estudo bem como os 10 pontos de amostragem dos locais de coleta ao longo do reservatório (Figura 1)

Figura 1. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, no Reservatório Macapá, Princesa Isabel-PB.

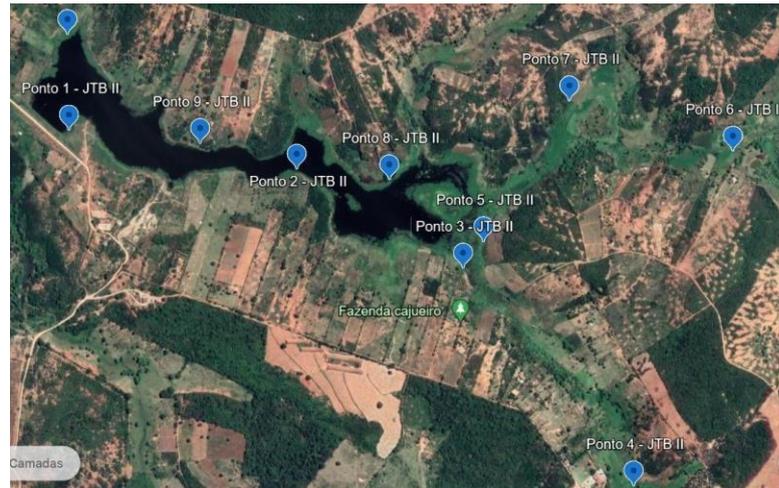


Fonte: Google Earth, 2023

Enquanto isso, o reservatório Jatobá II ($7^{\circ}43'08.1''S$ $37^{\circ}59'14.9''W$), erguido em 1960 e situado cerca de 5 km da zona urbana, tem capacidade de acumulação de 3.794.676 m³, mas enfrenta problemas de assoreamento. Este reservatório é atualmente o único utilizado para o abastecimento da cidade (Silva et al., 2012). Além disso, outras atividades como recreação, banho de animais e irrigação de propriedades também são realizadas no reservatório Jatobá II (Santos et al., 2016). A seguir está demonstrado a área de estudo bem como os 10 pontos de amostragem dos locais de coleta ao longo do reservatório (Figura 2).

Figura 2. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, no Reservatório Jatobá II,

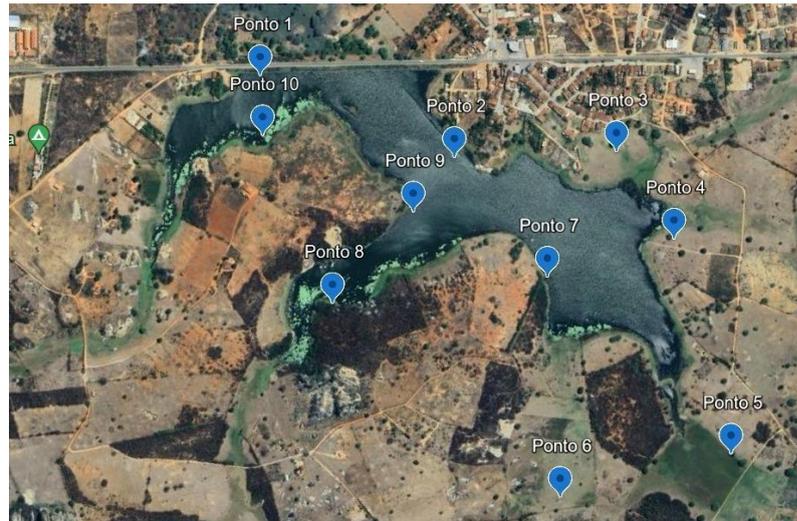
Princesa Isabel-PB.



Fonte: Google Earth, 2023

Já o terceiro reservatório desta pesquisa situa-se no município de Tavares que é uma cidade localizada no estado da Paraíba. Possui uma área de 237,3 km² e uma população de 14.726 habitantes, conforme o último censo. A densidade demográfica é de aproximadamente 62 habitantes por km². Tavares faz divisa com os municípios de Quixaba, Mato Grosso e Princesa Isabel, e está situada a 17 km ao norte-leste de Princesa Isabel, sendo esta a cidade mais próxima nos arredores. Com uma altitude de 726 metros, Tavares possui as seguintes coordenadas geográficas: Latitude 7° 38' 29" Sul e Longitude 37° 52' 18" Oeste (IBGE, 2021). O açude Tavares, atualmente abastece a cidade para usos como recreação, dessedentação animal, pesca, irrigação entre outros. Segundo a (AESAs, 2024) o reservatório é pertencente a Bacia do Rio Piancó, possui a capacidade máxima de 9.000.000m³, mas atualmente encontra-se com um volume médio de 7.135.258m³. Abaixo está demonstrado a área de estudo bem como os 10 pontos de amostragem dos locais de coleta ao longo do reservatório (Figura 3).

Figura 3. Mapa da área de estudo e locais de amostragem, no Reservatório Tavares, Tavares

PB.

Fonte: Google Earth, 2023

Procedimentos metodológicos e amostragem

As amostras para análises das variáveis físicas e químicas e comunidade fitoplanctônica foram coletadas na zona litorânea e na subsuperfície da água (~0.30 m de profundidade). Foi realizada em setembro de 2023, como parte do Projeto Interconecta, coordenado por professores do campus Princesa Isabel do IFPB, que conduziram a amostragem.

Variáveis físicas e químicas

Foi utilizada uma sonda multiparamétrica AKOM Ak87 *in situ* para medir os seguintes parâmetros: temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg L⁻¹), pH, condutividade elétrica (µS/cm). Além disso, o disco de Secchi foi empregado para medir a transparência (cm) da coluna de água.

Identificação da comunidade fitoplanctônica

Para análise qualitativa, a comunidade fitoplanctônica e as cianobactérias foram coletadas nos três reservatórios com o auxílio de uma rede de plâncton com abertura de malha de 20µm. O procedimento consistiu em realizar um arrasto horizontal até que se observasse a concentração de material. Sendo realizada em 10 pontos de amostragem em cada um dos três reservatórios, totalizando 30 pontos de coleta. As amostras foram então armazenadas em garrafas plásticas de 200 ml e fixadas com formaldeído a 4% para preservar os organismos.

As análises qualitativas do fitoplâncton foram conduzidas no laboratório de microscopia do IFPB Campus Princesa Isabel, com o propósito de verificar e identificar as diferentes taxas de

microrganismos presentes nas amostras. As lâminas foram preparadas com as amostras e examinadas no microscópio óptico com aumento de 400x. Para essa preparação foram coletadas uma alíquota das garrafas com o auxílio de uma pipeta, retirando-se material tanto da superfície, em que algumas espécies têm a capacidade de flutuar, quanto do fundo, onde as espécies tendem a sedimentar. Para a correta identificação dos microrganismos, foram empregadas chaves de identificação especializadas, conforme descrito por Komárek e Anagnostidis (1999, 2008), Sant'Anna et al. (2007), Silva (1999), Bicudo (2004), Biolo et al. (2009), Alves-da-Silva e Tamanaha (2008), e Germain (1981).

Biomassa da comunidade fitoplanctônica

Para estimar a biomassa da comunidade fitoplanctônica, 100 mililitros de água foram coletados e colocados em frascos âmbar fixados com Lugol 1%. Utilizando um microscópio invertido com aumento de 400x (Zeiss Axiovert 40 C), as amostras foram contadas em uma câmara de sedimentação de acordo com o método descrito por Uthermöhl (1958). Cada amostra recebeu uma contagem de transecto da câmara e a densidade (cel mL⁻¹) foi determinada utilizando a fórmula de Ross (1979).

O biovolume (mm³ L⁻¹) foi calculado multiplicando a densidade das espécies pela média do volume das células (~30 indivíduos). Isso será feito usando modelos geométricos semelhantes às formas das células descritas por Hillebrand et al. (1999). Em seguida, de acordo com Wetzel e Liguens (2000), cada mm³ L⁻¹ do biovolume da comunidade fitoplanctônica foi convertido em mg L⁻¹ de biomassa.

Análise dos dados

Os dados foram organizados em planilhas elaboradas no Excel, e realizou-se análises exploratórias dos parâmetros físicos e químicos. A abundância e dominância da comunidade fitoplanctônica foram determinadas conforme Lobo e Leighton (1986), considerando como abundantes as espécies com biomassa superior à média da biomassa da comunidade, e como dominantes aquelas cuja biomassa ultrapassa 50% do total da densidade total da comunidade.

Todas as análises foram realizadas no programa R, versão 4.2.2 (R Development Core Team, 2023). Foram analisadas a abundância, riqueza, diversidade de Shannon e equitabilidade, utilizando o pacote *vegan*. Verificamos se houve diferença entre os reservatórios, para cada índice a partir do teste ANOVA e *posteriori test* Tukey, considerando nível de significância de 5%. Para analisar as similaridades entre as comunidades ecológicas dos reservatórios, foi realizada uma Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), onde a matriz de dissimilaridade foi calculada utilizando o índice de Bray-Curtis, que é adequado para dados ecológicos, utilizando o pacote *vegan*. Por fim, para entender a estrutura de variabilidade dos dados ambientais coletados, foi

realizada uma Análise de Componentes Principais (PCA), utilizando o pacote vegan.

RESULTADOS

Os parâmetros físicos e químicos analisados mostram que os reservatórios apresentam água com bons níveis de oxigênio dissolvido (todos acima de 8 mg/L), temperatura da água acima de 26° C, pH alcalino e acima de 9 para todos os sistemas estudados (Tabela 1). A condutividade elétrica foi elevada no reservatório Macapá, ultrapassando 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, um resultado bem diferente do encontrado nos demais que apresentaram condutividade abaixo de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O reservatório Jatobá II apresentou a maior transparência entre os reservatórios com uma média de 149,33 cm, enquanto no Macapá foi registrada uma média de 45,6 cm (Tabela, 1).

Tabela 1: Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas dos pontos amostrais coletados nos reservatórios Jatobá II, Macapá e Tavares, PB.

| Reservatórios | Oxigênio dissolvido (mg/L) | Temperatura da água (°C) | pH | Condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | Transparência da água (cm) |
|---------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|--|----------------------------|
| Jatobá II | 10,01 \pm 3,71 | 26,86 \pm 8,53 | 9,13 \pm 3,01 | 655,888 \pm 244,726 | 149,33 \pm 53,43 |
| Macapá | 8,89 \pm 2,14 | 28,53 \pm 1,29 | 9,39 \pm 0,16 | 2018,7 \pm 36,60 | 45,6 \pm 3,47 |
| Tavares | 9,04 \pm 1,31 | 26,43 \pm 1,15 | 9,91 \pm 0,21 | 817,2 \pm 15,21 | 78,7 \pm 6,49 |

Fonte: Autora, 2024

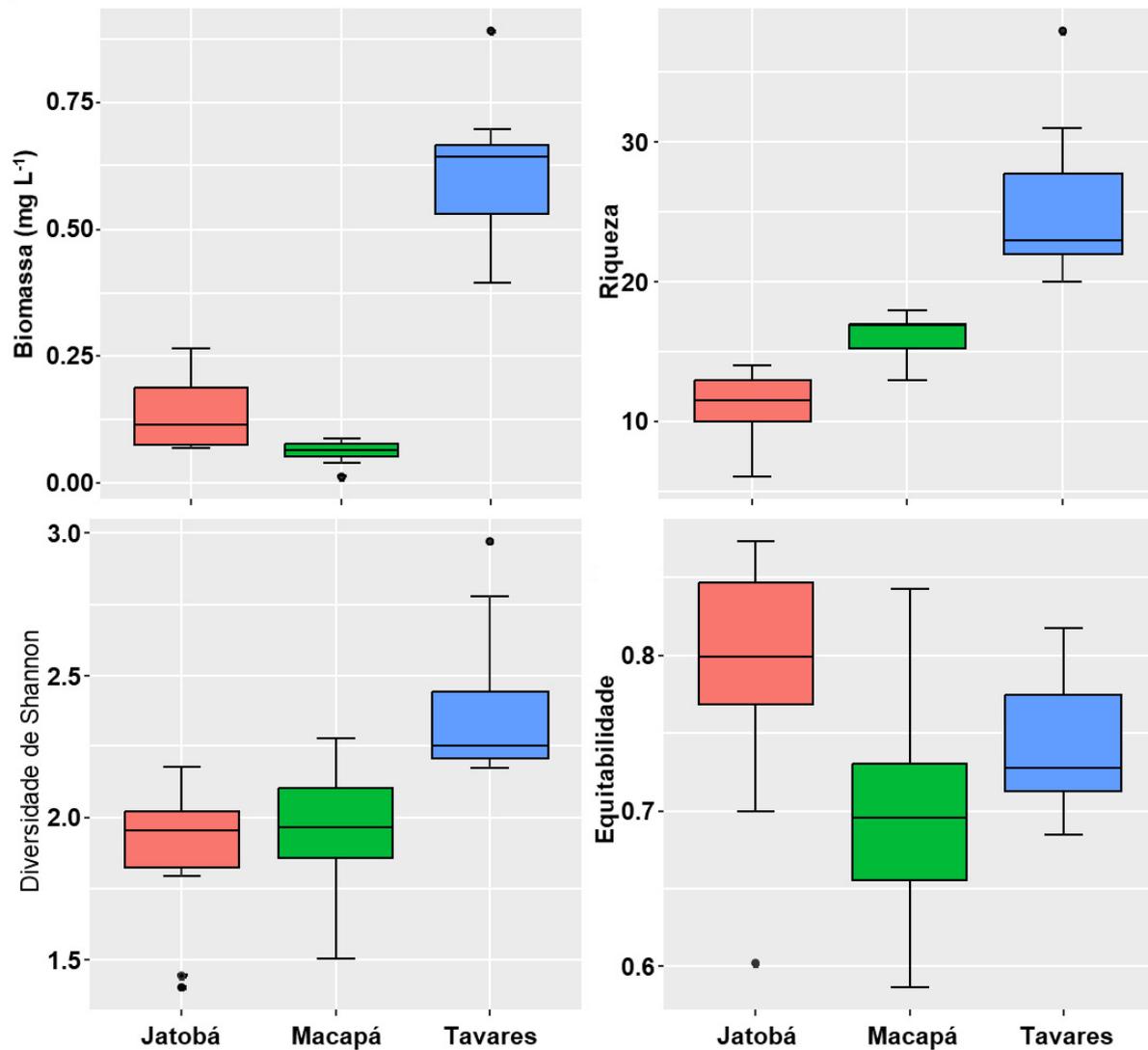
Nos três reservatórios estudados foram encontrados um total de 121 espécies da comunidade fitoplânctônica e cianobactérias. Considerando o reservatório Jatobá II foram identificados 33 táxons distribuídos em sete classes taxonômicas: Chlorophyceae (9), Cyanophyceae (8), Bacillariophyceae (6), Euglenophyceae (4), Zygnemaphyceae (3), Cryptophyceae (2) e Dinophyceae (1). Chlorophyceae foi a classe com maior representatividade de táxons no reservatório. No reservatório Macapá, foram identificados 32 táxons distribuídos em seis classes taxonômicas Chlorophyceae (20), Cyanophyceae (4), Bacillariophyceae (3), Cryptophyceae (2), Euglenophyceae (2) e Dinophyceae (1). Também sendo Chlorophyceae a classe com maior representatividade. No reservatório Tavares, foram identificados 56 táxons, sendo estes distribuídos em sete classes taxonômicas: Chlorophyceae (24), Cyanophyceae (12), Bacillariophyceae (8), Euglenophyceae (6), Zygnemaphyceae (3), Cryptophyceae (2) e Dinophyceae (1). Neste reservatório também houve maior representatividade de

táxons pertencentes à classe das Chlorophyceae.

Os maiores valores de biomassa total foram verificados no reservatório Tavares com cerca de 0,70 mg/L, seguido por Jatobá II, com 0,23 mg/L e Macapá com 0,10 mg/L como mostra o gráfico 1, da figura 4. Houve diferença significativa para a biomassa total entre os três reservatórios ($F = 105.4$; $p < 0.05$), sendo o reservatório Tavares diferente do Jatobá II e do Macapá ($p < 0.05$).

Para a riqueza de espécies, observou-se diferença significativa entre os três reservatórios avaliados ($F = 38.38$; $p < 0.05$), sendo Tavares o que apresentou maior riqueza, com uma média de 31 espécies, seguido por Macapá com cerca de 17 espécies e o Jatobá II apresentou uma riqueza menor, 13 espécies. Entretanto, outro ponto a ser considerado neste gráfico é a assimetria em relação à mediana dos valores e o out point que o reservatório Tavares apresentou com relação aos valores testados (Gráfico 2, Figura 4).

Figura 4. Gráficos de Biomassa (1) Riqueza (2), Diversidade de Shannon (3) e Equitabilidade (4) dos reservatórios Jatobá II (rosa), Macapá (verde) e Tavares (azul).



Fonte: Autora, 2024

Para o índice de diversidade de Shannon, foi verificado uma maior diversidade no reservatório Tavares, seguido por Macapá e depois Jatobá II, onde foram verificadas diferenças significativas entre eles ($F = 12.12$; $p < 0.05$) e o reservatório Tavares sendo diferente dos demais. Outro ponto a ser elencado neste gráfico é o fato de ter dois out points no reservatório Jatobá II e um em Tavares, mostrando que existem valores fora da margem, além disso em ambos os reservatórios supracitados tem-se uma assimetria com relação à mediana (Gráfico 3, Figura 4).

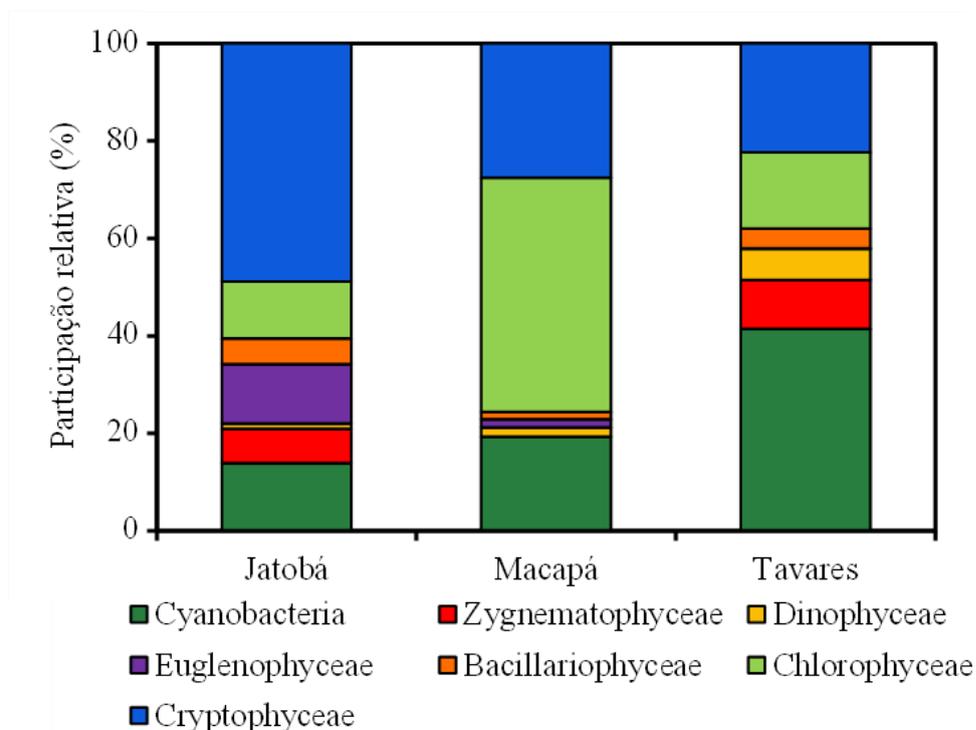
Com relação à equitabilidade, o reservatório Jatobá II apresentou uma distribuição mais uniforme da comunidade fitoplanctônica, havendo diferença significativa entre os reservatórios ($F = 4.133$; $p < 0.05$) (Figura 4). Em contraste, a isso o Macapá (gráfico 4, figura 4), apresenta uma baixa equitabilidade quando relacionado aos outros dois reservatórios desse estudo, o que indica que

algumas espécies dominam a comunidade, enquanto outras são muito menos representadas.

Relacionando todos os parâmetros aqui apresentados nota-se que o reservatório Tavares tem uma maior biomassa, uma maior riqueza e também biodiversidade de espécies. Já o reservatório Macapá, teve uma menor biomassa comparado aos outros dois avaliados, uma riqueza maior comparado ao Jatobá II e uma diversidade equivalente ao mesmo quando comparados, no entanto, o Jatobá II apesar de ter uma biomassa e uma riqueza menor se comparado ao Tavares, apresentou a maior equitabilidade, o que indica que as espécies estão distribuídas de forma mais uniforme (Figura 4).

Quando analisada a participação relativa, observou-se que no Jatobá II há uma predominância maior de espécies de Cryptophyceae, com um percentual de 50% das espécies da comunidade sendo em sua maioria *Rhodomonas lacustris*. Já o Macapá apresentou uma participação relativa maior de espécies de Chlorophytas, com cerca de 50% dos representantes, com uma maior expressão em porcentagem de *Coelomonon microcystoides*, *Botryococcus* e *Chlorella*, e o Tavares uma maior representatividade de espécies pertencentes a Cianobactéria, com cerca de 40% do total de espécies, destaque para *Coelomonon microcystoides* e *Raphidiopsis raciborskii* como apresentado na figura 5.

Figura 5. Porcentagem de participação relativa de cada táxon em cada reservatório, Jatobá II, Macapá e Tavares respectivamente



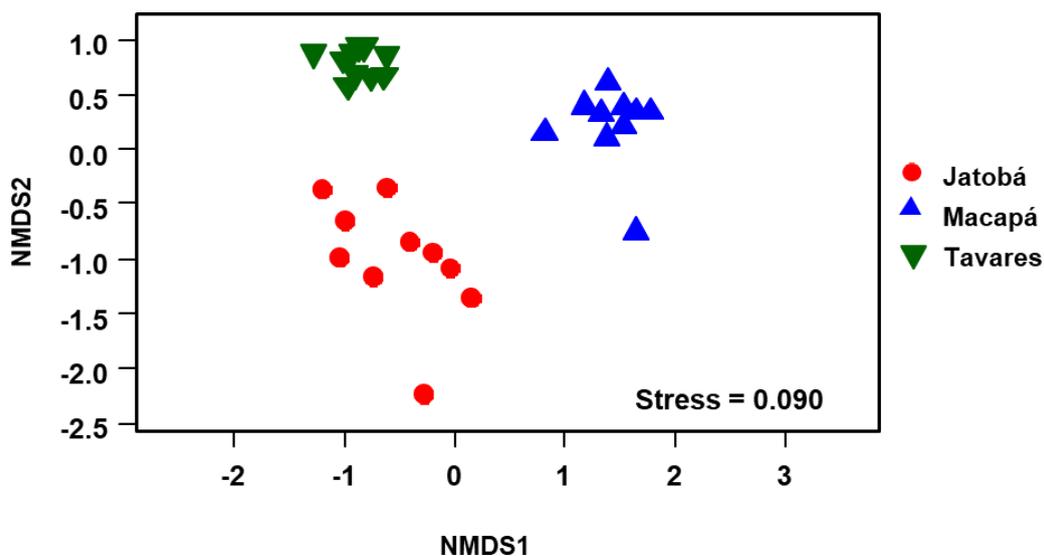
Fonte: Autora, 2024.

A análise NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico) realizada com os dados de

biomassa da comunidade fitoplanctônica reforça a diferença existente entre os três reservatórios (Stress = 0.090) (Figura 6). Através desta análise também é possível verificar maior dispersão entre os pontos do reservatório Jatobá II, mostrando que pode haver variação entre os pontos amostrados, diferente do que acontece nos reservatórios Macapá e Tavares os pontos amostrais estão agrupados (Figura 6).

A Análise de Componentes Principais (PCA) com as variáveis abióticas mostra uma maior porcentagem de explicação para o eixo 1 (45,8%), que separa os reservatórios Jatobá II e Tavares do lado positivo, sendo observadas a influência da transparência da água e oxigênio dissolvido (Figura 7). Do lado negativo, as unidades amostrais do reservatório Macapá foram direcionadas pela condutividade elétrica, temperatura e pH (Figura 7).

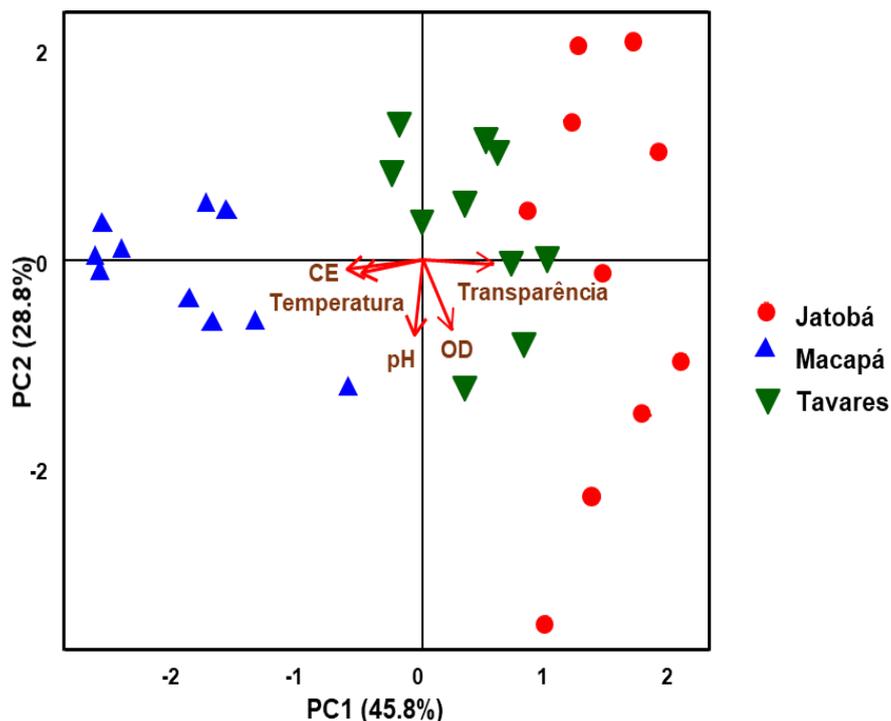
Figura 6. Gráfico da análise NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico) para os três reservatórios, Jatobá II (vermelho), Macapá (azul) e Tavares (verde)



Fonte: Autora, 2024

Figura 7. Gráfico de correlação entre as análises físicas e químicas da água com a estrutura

da comunidade fitoplanctônica nos reservatórios Jatobá II, Macapá, e Tavares



Fonte: Autora, 2024

DISCUSSÃO

As variações na distribuição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica desempenham um papel crucial no funcionamento dos ecossistemas aquáticos. Essas variações afetam a estrutura trófica, os processos de eutrofização, a formação de florações de algas e cianobactérias potencialmente tóxicas, e a dinâmica dos fluxos energéticos. Como resultado, impactam o crescimento, desenvolvimento, sobrevivência e reprodução de muitos organismos aquáticos (Sonobe et al., 2019; Oliveira et al., 2020; Pineda et al., 2020, b; Qin et al., 2023). Um planejamento amostral que integre análises taxonômicas e ecológicas em ambientes aquáticos é, portanto, essencial para uma compreensão mais aprofundada dos parâmetros ecológicos das comunidades aquáticas, especialmente em reservatórios de usos múltiplos (Osti et al., 2024).

Os dados desta pesquisa corroboram resultados anteriores que destacam a prevalência dos grupos Chlorophyceae e Euglenophyceae em reservatórios do semiárido. Por exemplo, Oliveira (2010) identificou 37 táxons (oito Chlorophyceae e cinco Euglenophyceae) na Paraíba, e Aquino et al. (2011) encontrou 22 táxons (dez Chlorophyceae e quatro Euglenophyceae) no Ceará. Lucas et al. (2015) também observaram uma comunidade fitoplanctônica diversificada no reservatório Rosário/CE, com 50 táxons distribuídos em várias classes, incluindo Chlorophyceae (32%) e

Cyanophyceae (28%). A pesquisa demonstrou que os gêneros *Botryococcus* e *Hariotina* (Chlorophyta), *Microcystis* e *Aphanocapsa* (Cyanobacteria), *Trachelomonas* (Euglenophyta) e *Cyclotella* (Bacillariophyta) foram os mais representativos, refletindo uma preferência ecológica por ambientes eutróficos, o que foi consistente com as observações em nossos reservatórios Macapá e Tavares.

A maior presença de Chlorophyceae, observada em nossos resultados, também é confirmada por estudos de Riediger et al. (2015) e Mendes e Costa (2016). Essas algas verdes, comumente cosmopolitas e adaptadas a diversas condições climáticas e limnológicas, são predominantes devido ao seu pequeno tamanho e crescimento rápido, como destacado por Silva et al. (2019).

Cyanophyceae, embora comuns em muitos ecossistemas aquáticos, podem ser prejudiciais devido à produção de cianotoxinas, especialmente em águas doces. Silva et al. (2019) identificaram Chlorophyceae como a classe mais representativa em um reservatório urbano no semiárido cearense, com 41 táxons em contraste com as 32 espécies de Cyanophyceae.

Fatores ambientais, como luz e nutrientes, têm um impacto direto na biomassa e no crescimento do fitoplâncton (Silva, 2016). A distribuição espacial do fitoplâncton é influenciada por processos físicos, como a mistura vertical da coluna d'água, além de temperatura e salinidade (Santos, 2017). A análise de correlação canônica (CCA) realizada mostrou que o pH, temperatura da água, fósforo total e ortofosfato foram significativos na dinâmica dos grupos funcionais, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Em contraste, Andrade Neto (2018) identificou que fatores como temperatura, fosfato, ortosilicato e componentes reduzidos do nitrogênio (amônia e amônio) foram mais influentes na dinâmica dos organismos e na composição da comunidade fitoplanctônica na Baía de Todos os Santos.

Esses resultados destacam a importância de considerar múltiplos fatores ambientais na análise da estrutura das comunidades fitoplanctônicas e reforçam a necessidade de abordagens integradas para o monitoramento e manejo dos ecossistemas aquáticos.

CONCLUSÃO

Diante de tudo que foi exposto neste trabalho conclui-se que:

- O conhecimento de fato sobre a estrutura do fitoplâncton dos reservatórios pode proporcionar melhores opções de manejo e tomada de decisão;

- Apesar deste estudo ser exploratório e inicial o mesmo pode vir a servir de base para desenvolvimento e aprofundamento de novas pesquisas;
- A região semiárida ainda tem uma carência significativa de estudos como este;
- Faz-se necessária uma análise comparativa ao longo do ano, de acordo com as variações sazonais pode indicar com uma maior precisão a estrutura da comunidade fitoplanctônica, bem como o real nível de trofia destes reservatórios.

REFERÊNCIAS

Amorim, C.A., Valença, C.R., de Moura-Falcão, R.H., do Nascimento Moura, A., 2019. Seasonal variations of morpho-functional phytoplankton groups influence the top-down control of a cladoceran in a tropical hypereutrophic lake. *Aquat. Ecol.* 53, 453–464. <https://doi.org/10.1007/s10452-019-09701-8>

Aquino, E.P., Oliveira, E.C.C., Fernandes, U.L. & Lacerda, S.R. 2011. Fitoplâncton de uma lagoa de estabilização no nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology* 15(1): 71-77.

Azevêdo E. L., Alves RRN, Dias TLP, Molozzi J. 2017. How do people gain access to water resources in the Brazilian semiarid (Caatinga) in times of climate change? *Environmental monitoring and assessment*, 189: 375-391.

Azevêdo, E. D. L.; Alves, R. R. N.; Dias, T. L. P.; Álvaro, É. L. F.; Barbosa, J. E. D. L., Molozzi, J. Perception of the local community: What is their relationship with environmental quality indicators of reservoirs? *Plos one*, 17(1), e0261945, 2022.

Bicudo C.E.D.M, Menezes M. 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil - chave para identificação e descrições, 2 ed. São Carlos: RiMA.

Cordeiro-Araújo MK, Ogava LE, Moura AN, Piccin-Santos V, Bittencourt-Oliveira MC. 2010. Cianobactérias planctônicas de reservatórios do Oeste Paulista: Condições naturais versus controladas. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 5(3):74–88.

Costa MRA, Attayde JL, Becker V. 2016. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. *Hydrobiologia*, 778(1): 75-89.

Costa, D. F.; Barbosa, J. E. L.; Dantas, Ê. W. Productivity-diversity relations in phytoplankton reservoir communities in semi-arid region of Northeast Brazil. *Journal of Arid Environments*, v.126, p.64-70, 2016.

De-Carli, B. P.; Albuquerque F. P. De; Moschini-Carlos, V.; Pompêo, M. Phytoplankton community and their relationship with water quality in São Paulo state reservoirs. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4766e2018013>> Acesso em: 12 jan 2024.

Fernandes, B. G. Comunidade Fitoplanctônica da lagoa do tabapuá, Caucaia (ceará, Brasil). Fortaleza, 2018.

Hou Z, Jiang Y, Liu Q, Tian Y, He K, Fu L. 2018. Impacts of Environmental Variables on a Phytoplankton Community: A Case Study of the Tributaries of a Subtropical River, Southern China. *Water*, 10(2): 152-164.

Li, C.; Feng, W.; Chen, H.; Li, X.; Song, F.; Guo, W.; Giesy, J. P.; Sun, F. Temporal variation in zooplankton and phytoplankton community species composition and the affecting factors in Lake Taihu—a large freshwater lake in China. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118334171>> Acesso em: 14 dez 2023.

Lima, D. The role of water level fluctuations in the promotion of phytoplankton and macrophyte pioneer species in a tropical reservoir in the Brazilian semiarid. Berlin, 2018.

Lima, M.S.C.S.; Souza, C.A.S.; Pederassi, J. 2016. Qual Índice de Diversidade Usar? *Cad. UniFOA* 30, 129–138.

Lucas F.H.R., Junior A.R., Amorim C.A., Costa A.R.S., Cavalcante F.C., Lacerda S.R. 2015. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório Rosário/CE. *Caderno de Cultura e Ciência* Ano X, 14(2):35-43.

Lv, H., Yang J., Liu L., Yu, X., Yu, Z., Chiang, P., 2014. Temperature and nutrients are significant drivers of seasonal shift in phytoplankton community from a drinking water reservoir, subtropical China. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 21: 5917–5928.

Montero, P., Daneri, G., Tapia, F., Iriarte, J.L., Crawford, D.: Diatom blooms and primary production in a channel ecosystem of central Patagonia. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45(5), 999–1016 (2017).

Oliveira, F. H. P. C. Fatores abióticos que influenciam a comunidade fitoplanctônica em reservatórios tropicais de pequeno porte. Recife, 2017.

Oliveira, M.S.R. 2010. Avaliação da comunidade fitoplanctônica da lagoa facultativa do módulo III da estação de tratamento de esgoto de Mangabeira (João Pessoa – PB). Dissertação 125 p., Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos - SP.

Oliveira, S. A. D., Ferragut, C. & Bicudo, C. E. M. (2020). Relationship between phytoplankton structure and environmental variables in tropical reservoirs with different trophic states. *Acta Botanica Brasilica*, 34, 83-93.

Osti, J. A.S., Chamizo, A. C. P., Oliveira, M. B. H.de, Carmo, C. F. do, Santos, K. S. S. Moraes, M. de A. B., Mercante, C. T. J. Aplicabilidade dos índices de diversidade fitoplanctônica e do estado trófico como indicadores do processo de eutrofização nas áreas do braço do Rio Grande e Corpo Central do reservatório Billings. *Research, Society and Development*, v. 13, n. 2, e1613244937, 2024 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v13i2.44937>

Pineda, A., Iatskiu, P., Jati, S., Paula, A. C. M., Zanco, B. F., Bonecker, C. C., Moresco, G. A., Ortega, L. A., Souza, Y. R. & Rodrigues, L. C. (2020). Damming reduced the functional richness and caused the shift to a new functional state of the phytoplankton in a subtropical region. *Hydrobiologia*, 847, 3857-3875.

Qin, M., Fan, P., Li, Y., Wang, H., Wang, W., Liu, H., Messyasz, B., Goldyn, R. & Li, B. (2023). Assessing the ecosystem health of large drinking-water reservoirs based on the phytoplankton index

of biotic integrity (P-IBI): a case study of Danjiangkou Reservoir. *Sustainability*, 15 (6), 5282.

Ranta, E.; Vidal-Abarca, M. R.; Calapez, A. R.; Feio, M. J. Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem functions and services. *Ecological Indicators*, v. 121, p. 106980, 2021.

Rego AHG, Rangel-Junior A, Costa IAS. 2018. Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, (AHEAD), 1-11.

Santos, J. A.; De Medeiros, L. C. S.; De Andrade, S. R. Cenário de escassez e luta pela água doce no município de Princesa Isabel-PB, Nordeste seco do Brasil. 1-14, 2016.

Silva, F. R. dos S. da, Cavalcante, F. E., L. P., Agostinho, R. B., Azêvedo, D. J. da S., Barbosa, J. E. de L., Cordeiro, R. da S. Comunidade fitoplanctônica como indicadora da qualidade ambiental em um trecho urbano do Rio Jaguaribe, semiárido cearense. *Gaia Scientia* (2019). Volume 13(1): 153-163

Sonobe, H. G., Lamparelli, M. C. & Cunha, D. G. F. (2019). Avaliação espacial e temporal de aspectos sanitários de reservatórios com captação de água para abastecimento em SP com ênfase em cianobactérias e cianotoxinas. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 24, 909-918.

Sousa, E.B. de, 2017. Fatores ambientais reguladores da dinâmica do fitoplâncton e das cianobactérias dos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana De Belém, Pará, Brasil. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Souza M.D.C.D., Crossetti L.O, Becker V. 2018. Effects of temperature increase and nutrient enrichment on phytoplankton functional groups in a Brazilian semi-arid reservoir. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 30: 215-222.

Ye, S; Wen, L.; Gao, L; Zhang, J; Zhang, H; Yang, S; Hu, E; Deng, J; Xiao, M; Zamyadi, A; Pan, B; Li, M. Exploring intrinsic distribution of phytoplankton relative abundance and biomass in combination with continental-scale field investigation and microcosm experiment Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135423012939>>. Acesso em: 23 jan 2024.

Zanella M.E. 2014. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, (36): 126-142.

Zhang, H.; Yang, Y.; Liu, X.; Huang, T.; Ma, B.; Li, N. Yang, W.; Li, H.; Zao, K. Novel insights in seasonal dynamics and co-existence patterns of phytoplankton and micro-eukaryotes in drinking water reservoir, Northwest China: DNA data and ecological model. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722062593>> Acesso em: 19 dez 2023.

Zhao, M.; Geekiyanage, N.; Xu, J.; Khin, M. M.; Nurdiana, D. R., Paudel, E.; Harrison, R. D. (2015). Structure of the Epiphyte Community in a Tropical Montane Forest in SW China. *PLoS One*, 10(4): e0122210, doi:10.1371/journal.pone.0122210.

Anexo 1- Normas da Revista Gaia Scientia

FORMATAÇÃO DOS ARTIGOS

Folha de rosto

Deve conter o título do trabalho, os nomes dos autores, suas filiações acadêmicas e o(s) cadastro(s) ORCID. Deve ser informado o autor para correspondência e todos os autores do trabalho devem estar cadastrados no sistema da revista na hora da submissão, assim como suas filiações completas. Não será permitida a inclusão de autores após o processo de avaliação ter iniciado. Deve ser informado um título curto. Devem ser indicados, pelo menos, três possíveis revisores, que devem ser doutores, especialistas na área e sem conflito de interesses com os autores ou com o trabalho. Informar os nomes, filiação e email dos possíveis revisores. Agradecimentos devem vir nessa folha. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos às instituições ou agências. Agradecimentos a auxílios ou bolsas (com os números de processos), assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Declarações

Os autores devem informar, obrigatoriamente, os seis itens listados abaixo:

- participação dos autores: deve ser informada a participação de cada autor no desenvolvimento do artigo.
- aprovação ética: todos os manuscritos devem incluir uma declaração sobre aprovação e consentimento éticos (mesmo quando a necessidade de aprovação foi dispensada), incluindo o nome do comitê de ética que aprovou o estudo e o número de referência do comitê, se apropriado. Estudos envolvendo animais devem incluir uma declaração de aprovação de ética.
- Tipo de revisão: os autores concordam com a divulgação dos seus nomes para os revisores?
- disponibilidade dos dados: Informar se os dados estarão disponíveis em alguma base ou repositores.
- Fomento: informar todas as fontes de fomento.
- Conflito de Interesses: No caso de haver conflito de interesses, este deve ser informado.

Corpo do texto

Os artigos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol, mas a revista recomenda a publicação em inglês. Os textos devem ser preparados em espaço 1,5, fonte Times News Roman, tamanho 12, com folha A4 (210 x 297 mm), obedecendo todas as margens com 2,0 cm. As páginas devem estar numeradas a partir da primeira página. As linhas devem estar numeradas sequencialmente. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas sequencialmente. No momento da submissão, não deve haver nenhuma identificação dos autores no corpo do artigo e nem na opção Propriedades no Word (caso os autores optem pela avaliação cega). Todos os endereços de páginas na Internet (URLs), incluídas no texto (Ex.: <http://www.ibict.br>) deverão estar ativos e prontos para clicar.

Tamanho dos artigos

Os artigos devem ter no máximo 25 laudas. Artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto, quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações

Tabelas e figuras serão consideradas quando realmente se mostrem necessárias à compreensão do Texto. Os autores não devem repetir informações de tabelas e gráficos ao longo do texto. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas e fotografias. As figuras e tabelas devem vir ao longo do texto e com legendas. Todas as Figuras e Tabelas devem ser chamadas ao longo do texto. Tabelas e quadros são diferenciados pela presença de linhas verticais e horizontais. Tabelas apresentam linhas apenas nas partes superior e inferior. Nem Tabelas, nem quadros devem ter células coloridas. Quando houver gráficos ou figuras com informações correlatas ou complementares, elas devem formar uma única prancha. As figuras organizadas em prancha devem ser editadas de forma a ser uma única figura, identificadas por letras maiúsculas do lado esquerdo superior de cada imagem.

As figuras devem ser formatadas de acordo com as seguintes especificações:

1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .JPG ou .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw);
2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .JPG ou .TIF ou .PNG;
3. As figuras devem ter formatações que permitam que cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução.
4. Figuras que não sejam de autoria do próprio autor ou, quando do autor, que já tiverem sido

previamente publicadas só serão aceitas com a carta de anuência do autor original ou da revista onde a figura foi publicada.

5. Durante o processo de edição de artigos aceitos, os autores podem ser solicitados para o envio de figuras de melhor qualidade, caso seja necessário. Artigos que contenham símbolos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; Artigos sem fórmulas matemáticas devem ser enviados em Word para Windows.

Abreviaturas

As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências

Os autores devem priorizar a citação de artigos relevantes e com aderência ao tema do manuscrito, priorizando a citação de artigos/ referências recentes. As referências devem conter em torno de 80% das citações atualizadas (últimos 10 anos). Os autores devem ter atenção na formatação tanto das citações ao longo do texto quanto das referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências.

Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Evitar a citação de teses e dissertações e outras referências cinzas. Referências de *apud*, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas), artigos em preparo ou submetidos, mas ainda não aceitos em definitivo NÃO podem ser citados no texto e não devem ser incluídos na lista de referências. Incluir o DOI ao final da referência sempre que possível.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005), no caso de texto em inglês ou (Smith e Wesson 2005), no caso de texto em português ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras. No caso de citar vários autores em um mesmo ponto do texto, as referências devem ser organizadas em ordem cronológica e separadas por ponto e vírgula (Silva 1999; Colen 2003; Menezes 2010; Anuda 2015). As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais.

ARTIGOS

- García-Moreno J, Clay R, Ríos-Munoz CA. 2007. The importance of birds for conservation in the neotropical region. *Journal of Ornithology* 148(2):321-326.
- Pinto ID, Sanguinetti YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *Anais Academia Brasileira Ciências* 56:207-215.
- Posey DA. 1983. O conhecimento entomológico Kayapó: etnometodologia e sistema cultural *Anuário Antropológico* 81:109-121.

LIVROS E CAPÍTULOS DE LIVROS

- Davies M. 1947. An outline of the development of Science, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.
- Prehn RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: National Cancer Conference, 5, Philadelphia Proceedings, Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.
- Uytenbogaardt W and Burke EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.
- Woody RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: Blouts ER et al. (Eds), Peptides, polypeptides and proteins, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Apêndice 1- Tabela de táxons encontrados em cada reservatório

| Reservatórios | | | |
|----------------------------------|-----------|--------|---------|
| Espécies fitoplanctônicas | Jatobá II | Macapá | Tavares |
| Chlorophyceae | | | |
| <i>Botryococcus sp.</i> | X | | X |
| <i>Chlamydomonas sp.</i> | X | X | X |
| <i>Chlorella</i> | X | X | X |
| <i>Chlorococcum sp.</i> | X | X | X |
| <i>Coelastrum reticulatum</i> | | | X |
| <i>Crucigenia fenestrada</i> | | X | |
| <i>Desmodesmus bicaudatus</i> | | X | X |
| <i>Desmodesmus brasiliensis</i> | | X | X |
| <i>Desmodesmus intermedius</i> | | | X |
| <i>Desmodesmus opoliensis</i> | | X | X |
| <i>Elakatothrix gelatinosa</i> | | | X |
| <i>Eudorina sp.</i> | | | X |
| <i>Kirchneriella contorta</i> | | | X |
| <i>Kirchneriella diana</i> | X | X | X |
| <i>Monoraphidium arcuatum</i> | | | X |
| <i>Monoraphidium contortum</i> | X | X | X |
| <i>Monoraphidium griffithii</i> | X | X | X |
| <i>Monoraphidium irregulare</i> | | X | X |
| <i>Monoraphidium tortile</i> | | X | X |
| <i>Oocystis lacustres</i> | X | X | X |
| <i>Pediastrum simplex</i> | | X | |
| <i>Scendesmus dimorfus</i> | | X | |
| <i>Stauridium tetras</i> | | X | X |
| <i>Tetraedron caudatum</i> | | X | X |
| <i>Tetraedron gracile</i> | | | X |
| <i>Tetraedron minimum</i> | X | X | X |
| <i>Tetraedron regulare</i> | | X | X |
| <i>Tetraplenkton sp.</i> | | | X |
| <i>Tetrastum heteracantum</i> | | X | X |
| Cyanophyceae | | | |
| <i>Aphanocapsa delicatissima</i> | X | X | X |
| <i>Aphanothece sp.</i> | | | X |
| <i>Chroococcus sp.</i> | X | X | X |
| <i>Coelomoron microcystoides</i> | | | X |
| <i>Dolichospermum solitarium</i> | | | X |
| <i>Geitlerinema splendidum</i> | X | | X |
| <i>Komvophoron sp.</i> | X | | X |
| <i>Merismopedia tenuissima</i> | X | | X |
| <i>Oscillatoria sp.</i> | | | X |
| <i>Planktolyngbya limnetica</i> | X | X | X |
| <i>Pseudanabaena catenata</i> | X | | X |
| <i>Raphidiopsis raciborskii</i> | X | X | X |
| Bacillariophyceae | | | |
| <i>Cocconeis sp.</i> | X | | |

| | | | |
|------------------------------------|---|---|---|
| <i>Cyclotella sp.</i> | X | X | X |
| <i>Epithemia sp.</i> | X | | X |
| <i>Eunothia sp.</i> | | | X |
| <i>Gomphonema gracile</i> | | | X |
| <i>Navicula sp.</i> | X | | X |
| <i>Nitzschia closterium</i> | | X | X |
| <i>Nitzschia sp.</i> | | | X |
| <i>Stauroneis sp.</i> | X | | X |
| <i>Ulnaria ulna</i> | X | X | |
| Euglenophyceae | | | |
| <i>Euglena sp.</i> | X | | X |
| <i>Euglena variabilis</i> | X | X | X |
| <i>Phacus caudatus</i> | | | X |
| <i>Phacus pyrum</i> | | X | |
| <i>Trachelomonas verrucosa</i> | X | | X |
| <i>Trachelomonas volvocina</i> | X | | X |
| <i>Trachelomonas volvocinopsis</i> | | | X |
| Zygnemaphyceae | | | |
| <i>Cosmarium sp</i> | X | | X |
| <i>Closterium acutum</i> | X | | X |
| <i>Staurastrum lepdocladum</i> | X | | |
| <i>Staurastrum gracile</i> | | | X |
| Dinophyceae | | | |
| <i>Peridinuim sp.</i> | X | X | X |
| Cryptophyceae | | | |
| <i>Cryptomonas sp.</i> | X | X | X |
| <i>Rhodomonas lacustris</i> | X | X | X |

| | |
|---|---|
|  | INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA |
| | Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930 |
| | Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB) |
| | CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901 |

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC para depositar na biblioteca

| | |
|-----------------------------|---|
| Assunto: | Entrega de TCC para depositar na biblioteca |
| Assinado por: | Ariane Freires |
| Tipo do Documento: | Requerimento |
| Situação: | Finalizado |
| Nível de Acesso: | Ostensivo (Público) |
| Tipo do Conferência: | Cópia Simples |

Documento assinado eletronicamente por:

- **Ariane Susan Santos Freires, ALUNO (202014020008) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CAMPUS PRINCESA ISABEL**, em 11/02/2025 09:46:10.

Este documento foi armazenado no SUAP em 11/02/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1387830

Código de Autenticação: c1c8a0eff1

