



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI – URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA E
RECURSOS NATURAIS – PPGDR

GABRIEL MESSIAS DA SILVA NASCIMENTO

COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A VARIÁVEIS
LIMNOLÓGICAS EM UM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO NO
SEMIÁRIDO DO NORDESTE, BRASIL

CRATO-CE.

2023

GABRIEL MESSIAS DA SILVA NASCIMENTO

**COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A VARIÁVEIS
LIMNOLÓGICAS EM UM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO NO
SEMIÁRIDO DO NORDESTE, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri-URCA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Orientadora: Profa. Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda.

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

CRATO-CE

2023

Eu, Gabriel Messias da Silva Nascimento, autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica

Serviço de Biblioteca e Documentação da URCA/Campus Pimenta

Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais - PPGDR

Dados fornecidos pelo autor

Nascimento, Gabriel Messias da Silva

N244c Comunidade Fitoplanctônica Associada a Variáveis Limnológicas em um Reservatório de Abastecimento no Semiárido do Nordeste, Brasil / Gabriel Messias da Silva Nascimento. Crato-CE, 2023.

91p. il.

Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sírléis Rodrigues Lacerda

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Tâmara de Almeida e Silva

1.Ecosistema aquático 2.Microalgas, 3.Monitoramento ambiental
4.Sazonalidade.; I. Título.

CDD: 577

GABRIEL MESSIAS DA SILVA NASCIMENTO

**COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA ASSOCIADA A VARIÁVEIS
LIMNOLÓGICAS EM UM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO NO
SEMIÁRIDO DO NORDESTE, BRASIL**

Dissertação do Mestrado apresentada e aprovada pela Banca Examinadora em: 31/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda – (Orientadora)
Universidade Regional do Cariri -URCA

Profa. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva – (Membro Interno)
Universidade Regional do Cariri – URCA

Prof. Dr. Renato Juciano Ferreira – (Membro Externo)
Secretaria Municipal de Educação – SEDUC

Dedico esse trabalho a minha família, em especial ao meu avô Ideval da Silva (*in-memorian*).

*“Quando tudo nos parece dar errado,
acontecem coisas boas que não teriam
acontecido se tudo tivesse dado certo.”*

Renato Russo

AGRADECIMENTOS

A Universidade Regional do Cariri-URCA junto ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais-PPGDR.

A minha orientadora, Profa. Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda, por ter aberto as portas da Iniciação Científica durante a graduação e ter me encantado com esse mundo microscópico da comunidade fitoplânctonica. Agradeço por todos os conhecimentos adquiridos e por sempre acreditar em meu potencial e dado suporte para seguir em frente até o mestrado.

A minha coorientadora, Profa. Dra. Tâmara de Almeida e Silva, por todas as contribuições com o trabalho. Por ter tirado muitas dúvidas que ajudaram bastante a melhorar a dissertação.

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, pela concessão da bolsa para a realização da pesquisa.

A toda a coordenação do PPGDR, em especial ao Prof. Dr. Fábio Hideki Yamada, coordenador do curso e a Secretária do programa, Franci Brito, por sempre solucionar as dúvidas com calma e serenidade.

Ao Laboratório de Botânica- LaB/URCA local de estudo, análises e elaboração da dissertação. Agradeço a toda a equipe pela ajuda nas coletas, pela troca de conhecimentos. Um trabalho de dissertação nunca é feito sozinho, então agradeço a todas: Naara Landim, Natalia Marco, Milena Paulino, Yara Cristina, Elizângela Ricarte e Joice Guimarães.

A Profa. Ma. Elaine Cristina Conceição de Oliveira, por sua disponibilidade em sempre ajudar com muita paciência. Agradeço bastante por todas as palavras de apoio e por sempre acreditar que posso ir mais longe.

Aos proprietários do espaço onde realizei coletas no Reservatório Thomaz Osterne/Umari. Ao Cícero Kaio pela ajuda nas coletas com a canoa. Agradeço também a motorista Liesse que sempre esteve disponível com a ajuda através do transporte durante os períodos de coletas.

A equipe do Laboratório de Limnologia e Aquicultura- LLA/URCA. Ao Prof. Dr. Hênio do Nascimento Melo Junior, por toda ajuda com a análise da clorofila-*a*, bem como toda ajuda com as variáveis limnológicas e análises estatísticas.

Aos meus pais Antônio Luiz do Nascimento e Maria Valdênia da Silva Nascimento, bem como todos os meus familiares que sempre me apoiaram nos estudos. Hoje tenho o privilégio de ser o primeiro mestre da família e tenho só gratidão por todos os esforços que

fizeram para eu ser quem eu sou hoje.

Agradeço aos amigos Hernando Gomes e Edson Menezes Vilar por toda ajuda e apoio antes mesmo da minha aprovação no mestrado, por toda torcida que tiveram para que essa conquista fosse possível.

Ao amigo Vagner J. Lima, por estar ao meu lado e ter contribuído indiretamente através das conversas, trocas e ter estado ao meu lado durante momentos difíceis que passei. Agradeço por ter me dado forças para lutar e seguir em frente diante das dificuldades.

Ao Wedson Faustino pela colaboração e ajuda com os mapas e gráficos.

Aos membros da Fraternidade O Caminho, em especial ao Ministério de Teatro FIAT por todas as orações, por rezarem por mim.

Ao querido José Élisson Teles, que vem me ajudando a cada dia sempre me dando forças e acreditando no meu potencial.

A Banca Examinadora da Qualificação composta pelos professores: Profa. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva e Prof. Dr. Kaoli Pereira Cavalcante, que contribuíram bastante para o melhoramento da dissertação.

A Banca Examinadora da defesa da dissertação: Profa. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva e Prof. Dr. Renato Juciano Ferreira pelas considerações pertinentes ao trabalho.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta.

E por fim, agradeço principalmente a Deus, por me conceder o dom da vida, saúde e forças para enfrentar os obstáculos da vida e assim conquistar meus sonhos!

RESUMO

A água é um recurso natural essencial à vida e uma das principais problemáticas é a disponibilidade com qualidade para consumo humano, principalmente em regiões mais secas como o semiárido nordestino. Logo, a construção de reservatórios possibilita garantir o abastecimento de água em períodos de estiagem. Compreender o funcionamento destes sistemas aquáticos que constituem de uma importante matriz biológica, onde são encontrados diversos microrganismos, como o fitoplâncton, é bastante relevante. Nesse contexto, o presente estudo objetivou identificar a composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica (cianobactérias e microalgas) associadas as variáveis limnológicas (físico-químicas) do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar (Umari), localizado no Município de Crato, Ceará, Brasil. As coletas do fitoplâncton foram realizadas mensalmente entre fevereiro de 2022 e janeiro de 2023, ao longo de um ciclo hidrológico, em três estações de coletas, a fim de verificar se ocorre aumento ou diminuição de espécies de acordo com a sazonalidade, bem como analisar se as variáveis ambientais e limnológicas influenciam no estabelecimento da riqueza, frequência de ocorrência e abundância das espécies. A análise qualitativa do fitoplâncton foi realizada por meio de arrastos superficiais da água com uma rede de plâncton (malha de 20 μm) em uma canoa em estações demarcadas no reservatório. Realizou-se também coleta para análise quantitativa, das variáveis limnológicas e análise de clorofila-*a* com auxílio de uma garrafa de Van Dorn, na subsuperfície do ambiente, onde foram fixadas com formol a 4% e lugol a 1%, respectivamente, e, posteriormente, encaminhadas ao Laboratório de Botânica – LaB da Universidade Regional do Cariri–URCA. As análises da clorofila-*a* e do Índice de Estado Trófico foram realizadas no Laboratório de Limnologia e Aquicultura–LLA/URCA. Foram identificados 68 táxons, distribuídos em 12 classes, 25 ordens, 35 famílias e 47 gêneros. A densidade fitoplanctônica variou entre o valor mínimo de 320 Cel.mL⁻¹ em outubro/2022 (período seco) observado na Estação 3 e valor máximo de 935 Cel.mL⁻¹ em junho/2022 (período seco). *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West (Cyanophyceae), *Epitemia zebra* (Ehrenberg) Kützing (Bacillariophyceae), *Peridinium gatunense* Nygaard (Dinophyceae), *Botryococcus negletus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan (Trebouxiophyceae) e *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko foram as espécies mais dominantes. Destaca-se *Aphanocapsa delicatissima* e *Peridinium gatunense* com 100% de ocorrência. O reservatório apresentou baixa diversidade e a equitabilidade foi considerada alta e significativa, representado uma distribuição uniforme das espécies. Os valores das variáveis ambientais estiveram de acordo com o recomendado pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA e não foram observadas florações de cianobactérias. A partir das análises estatísticas pode-se observar que os fatores ambientais foram influenciados principalmente pela sazonalidade, ao longo do ciclo anual. Foi verificado que o reservatório variou de mesotrófico à eutrófico e apresentou espécies com preferências ecológicas de ambientes eutrofizados, que podem comprometer a qualidade hídrica, bem como a saúde da população que utiliza do reservatório para o abastecimento, pesca e lazer. Diante do exposto, os dados da pesquisa se tornam importantes, sendo necessário um constante monitoramento no ambiente para mitigar possíveis riscos ao ecossistema.

Palavras-chave: Ecossistema aquático. Microalgas. Monitoramento ambiental. Sazonalidade.

ABSTRACT

Water is a natural resource essential to life and one of the main difficulties is its availability with quality for human consumption, especially in drier regions such as the northeastern semi-arid region. Therefore, the construction of reservoirs ensures the supply of water in periods of drought. Understanding the functioning of these aquatic systems that are specific to an important biological matrix, where several microorganisms are found, such as phytoplankton, is quite relevant. In this context, the present study aimed to identify the composition and dynamics of the phytoplankton community (cyanobacteria and microalgae) associated with limnological (physical-chemical) variables of the Thomaz Osterne de Alencar Reservoir (Umari), located in the municipality of Crato, Ceará, Brazil. Phytoplankton collections were carried out monthly between February 2022 and January 2023, over a hydrological cycle, in three collection stations, in order to verify whether there is an increase or decrease in species according to seasonality, as well as to analyze whether environmental and limnological variables influence the establishment of species richness, frequency of occurrence and abundance. A qualitative analysis of phytoplankton was carried out using surface water trawls with a plankton net (20 μm mesh) in a canoe at marked stations in the reservoir. Collection for quantitative analysis of limnological variables and analysis of chlorophyll-*a* was also carried out with the aid of a Van Dorn bottle, in the subsurface of the environment, where they were inserted with 4% formaldehyde and 1% lugol, respectively, and, subsequently sent to the Botanical Laboratory – LaB of the Regional University of Cariri – URCA. Chlorophyll-*a* and Trophic State Index analyzes were carried out at the Laboratory of Limnology and Aquaculture–LLA/URCA. A total of 68 taxa were identified, distributed in 12 classes, 25 orders, 35 families and 47 genera. Phytoplanktonic density varied between the minimum value of 320 Cel.mL⁻¹ in October/2022 (dry period) observed at Station 3 and the maximum value of 935 Cel.mL⁻¹ in June/2022 (dry period). *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West (Cyanophyceae), *Epitemia zebra* (Ehrenberg) Kützinger (Bacillariophyceae), *Peridinium gatunense* Nygaard (Dinophyceae), *Botryococcus negletus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan (Trebouxioophyceae) and *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko were as the most dominant species. *Aphanocapsa delicatissima* and *Peridinium gatunense* stand out with 100% occurrence. The reservoir showed low diversity and evenness was considered high and significant, representing a uniform distribution of species. The values of the environmental variables were in accordance with the recommendations of the Resolution of the National Council for the Environment-CONAMA and no cyanobacterial blooms were observed. From the analyzes it can be observed that the environmental factors were mainly influenced by seasonality, throughout the annual cycle. It was verified that the reservoirs ranged from mesotrophic to eutrophic and had species with ecological preferences for eutrophic environments, which can compromise water quality, as well as the health of the population that uses the reservoirs for food supply, fishing and leisure. Given the above, research data become important, requiring constant monitoring of the environment to mitigate possible risks to the ecosystem.

Keywords: Aquatic ecosystem. Microalgae. Environmental monitoring. Seasonality.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS.....	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	14
2 HIPÓTESES	17
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo Geral	18
3.2 Objetivos Específicos.....	18
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
4.1 Qualidade da água e comunidade fitoplanctônica em reservatórios	19
4.2 Cianobactérias em reservatórios.....	20
4.3 Estudos da comunidade fitoplanctônica na Região Nordeste.....	23
5 MATERIAL E MÉTODOS	28
5.1 Descrição da área de estudo.....	28
5.2 Estudos taxonômicos	31
5.2.1 Coleta e análise do fitoplâncton	31
5.2.2 Análise qualitativa do fitoplâncton.....	32
5.2.3 Análise quantitativa: densidade do fitoplâncton total	33
5.3 Tratamento numérico dos dados taxonômicos	33
5.3.1 Determinação da riqueza específica	33
5.3.2 Frequência de ocorrência dos táxons.....	34
5.3.3 Espécies dominantes e abundantes	34
5.3.4 Índice de diversidade (H')	34
5.3.5 Índice de equitabilidade (J')	35
5.4 Determinações das variáveis limnológicas	35
5.5 Análise da clorofila a (Clo-a)	36
5.6 Índice de Estado Trófico (IET)	36
5.7 Análise estatística	38
5.8 Normatização do trabalho	39

CAPÍTULO 1: Comunidade Fitoplanctônica Associada a Variáveis Limnológicas em um Reservatório de Abastecimento no Semiárido do Nordeste, Brasil.....	51
Resumo	51
Abstract	52
1. Introdução	53
2. Material e Métodos	54
2.1 Área de Estudo	54
2.2 Coleta e Tratamento dos Dados	55
2.3 Análise do Fitoplâncton	55
2.3.1 Análise qualitativa do fitoplâncton.....	55
2.3.2 Análise quantitativa do fitoplâncton.....	55
2.4 Variáveis climatológicas e limnológicas.....	56
2.5 Análise da clorofila-a	56
2.6 Índice de Estado Trófico (IET).....	57
2.7 Análise Estatística	57
3. Resultados	57
3.1 Comunidade Fitoplanctônica	57
3.2 Espécies Dominantes e Abundantes	59
3.3 Frequência de Ocorrência	60
3.4 Diversidade e Equitabilidade	61
3.5 Caracterização Ambiental do Reservatório	62
3.6 Índice de Estado Trófico – IET.....	65
3.7 Análise Hierárquica de Cluster.....	65
3.8 Correlação de Pearson.....	66
3.9 Análise dos Componentes Principais (ACP).....	67
4. Discussão	68
5. Conclusão	71
Referências	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
APÊNDICES	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Localização do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	29
Figura 2 -	Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, localizado na Bacia Hidrográfica do Salgado, Crato, Ceará, Brasil.....	31

Capítulo 1

Figura 1 -	Localização do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	54
Figura 2 -	Densidade total do fitoplâncton no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil, durante o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.....	58
Figura 3 -	Distribuição percentual dos táxons pelas divisões algais identificadas no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE.....	59
Figura 4 -	Frequência de ocorrência dos táxons considerados como muito frequentes e frequentes durante o período de estudo no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE.....	61
Figura 5 -	Índice de Diversidade e Equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, durante o período anual entre fev/22 a jan/23.....	62
Figura 6 -	Variação no volume do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar e precipitações normal e observada em Crato, CE, durante o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.....	64
Figura 7 -	Análise hierárquica de agrupamento das variáveis ambientais estudadas.....	66
Figura 8 -	Resultados das matrizes de correlação de Pearson para o reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	67
Figura 9 -	Gráfico da Análise dos Componentes Principais (ACP) do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	29
Tabela 2 – Informações sobre os pontos de coleta, coordenadas geográficas e características dos pontos de coleta no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	32
Tabela 3 – Variáveis limnológicas e equipamentos utilizados para as determinações no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, no período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.....	36
Tabela 4 – Classificação do Estado Trófico (IET) segundo o Índice Carlson, modificado por Toledo Jr. et al. (1984)	38

Capítulo 1

Tabela 1 – Valores mínimo, médio, desvio padrão ($\pm$) e máximo das variáveis ambientais do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.....	63
---	----

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

μm	Micrômetro
$\mu\text{S.cm}^{-1}$	Micro-Siemens por centímetro
ACP	Análise dos Componentes Principais
AHC	Análise Hierárquica de Cluster
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
Cel.mL^{-1}	Célula por litro
CEL	Condutividade Elétrica
<i>Clo-a</i>	Clorofila- <i>a</i>
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
H'	Índice de Diversidade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IET	Índice de Estado Trófico
IET-<i>Clo-a</i>	Índice de Estado Trófico da Clorofila- <i>a</i>
IET-Secchi	Índice de Estado Trófico da transparência (Disco de Secchi)
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
J'	Índice de Equitabilidade
km	Quilômetro
ml	Mililitro
pH	Potencial Hidrogeniônico
Secchi	Transparência (Disco de Secchi)
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará
STD	Sólidos Totais Dissolvidos
TAG	Temperatura da Água
TAR	Temperatura do Ar
Z.Euf	Zona Eufótica

1 INTRODUÇÃO GERAL

A água é um recurso natural de extrema importância para a sobrevivência da humanidade e seu fornecimento com qualidade e confiabilidade é um fator chave para a sustentabilidade econômica, ambiental e social, principalmente em locais semiáridos (SALINAS et al., 2019). Considerando ser a região caracterizada por um regime hidrológico peculiar, com secas prolongadas, curtos períodos de chuva, baixo volume anual (aproximadamente média de 400 mm), alta taxa de irradiação, evaporação e que tais características quando somadas as atividades antrópicas, afetam a qualidade hídrica (REGO; RANGEL-JÚNIOR; COSTA, 2020).

Desde tempos remotos, o homem vem realizando a construção de reservatórios através do barramento dos rios, cuja principal função é o abastecimento (ANDRADE; MARQUES, 2017), que representa uma solução para os problemas associados às necessidades de água, garantindo a disponibilidade na estação seca. Deste modo, os reservatórios são utilizados para diversas funcionalidades desde o abastecimento doméstico ao lazer, constituindo-se, portanto, em ecossistemas de grande valor para a economia, sociedade e para a cultura local (MOURA-FILHO; ARAÚJO, 2020).

Nos últimos anos tem se observado no Brasil a diminuição do volume de água doce, bem como o aumento da temperatura da água, além das concentrações elevadas de nutrientes. Esses fatores causam frequentemente florações de cianobactérias e a eutrofização dos recursos hídricos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2015; TESTER; LITAKER; BERDALET, 2020; VANDERLEI, 2021). Alguns estudos como os realizados por Pacheco e Lima-Neto (2017), Barros et al. (2019), Rocha, Mesquita e Lima-Neto (2019) e Lima et al. (2020) evidenciam que os reservatórios cearenses sofrem com intenso processo de eutrofização há décadas com consequências diretas sobre a qualidade da água. Consequentemente, o estado trófico e suas implicações são fundamentais na limitação das comunidades biológicas no ambiente aquático.

Dentre os organismos presentes nesses ecossistemas aquáticos, encontra-se a comunidade fitoplanctônica que detém uma fundamental importância pelo fato de responder as rápidas alterações nos corpos d'água (BHAVYA et al. 2019).

Historicamente, as comunidades fitoplanctônicas têm sido utilizadas como indicadoras do estado trófico de ambientes aquáticos, principalmente por suas características morfológicas e fisiológicas, fornecendo informações importantes sobre o estado de

conservação dos corpos hídricos (SOUZA et al., 2014), visto que são consideradas importantes indicadoras de alterações antropogênicas a exemplo da eutrofização artificial (OLIVEIRA et al., 2019). Assim, o fitoplâncton se destaca por sua importância pois apresenta padrões temporais no que se refere as mudanças ambientais, sendo uma ferramenta ecológica extraordinária, através da qual pode-se obter respostas ecológicas em curtas escalas de tempo (ZANCO et al., 2017).

De acordo com Calijuri, Alves e Santos (2006), o fitoplâncton pode ser definido como um conjunto de organismos fotoautotróficos que vivem suspensos na coluna d'água, compostos por um conjunto taxonômico diverso que possui diferentes características fisiológicas em morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia e que responde, de diversas formas, às variáveis relacionadas aos parâmetros físicos e químicos (BICUDO; MENEZES, 2010; NUNES et al., 2020). Reynolds (2006) afirma que esses organismos são representantes de diversos grupos taxonômicos, a saber: organismos procariontes (Cyanobacteria) e os eucariontes, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Dinophyceae.

A correlação entre a importância das microalgas, cianobactérias e qualidade da água é imprescindível, visto que a influência da comunidade fitoplanctônica tem papel estruturador na cadeia trófica, através da quantidade de clorofila no ambiente, remoção e aumento de nutrientes disponíveis, alteração na turbidez do ambiente, e cianotoxinas em grupos algais específicos (SINGH; PATIDAR, 2020).

Diante do exposto, o evento de eutrofização pode ser considerado como um dos problemas mais relevantes para a qualidade hídrica de mananciais ao redor do mundo fazendo-se necessário estudos mais abrangentes sobre o tema (SILVA et al., 2019). Esse fenômeno decorre do incremento de nutrientes na água, em especial, nitrogênio e fósforo (SILVA; SILVA, 2020), resultando em floração (*Bloom*) de cianobactérias os quais apresentam espécies produtoras de cianotoxinas (BELÓ; MATHIAS; GONTARSKI, 2018), o que justifica a importância de um trabalho que leve informação acerca desses organismos de modo geral.

Apesar da relevância das microalgas para os ecossistemas aquáticos, ainda são escassas as pesquisas relacionadas ao fitoplâncton na Bacia do Salgado, portanto torna-se imprescindível analisar a composição, estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, aliados aos parâmetros abióticos, bem como gerar informações que fomentem respostas sob o efeito da poluição na sobrevivência e crescimento dos organismos, através da avaliação do Índice de Estado Trófico, com o intuito de fornecer subsídios para o manejo do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, no Município de Crato-CE.

Assim, a pesquisa encontra-se organizada em um capítulo intitulado: “Comunidade Fitoplânctonica Associada a Variáveis Limnológicas em um Reservatório de Abastecimento no Semiárido do Nordeste, Brasil”, que aborda a composição florística da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar (Umari), assim como a análise da qualidade da água, através das variáveis limnológicas (físico-químicas), Índice de Estado Trófico e a influência da comunidade fitoplanctônica na dinâmica do funcionamento desse ecossistema. Este trabalho foi submetido a revista *Acta Limnologica Brasiliensia* (Qualis B2- Biodiversidade).

2 HIPÓTESES

H1: As variações sazonais decorrentes do período chuvoso e seco acarretam importantes mudanças na estrutura do fitoplâncton.

H2: As variáveis limnológicas (variáveis físico-químicas) são determinantes na composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Identificar a composição e dinâmica da comunidade fitoplanctônica (cianobactérias e microalgas), associadas as variáveis limnológicas (físico-químicas) do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar (Umari), localizado no Município de Crato – CE.

3.2 Objetivos Específicos

-Identificar a riqueza fitoplanctônica do reservatório, buscando compreender a dinâmica de funcionamento do ambiente, durante os períodos chuvoso e seco com observância à possível ocorrência de espécies de cianobactérias tóxicas;

-Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica através dos índices de riqueza de espécies, frequência de ocorrência, abundância relativa, dominância, diversidade e equitabilidade;

-Determinar e analisar a influência das variáveis limnológicas (temperatura, pH, sólidos totais dissolvidos, oxigênio dissolvido, condutividade e transparência) sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, além de dados de clorofila-*a* nos diferentes períodos de estudo, para obter informações acerca da qualidade da água do reservatório;

-Avaliar a qualidade da água com base nos parâmetros de densidade de cianobactérias, bem como limnológicos, de acordo com a Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA de 2005, regulamentada pela orientação da Portaria MS/GM nº 888, de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Qualidade da água e comunidade fitoplanctônica em reservatórios

São vários os estudos relacionados à qualidade da água e o assunto vem sendo bastante discutido no Brasil e no mundo através de publicações feitas por Dawson et al. (2015), Zhang, Thomaz e Mitsch (2017), Bianchi et al. (2019), Torremorell et al. (2021) entre outros. O tema vem sendo debatido principalmente devido a restrição desse recurso natural, ocasionado pelo aumento da densidade populacional e pela descarga de efluentes domésticos e industriais em corpos d'água, resultando em eutrofização artificial (MELO-SANTOS, 2022).

De acordo com Zhan et al. (2016), as águas de rios, lagos e mares podem conter grandes quantidades de nutrientes, fósforo e nitratos, os quais podem promover o crescimento de microalgas, além de causar alterações na cor da água o que também é considerado um dos fatores limitantes.

A importância das microalgas em relação à qualidade d'água torna-se incontestável, quando observado a influência dessas no ambiente, tendo papel estruturador na cadeia trófica, quantidade de clorofila do ambiente, remoção e aumento de nutrientes disponíveis, alteração na turbidez do ambiente, surgimento de toxinas advindas de grupos algais específicos e outros fatores que devem ser correlacionados e trabalhados (SINGH; PATIDAR, 2020).

Müller, Cybis e Raya-Rodriguez (2012) realizaram um monitoramento do fitoplâncton para a qualidade da água de abastecimento público em mananciais do Rio Grande do Sul, os resultados mostraram a ocorrência de florações de cianobactérias potencialmente tóxicas em três locais avaliados. A partir desses dados, evidenciou-se a importância de mais monitoramentos desses organismos nos mananciais utilizados para abastecimento público, visto que são organismos de ciclo de vida rápido e consequentemente ótimos bioindicadores da qualidade hídrica.

Em São Paulo, Buzelli e Cunha-Santino (2013) objetivaram diagnosticar da qualidade da água e o estado trófico do reservatório de Barra Bonita-SP, como uma ferramenta para a gestão ambiental, a partir dos resultados obtidos os autores classificaram as águas do reservatório como em condição boa, porém hipereutrófico para o período entre os anos de 2007 a 2012, evidenciando a importância da gestão ambiental para a recuperação e preservação dos recursos naturais.

Silva et al. (2018) avaliaram a eficácia do uso de um índice de estado trófico (IET) como ferramenta na análise da qualidade das águas de três reservatórios: Guarapiranga, Billings e Paiva Castro, que compõem a Bacia do Alto Tietê, no estado de São Paulo, onde concluíram que o IET utilizado na pesquisa demonstrou ser autossuficiente nas predições de qualidade de água de reservatórios com a utilização de apenas três variáveis (Fósforo total, clorofila-*a* e transparência), independente da sazonalidade.

No Norte do Brasil, Pereira-Júnior et al. (2021) fizeram uma revisão de literatura acerca das diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água na região. Os autores concluíram que é necessário estimular o uso das diatomáceas associada aos parâmetros físico-químicos constantes na normativa brasileira na obtenção de uma gama maior de dados informativos acerca da qualidade da água, já que apenas 17,7% dos estudos encontrados na revisão abordaram essa temática.

4.2 Cianobactérias em reservatórios

As cianobactérias podem ser definidas como organismos procarióticos, fotossintetizantes e cosmopolitas, podendo ser encontradas em ambientes terrestres, de água doce, salobra ou marinha, além de ocuparem habitats com condições ambientais e climáticas extremas, como fontes termais, neve e ambientes desérticos (SANT'ANNA et al. 2006; ESTEVES, 2017).

De acordo com Aragão-Tavares e Amorim (2018), na região Nordeste, observa-se um maior número de estudos após a tragédia no centro de hemodiálise no Município de Caruaru-PE, sobretudo, no estado Pernambucano, e nos últimos 10 anos, houve um maior impulso para publicações sobre cianobactérias, bem como, em outros estados, a exemplo, Paraíba, Ceará e Bahia.

Na Paraíba, Vasconcelos et al. (2011) evidenciaram que as espécies de cianobactérias mais frequentes formando florações em reservatórios da Paraíba são *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wołoszyńska) Seenayya & Subba Raju e *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek as quais são potencialmente produtoras de toxinas. Dominando a comunidade fitoplanctônica em 16 reservatórios, principalmente em períodos de baixas precipitações pluviométricas, representam 73,1% do total de indivíduos desse período e 54,8% do número total de algas nos períodos de cheias.

Em Pernambuco, no reservatório de Arcoverde, Bittencourt-Oliveira et al. (2012), através de estudos nictemerais analisaram a dinâmica das populações de cianobactérias nas

estações seca e chuvosa. A maior biomassa da comunidade fitoplanctônica foi constituída por cianobactérias em que a espécie *C. raciborskii* foi dominante e a turbidez causada pela chuva favoreceu o aparecimento e o estabelecimento de outras cianobactérias, especialmente *P. agardhii*.

No mesmo estado, Moura, Nascimento e Dantas (2012) analisaram as variáveis ambientais que influenciam a dinâmica espacial e temporal do fitoplâncton no reservatório de Jucazinho, onde Cyanobacteria foi predominante com 80% da biomassa. Os táxons foram enquadrados em 19 grupos funcionais, sendo as espécies dominantes *Anabaena* sp., *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen e *P. agardhii*.

Piccin-Santos e Bitterncourt Oliveira (2012), pesquisaram quatro importantes reservatórios das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil com vistas a identificar a comunidade de cianobactérias e ocorrência de espécies potencialmente produtoras de toxinas nos reservatórios de abastecimento público. Um total de 14 táxons foram identificados, 11 dos quais são conhecidos como potenciais produtores de toxinas, e registrados em concentrações acima de $20.000 \text{ cel} \cdot \text{ml}^{-1}$ de cianobactérias potencialmente tóxicas em todas as amostras de todos os quatro reservatórios, exigindo, portanto, monitoramento de microcistina de acordo com a legislação brasileira.

Lima et al. (2013) avaliaram a caracterização dos níveis populacionais de cianobactérias no Açude Jacurici em Itiúba - Bahia onde foi observado que entre 2010 e 2011 esse reservatório apresentou elevada densidade de cianobactérias em todo o período que foi monitorado. Houve uma pequena redução no segundo ano estudado em decorrência da estiagem prolongada que provocou a diminuição no volume do lago, com a consequente diminuição da biomassa algal possivelmente relacionada à oferta limitante de alguns nutrientes.

No reservatório Pereira de Miranda, em Pentecoste-CE, França et al. (2013), a partir da contagem de fitoplâncton observaram que houve a predominância de espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas, como a *P. agardhit*, *Plantothrix* sp., e *C. raciborskii*. Por conseguinte, o resultado da aplicação do Índice de Estado Trófico -IET indicou que o reservatório permaneceu eutrófico todo o ano de 2012, período de realização do estudo, e que a aceleração desse processo ocasiona a redução do oxigênio na camada do hipolímnio, e intensifica os processos de estratificação e desestratificação nos perfis verticais da coluna de água referentes às variáveis temperatura, condutividade elétrica e pH da água.

Aragão-Tavares, Moura e Bittencourt-Oliveira (2013) estudando a formação de floração de cianobactérias planctônicas em 19 reservatórios do Nordeste brasileiro

obtiveram: 23 espécies de cianobactérias distribuídas nas ordens Chroococcales (10), Oscillatoriales (8) e Nostocales (5). Os maiores graus de riqueza de espécies foram registrados nos reservatórios Alagoinha, Carpina e Ingazeira (10 spp.). As espécies mais representativas foram *C. raciborski* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková, que estiveram presentes em todas as amostras desses reservatórios.

Silva et al. (2013), analisando a ocorrência de cianobactérias no reservatório de Mundaú, no Estado de Pernambuco, entre o período de janeiro de 2010 a novembro de 2011, verificaram que 91,3% das amostras analisadas apresentaram densidade de cianobactérias acima do limite permitido pela legislação específica (acima de 100.000 cel/ml). Segundo os autores, este é um fato preocupante, pelo fato que gêneros encontrados como *Microcystis* e *Cylindrospermopsis* são considerados produtores de cianotoxinas, tornando-se um problema de saúde pública, já que o reservatório de Mundaú abastece a cidade de Garanhuns no agreste pernambucano, além de outras cidades.

Lima (2017) ainda no estado de Pernambuco, em estudo sobre a toxicidade, afirma que altas densidades de cianobactérias nos reservatórios de Jucazinho e Carpina durante os meses de setembro a dezembro de 2014 são preocupantes e os valores obtidos estabelecem potencial de risco à saúde pública. Segundo o autor, os “*blooms*” de cianobactérias em reservatórios de água destinada ao consumo humano originam muitos problemas, sendo o mais preocupante o fato de uma proporção significativa de cianobactérias produzirem uma ou mais toxinas.

Rangel-Junior et al. (2018), no Reservatório Olho D’Água (Deputado Luiz Otacílio Correia), que está inserido na Sub-Bacia do Rio Salgado, localizado no Município de Várzea Alegre, sul do Estado do Ceará, na Região do Cariri, analisaram a composição de cianobactérias planctônicas, obtivendo 36 táxons, pertencentes à classe Cyanophyceae, distribuída em três ordens e oito famílias. Sendo dez espécies para a família Merismopediaceae (28%), seis para Pseudanabaenaceae (17%), cinco para Nostocaceae e Synechococcaceae (14%, cada), quatro para Microcystaceae (11%), três para Phormidiaceae (8%), duas para Chroococcaceae (5%) e uma para Rivulariaceae (3%).

Sonobe, Lamparelli e Cunha (2019) em estudo sobre a avaliação espacial e temporal de aspectos sanitários de reservatórios com captação de água para abastecimento em São Paulo com ênfase em cianobactérias e cianotoxinas observaram que quatro dos reservatórios estudados – Itupararanga, Guarapiranga, Cascata e Billings – apresentaram, no período do estudo (2011 a 2015), elevadas densidades de cianobactérias. No entanto, apenas os dois

últimos apresentam concentrações de microcistina preocupantes, acima do valor recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), reforçando a necessidade de monitoramento da água tratada e, eventualmente, de implantação de uma etapa de tratamento avançado para a remoção de cianotoxinas nas suas respectivas estações de tratamento de água.

No estado do Ceará, Vieira et al. (2020) estudando a dominância de cianobactérias na composição do fitoplâncton em reservatório de abastecimento no Semiárido cearense, concluíram que a comunidade fitoplanctônica esteve dominada quantitativamente por espécies de cianobactérias, com maior contribuição de *C. raciborskii*, seguida por *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, as quais são características de ambientes meso a eutróficos e consideradas formadoras de florações no Brasil. Além disso, os autores enfatizam que outros gêneros identificados nesse estudo, que embora tenham apresentado baixas densidades, também são considerados potencialmente tóxicos como *Microcystis*, *Planktothrix* e *Aphanocapsa*, dados estes que reforçam a necessidade de um constante acompanhamento desses organismos.

Moreira e Macedo (2022) avaliando a ocorrência de florações de cianobactérias e cianotoxinas e os efeitos para saúde pública em reservatórios do nordeste brasileiro verificaram a ocorrência de 74 espécies de cianobactérias, sendo *Microcystis aeruginosa* e *Raphidiopsis raciborskii* (Woloszynska) Aguilera.

4.3 Estudos da comunidade fitoplanctônica na Região Nordeste

A Região Nordeste conta com inúmeros trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica, devido ao fato de apresentar um maior número de reservatórios construídos e abranger uma área de clima semiárido condicionada a escassez de água, necessitando, portanto, de maior atenção quanto aos seus recursos hídricos, uma vez que a maioria dos reservatórios de abastecimento público são eutrofizados, o que torna muitas vezes a utilização de seus recursos pela população, inviável. Portanto, é de extrema importância o conhecimento da dinâmica desses ambientes, e conforme menciona Nascimento Filho et al., (2019), o monitoramento é necessário para a promoção de medidas adequadas de manejo.

No estado do Ceará, Molisani et al. (2010), ao desenvolverem uma pesquisa no Reservatório Castanhão, identificaram 105 táxons com predomínio de Cyanobacteria, seguida de Chlorophyceae e Bacillariophyceae. As amostras da superfície apresentaram maiores densidades que as do fundo. O reservatório estudado foi classificado como

mesotrófico nas porções lacustre e mediana e Cyanobacteria foi a classe predominante, enquanto a zona de transição entre os ambientes fluvial e lacustre foi categorizada como eutrófica, com Bacillariophyceae destacando-se como a classe mais representativa.

Cordeiro-Araújo et al. (2010) analisaram a estrutura e a dinâmica do fitoplâncton no Reservatório Bitury, estado do Pernambuco, ao longo de dois períodos sazonais, registrando 92 táxons distribuídos em oito classes: Chlorophyceae (40), Bacillariophyceae (25), Cyanophyceae (12), Euglenophyceae (oito), Cryptophyceae (duas), Chrysophyceae (duas), Dinophyceae (duas) e Xanthophyceae (uma). Bacillariophyceae apresentou maior densidade, enquanto Chlorophyceae apresentou maior diversidade.

Dantas, Moura e Bittencourt—Oliveira (2011) registraram florações de cianobactérias nos Reservatórios Arcoverde e Pedra—PE, que se apresentaram estratificados no período seco e desestratificados no período chuvoso. O fitoplâncton dos reservatórios foi dominado pelas cianobactérias com a presença de 18 espécies, com esse grupo apresentando maior biomassa, seguido dos Fitoflagelados, Bacillariophyta e Chlorophyta. A espécie que apresentou maior biomassa foi *C. raciborskii* e codominou com *P. agardhii*, *G. amphibium*, *M. aeruginosa* e *Merismopedia tenuissima*. Quanto à distribuição vertical, as maiores biomassa foram registradas para a superfície.

Dando continuidade aos estudos Lira et al. (2011) relataram a abundância do fitoplâncton no reservatório de Carpina—PE. As cianobactérias representaram mais de 80% da sua densidade. *C. raciborskii* foi o único táxon dominante na estação seca, e foi codominante na época das chuvas. As espécies *C. raciborskii*, *P. agardhii* e *G. amphibium* tiveram as maiores densidades.

Silva, Costa de Guedes (2011) verificaram a variação temporal do fitoplâncton de um reservatório pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, onde identificaram 27 táxons predominando as Chlorophyta (63%), destacando-se como espécies dominantes *Desmidium swartzii* var. *quadrangulatum* (62,3%) e *D. cylindricum* (55,1%), seguidos das Bacillariophyta (26%) e Cyanobacteria (11%).

Almeida, Melão e Moura (2012) estudando a diversidade fitoplanctônica e as variáveis físico-químicas em dois reservatórios urbanos rasos, identificaram 57 espécies, a riqueza foi maior no reservatório de Apipucos (46 spp.) do que no reservatório Prata (31 spp.). Chlorophyta foi dominante em número de espécies em ambos os reservatórios. Elevados níveis de eutrofização foram observados no reservatório de Apipucos, enquanto o reservatório Prata foi considerado oligotrófico.

No Estado da Bahia, Moura et al. (2013) estudaram 28 pontos do sistema de cascata de reservatórios do Rio de Contas onde a maioria das estações de amostragem foram nos reservatórios Pedra e Funil, e identificaram 198 espécies fitoplanctônicas, Chlorophyceae, seguida de Bacillariophyceae e Cyanophyceae foram os grupos dominantes e as maiores riquezas e densidades foram para o período chuvoso.

Em uma investigação sobre a bioacumulação de microcistina e seus potenciais efeitos mutagênicos em peixes, nos reservatórios Acauã, Cordeiro e Camalau, na Paraíba, Vasconcelos et al. (2013) registraram que as comunidades fitoplanctônicas dos três reservatórios foram representadas por um total de 94 táxons (gêneros e espécies) das seguintes divisões: Chlorophyta, Cyanophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta, Zygnemaphyceae, Oedogonophyceae e Chlamydomonadophyceae. As espécies *C. raciborskii*, *M. aeruginosa* e *P. agardhii* estiveram comuns em todos os reservatórios.

No reservatório Thomaz Osterne de Alencar, em Crato—CE, Amorim et al. (2015) identificaram 100 táxons em trabalho referente a microalgas perifíticas associadas à *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze, distribuídos em cinco divisões: Chlorophyta sendo a mais representativa (44%), seguida de Cyanobacteria (29%), Bacillariophyta (22%), Euglenophyta (4%) e Xanthophyta (1%), os táxons foram distribuídos em nove classes, 21 ordens, 34 famílias e 55 gêneros. Segundo os autores, os grupos mais representativos foram a ordem Chlorococcales, a família Desmidiaceae e o gênero *Cosmarium*. As espécies *A. delicatissima* e *Navicula* sp. foram consideradas dominantes e 11 táxons foram muito frequentes. Observou-se uma alta diversidade de microalgas perifíticas associadas à *N. indica* e a ecologia dos grupos e táxons mostrou que o reservatório pode ser classificado como mesotrófico.

No Reservatório Rosário, Município de Lavras da Mangabeira-CE, Costa et al. (2015) caracterizaram a comunidade fitoperifítica da seguinte forma: as microalgas perifíticas esteve representada por 92 táxons, distribuída em cinco divisões: destacando-se Chlorophyta (35%), seguida de Bacillariophyta (34%) e Cyanobacteria (26%), e as divisões Euglenophyta com (4%) e Dinophyta (1%). Com relação à abundância relativa dos táxons, apenas uma espécie (1%) foi classificada como dominante, representada por: *Cocconeis* sp. (Bacillariophyta), e nove espécies (11%) classificadas como abundantes, dentre elas estão: *Anabaena* sp., *Phormidium* sp. (Cyanobacteria), *Cocconeis placentula* Ehrenberg, *Eunotia* sp., *Gomphonema* sp., *Navicula lanceolata* Ehrenberg, *Synedra* sp. (Bacillariophyta), *Oedogonium* sp. e *Spirogyra* sp. (Chlorophyta). Em relação aos demais, verificou-se que (18%) das amostras foram classificadas como pouco abundantes e (70%) raras.

Lira et al. (2014) realizando trabalhos no Reservatório de Mundaú, –PE, identificaram 71 táxons de algas fitoplanctônicas, a classe Chlorophyceae foi predominante seguida de Cyanobacteria. Cianobactérias e diatomáceas apresentaram as maiores densidades, *C. raciborskii* foi à única espécie dominante e *G. amphibium*, *Merismopedia punctata* e *Synedra rumpens*, foram abundantes nas duas estações de amostragem. As mudanças verticais nos táxons abundantes revelaram distintos padrões regulados pela variação nos fatores ambientais que estiveram diretamente ligados à sazonalidade, sendo assim, o sucesso de uma ou mais espécie está ligado à sazonalidade, às suas estratégias de vida e às suas necessidades ecológicas.

No reservatório Armando Ribeiro, localizado no Município de Açu--RN, Câmara et al. (2015) analisaram as alterações morfofuncionais da comunidade fitoplanctônica, identificando nessa biota 53 táxons para o fitoplâncton. Cyanobacteria foi a classe mais representativa seguida de Chlorophyceae e Bacillariophyceae, e foi registrada baixa diversidade para a comunidade no geral, com observância ao domínio principalmente de espécies filamentosas. Os autores constataram mudanças sazonais nas características quantitativas e qualitativas do fitoplâncton. No mesmo ano, o reservatório foi estudado por Vieira, Cardoso e Costa (2015), que identificaram a presença de 63 táxons fitoplanctônicos, distribuídos em 11 grupos funcionais, onde sete são pertencentes às cianobactérias. A espécie *P. agardii* contribuiu com mais de 90% da biomassa total.

Continuando os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica, no estado do Rio Grande do Norte (Costa, Attayde e Becker (2015), Souza, Cressetti e Becker (2015) e Medeiros et al., (2015) evidenciam a importância desses organismos em reservatórios do semiárido nordestino.

Nos reservatórios Santa Cruz do Apodi e Pau dos Ferros, Silva e Costa (2015) registram a ocorrência de 47 táxons distribuídos em cinco classes (Cyanobacteria, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Chryptophyceae e Euglenophyceae). O reservatório Santa Cruz do Apodi apresentou como espécies dominantes: *A. delicatissima*, *Microcystis wessenbergii*, *Aphanizomenon gracile* e *Botryococcus braunii*. Já o Reservatório Pau dos Ferros apresentou como dominante apenas a espécie *Merismopedia punctata*.

Em uma análise sobre a composição taxonômica da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios hidrelétricos do rio São Francisco, Aragão-Tavares, Severino e Moura (2015) identificaram 165 táxons infragenéricos, sendo 110 espécies para o Reservatório de Itaparica (Bahia e Pernambuco) e 135 para Xingó (Alagoas e Sergipe), em ambos, a maior contribuição foi das diatomáceas seguidas das algas verdes. No geral, os reservatórios

estudados apresentaram semelhanças quanto à comunidade de microalgas planctônicas, mas eles certamente diferiram quanto às condições ambientais.

Lucas et al (2015) registrando a variação temporal da comunidade fitoplanctônica no reservatório Rosário, localizado no município de Lavras da Mangabeira-CE, identificaram 50 táxons (período seco e chuvoso), distribuídos em nove classes: Chlorophyceae (32%), Cyanophyceae (28%), Bacillariophyceae (10%), Euglenophyceae (8%), Zygnematomphyceae (6%), Coscinodiscophyceae, Fragilariophyceae e Xanthophyceae (4%).

Cardoso et al. (2017), registrando a presença do fitoplâncton em um reservatório do Projeto de Integração do Rio São Francisco, Piranhas-Açu, identificaram 81 táxons infragenéricos, os quais foram distribuídos em 9 classes: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Trebouxiophyceae, Euglenophyceae, Coscinodiscophyceae, Zygnematomphyceae, Mediophyceae e Klebsormidiophyceae. As divisões Chlorophyta e Cyanophyta foram as mais representativas, com 30 (37%) e 24 (30%) táxons, respectivamente. Destacaram-se como espécies mais abundantes *C. raciborskii*, *Pseudanabaena limnetica*, *Microcystis* sp., *Dolichospermum* sp. e *Oscillatoria* sp., sendo estas potencialmente tóxicas.

Pessoa et al. (2017) estudaram as variações temporais das variáveis limnológicas, os grupos frequentes e índices biológicos da comunidade fitoplanctônica do açude Santa Cruz, Rio Grande do Norte, constatando que durante o período de estiagem houve uma dominância de diatomáceas (42%), seguida de Cianofíceas (25%), Clorofíceas (25%) e Xantofíceas (8%). As espécies que se destacaram neste período foram *Surirella ovalis* e *Navicula cuspidata* (Diatomácea). No período chuvoso a dominância foi de Cianofíceas (47%) seguida da diatomácea (24%), a clorofíceas (24%) e Xantofíceas (5%). A espécie mais representativa nesse período foi *C. raciborskii*. O ambiente em estudo foi classificado como oligotrófico, considerando o fósforo total, a clorofila-a e a transparência da água.

No reservatório Rosário em Lavras da Mangabeira-CE, Alencar et al. (2019) registraram a ocorrência de 40 táxons, os quais foram distribuídos em quatro classes taxonômicas, seis ordens e 11 famílias. A classe Chlorophyceae foi a mais representativa (27 spp.), seguida por Zygnematomphyceae 11 (spp.), Chlamydomonadophyceae (1 sp.) e Oedogoniophyceae (1 sp.). As espécies *Chlorella vulgaris*, *Hariotina reticulatum*, *Coenochloris fottii*, *Elakatothrix linearis*, *Kirchneriella rosolata*, *Oocystis lacustres* e *Staurostrum leptocladum* destacaram-se como muito frequentes no reservatório.

Severiano et al. (2021) realizaram estudos nos reservatórios Apipucos e Mundaú, localizados no Estado de Pernambuco, registraram no Reservatório Apipucos a presença de

48 táxons fitoplanctônicos que foram distribuídos em Cyanophyceae (15%), Bacillariophyceae (8%), Chlorophyceae (60%), Euglenophyceae (8%) e Cryptophyceae (8%). Enquanto que no Reservatório Mundaú a comunidade fitoplanctônica foi composta por 11 táxons pertencentes a Cyanophyceae (46%), Chlorophyceae (27%) e Bacillariophyceae (27%).

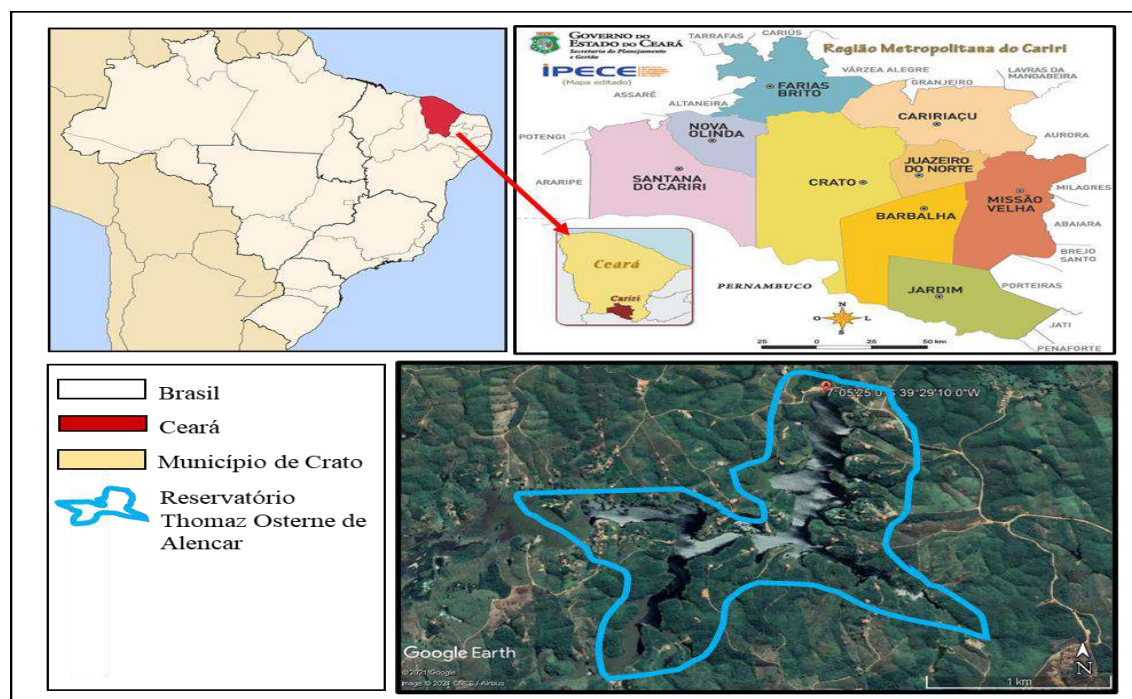
No Estado do Ceará, Vieira et al. (2021) em estudo sobre a composição da comunidade fitoplanctônica, identificaram no reservatório Canoas, no Município de Assaré-CE a presença de 30 táxons, distribuídos em seis classes taxonômicas (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Zygnematophyceae, Mediophyceae e Euglenophyceae). Destas Cyanophyceae (43,4%) e Chlorophyceae (36,6%) foram as classes que apresentaram os maiores números de táxons, 13 e 11, respectivamente, as quais, juntas, representaram um total de 80% da comunidade. Bacillariophyceae (10%) apresentou três táxons. As classes com menores representatividades foram Euglenophyceae (3,4%), Zygnematophyceae (3,3%) e Mediophyceae (3,3%), com um táxon cada, totalizando juntas 10% da comunidade.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Descrição da área de estudo

O Reservatório Thomaz Osterne de Alencar (7° 5' 25" S; 39°29'10" O), conhecido popularmente como Açude Umari, encontra-se localizado, no Distrito de Monte Alverne, Município de Crato-Ceará, a uma distância de aproximadamente 22 km do centro da cidade (Figura 1).

Figura 1 - Localização do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.



Fonte: Adaptado de Google Earth e IPECE (2022).

O açude foi construído em 1982, pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS, e encontra-se inserido na Sub-bacia do Salgado que integra a Bacia do Jaguaribe (Tabela 1) (SRH, 2022). O clima predominante na área é o tropical quente semiárido brando e a unidade fitoecológica é a floresta subcaducifólia tropical pluvial (mata seca), com pluviosidade média anual de 1.091 mm, temperaturas anuais entre 24°C a 26°C e apresenta período chuvoso entre janeiro e maio, período seco entre junho e novembro e período pré-chuvoso em dezembro (FUNCEME, 2022; IPECE, 2022).

Tabela 1 - Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.

Barragem	
Tipo:	Terra Homogênea
Capacidade (m³)	28.780.000
Bacia Hidrográfica (km³)	116,01
Bacia hidráulica (ha)	369
Vazão regularizada (m³/s)	0,57
Extensão para Coroamento (m)	191
Largura do coroamento (m)	7

Altura máxima (m)	28,7
Sangradouro	
Tipo:	Perfil Creager
Largura (m):	39
Lâmina máxima (m)	2
Cota da Soleira (m):	441
Tomada d'água	
Tipo:	Galeria tubular simples
Diâmetro (m):	600
Comprimento (m)	171
Pluviometria média anual (mm)	1090,9
Localização	Latitude: 7° 5' 25" S
	Longitude: 39° 29' 10" W
Bacia	Salgado
Rio/Riacho Barrado	Rio/Riacho dos Carás
Conclusão	1982

Fonte: Adaptado de Secretaria de Recursos Hídricos (SRH, 2022).

A Sub-Bacia do Salgado encontra-se localizada ao Sul do Estado do Ceará, possui uma área de drenagem de 12.865 km², o que correspondente a 8,25% do território cearense, sendo o seu principal rio o Salgado com extensão de 308 km. Essa sub-bacia é composta por 23 municípios e apresenta um potencial de acumulação de águas superficiais de 447,41 milhões de m³ (COGERH, 2020).

Segundo Amorim (2015), este manancial vem sofrendo impactos ambientais, decorrentes da influência direta ou indireta de despejos domiciliares e do uso de agrotóxicos em suas margens. O mesmo recebe sua carga d'água do Rio Carás e tem como afluente o Riacho das Tabocas. O entorno do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar (Figura 2), apresenta pouca vegetação nativa e é utilizado principalmente para a agropecuária, com plantações de monoculturas, abastecimento humano e lazer. Entretanto, vem sofrendo grandes impactos antrópicos devido ao mau uso de seus recursos.

Figura 2 - Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, localizado na Bacia Hidrográfica do Salgado, Crato, Ceará, Brasil.



Fonte: Nascimento (2022)

A cobertura vegetal de macrófitas aquáticas presentes no reservatório é composta principalmente por: *Chara rusbyana* M., *Salvinia auriculata* Aubi., *Egeria* sp., *Nymphoides indica* (L.) Kuntze., *Nymphaea pulchella* DC., e *Polygonum hispidum* Kunth, (FERNANDES; OLIVEIRA; LACERDA, 2016). Em relação às espécies de peixes mais frequentemente encontradas no reservatório estão: *Cichla* sp. (Tucunaré), *Oreochromis niloticus* (Tilápia), *Hoplosternum littoralle* (Tamboatá/Caborja), *Astynas bimaculatus* (Piaba do rabo-amarelo), *Sarrasalmus brandtii* (Pirambeba) e *Prochilodus brevis* (Cumatã) (FERREIRA-NETO; ALVES; MELO-JUNIOR, 2017).

5.2 Estudos taxonômicos

5.2.1 Coleta e análise do fitoplâncton

Para a obtenção do material ficológico realizou-se coletas mensais durante os períodos chuvoso e seco demarcados de acordo com o clima da região. As coletas foram realizadas entre fevereiro de 2022 a janeiro de 2023. As amostras foram obtidas através de arrastos superficiais, por meio de uma canoa, sendo delimitados e definidos em três pontos

de coleta (Estações 1, 2 e 3), como pode ser visto na Tabela 2, com auxílio de uma rede de plâncton com malha de 20 μm , por meio da qual os organismos foram retidos, acondicionados em frascos de polietileno de 500 mL, devidamente etiquetados e preservados com formol a uma concentração final de 4%, conforme metodologia de Newell e Newell (1970). Para a análise do fitoplâncton total (Densidade celular) foram obtidas aproximadamente 500 ml de água da subsuperfície do reservatório, com auxílio de garrafa de Van Dorn, sendo o material preservado com lugol acético 1:100, para posterior análise taxonômica no Laboratório de Botânica (LaB) da Universidade Regional do Cariri (URCA).

Tabela 2 - Informações sobre os pontos de coleta, coordenadas geográficas e características dos pontos de coleta no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.

Pontos de Coleta	Coordenadas Geográficas	Características
Estação 1	Latitude: 7° 5'27.10" S Longitude: 39°29'12.32" O	Ponto mais próximo da parede do reservatório
Estação 2	Latitude: 7° 5'35.83" S Longitude: 39°29'6.92" O	Pier próximo a residências com presença de muitas macrófitas.
Estação 3	Latitude: 7° 5'46.68" S Longitude: 39°29'7.20" O	Ponto mais próximo da captação de água do reservatório

5.2.2 Análise qualitativa do fitoplâncton

A análise qualitativa da composição fitoplanctônica (microalgas e cianobactérias) consistiu na identificação dos táxons a nível genérico e, quando possível, infragenérico a partir de lâminas semipermanentes, através do exame morfológico dos organismos presentes utilizando-se microscópio óptico Motic BA310, com ocular micrometrada e câmera fotográfica acoplada. Desse modo, os representantes fitoplanctônicos foram determinados e fotomicrografados. Foi examinada uma quantidade de lâminas necessárias a avaliação de uma população de 100 indivíduos de cada táxon para cada amostra. A identificação e sistematização dos táxons foi realizada por meio de bibliografia especializada contendo chaves de identificação e atlas entre as quais: Prescott (1962), Compère (1976), Parra et al., (1983), Komárek e Fott (1983), Streble e Krauter (1987), Silva-Cunha e Eskinazi-Leça (1990), Round et al., (1992), Komárková-Legnerová; Cronberg (1994), Xavier (1994), Sant'anna et al., (1997), Komárek e Azevedo (2000), Bicudo e Menezes (2005), Sant'Anna et al., (2006), Reviers (2006), Calijuri et al., (2006), Tucci et al. (2019), dentre outros. Para

a sinonímia dos táxons, foram utilizadas informações do portal AlgaeBase (ALGAEBASE, 2022).

5.2.3 Análise quantitativa: densidade do fitoplâncton total

Para a análise da densidade do fitoplâncton as amostras foram homogeneizadas e colocadas para sedimentação em câmaras de 2 mL, durante 6 horas, conforme recomendações de Lund, Kipling e Lecren (1958). Para fixação das amostras utilizou-se lugol 1%, para que pudesse distinguir as células fitoplanctônicas dos detritos e partículas do sedimento presentes. A contagem foi realizada com o auxílio de microscópio invertido modelo Zeiss Axiovert 40 CFL com aumento de 400 vezes. A contagem dos indivíduos se deu por meio de campos aleatórios, com o auxílio do retículo de Whipple (UHELINGER, 1964; SANT'ANNA et al., 2006) com o total de campos variando entre as amostras e o limite de contagem de pelo menos 100 indivíduos da espécie dominante (LUND; KIPLING; LECREN, 1958). O método para essa análise é descrito por Utermöhl (1958), onde os resultados são apresentados em células por mL, a partir da seguinte fórmula:

$$D = (A \times a) \times f / (V \times F)$$

Onde:

D= Célula por mL;

A= Área da Câmara;

a= Área do campo contado;

V= Volume analisado;

F= Número de campos contados;

f= Fator de conversão (1.000).

5.3 Tratamento numérico dos dados taxonômicos

5.3.1 Determinação da riqueza específica

Para a análise da riqueza específica de espécies foi considerado o número de táxons infragenéricos por amostra.

5.3.2 Frequência de ocorrência dos táxons

A frequência de ocorrência é expressa em termos de porcentagem, conforme recomendações de Mateucci e Colma (1982) e baseada na seguinte fórmula:

$$F = a.100/A$$

Onde:

a = número de amostras em que o táxon ocorreu;

A = número total de amostras.

Em função do valor de F, os táxons são classificados nas seguintes categorias:

Muito Frequente (MF): >70%;
Frequente (F): ≤ 70 > 40%;
Pouco Frequente (PF): ≤ 40 > 10%
Esporádica (E): ≤ 10%.

5.3.3 Espécies dominantes e abundantes

Para a verificação do cálculo das espécies dominantes e abundantes seguiu-se as recomendações de Lobo e Leighton (1986), considerando as espécies dominantes aquelas cujas densidades forem > 50% da densidade total da amostra; e para as espécies abundantes aquelas cujas densidades foram superiores a densidade média da amostra. A densidade média da amostra é calculada dividindo-se o valor da densidade total pelo número de espécies encontradas na amostra.

5.3.4 Índice de diversidade (H')

O índice de diversidade (bits.cel⁻¹) foi estimado pelo índice de Shannon e Weaver (1963) com base na fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$$

Onde:

$$p_i = n_i/n;$$

n_i = número total de indivíduos de cada táxons na amostra;

n = número total de indivíduos na amostra.

Os resultados são enquadrados em $\text{bits}.\text{cel}^{-1}$, onde considera-se que um bit equivale a uma unidade de informação. Os valores de diversidade são classificados da seguinte forma:

$$\begin{aligned} &\geq 3,0 \text{ bits}.\text{Cel}^{-1} = \text{Alta} \\ &\geq 2,0 < 3,0 \text{ bits}.\text{Cel}^{-1} = \text{Média} \\ &\geq 1,0 < 2,0 \text{ bits}.\text{Cel}^{-1} = \text{Baixa} \\ &< 1,0 \text{ bits}.\text{Cel}^{-1} = \text{Muito Baixa} \end{aligned}$$

5.3.5 Índice de equitabilidade (J')

O índice de equitabilidade foi avaliado de acordo com Lloyd e Ghelardi (1964) e baseado na fórmula:

$$J' = H' / \log_2 S$$

onde:

H' = diversidade da amostra;

S = número de táxons na unidade amostral.

Esse índice varia de 0 a 1, onde quanto mais próximo a 0 (zero), a equitabilidade é baixa, representando uma distribuição não uniforme das espécies, e acima de 0,5 é considerada significativa e alta, representando uma distribuição uniforme das espécies na amostra.

5.4 Determinações das variáveis limnológicas

Os dados de pluviosidade e volume do reservatório foram obtidos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2022), no período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.

Para a verificação das variáveis limnológicas utilizou-se, em campo, a análise de algumas variáveis físico-químicas, cuja especificação e instrumentos utilizados encontra-se descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Variáveis limnológicas e equipamentos utilizados para as determinações no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, no período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.

VARIÁVEL	UNIDADE	EQUIPAMENTO
Temperatura da água	°C	Sonda Hanna HI 9146-04
Temperatura do ar	°C	Termo Higrômetro INCOTERM
Potencial Hidrogeniônico	pH	pHmetro digital Hanna HI 8424
Condutividade Elétrica	mS/cm	Sonda Hanna 99300
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	Condutivímetro HANNA HI 99300
Transparência	m	Disco de Secchi

5.5 Análise da clorofila a (Clo-a)

Para a análise das concentrações de clorofila-a, coletou-se amostras de 300 ml de água em cada ponto amostral (Estação 1, Estação 2 e Estação 3), as quais foram acondicionadas em frascos escuros, cobertos com papel alumínio, para evitar contato com a luz e mantidas a baixas temperaturas (4° a 10°C). Posteriormente, as amostras foram filtradas com um filtro de fibra porosa de 0,45 µm. Utilizou-se acetona 90% como solvente extrativo por 24 horas sob refrigeração. Após a refrigeração as amostras foram centrifugadas durante 20 minutos a aproximadamente 3000 rpm, para posterior leitura a ser realizada em espectrofotômetro, nos comprimentos de onda de 664, 665 e 750 nm, com a acidificação (GALTERMAN; CLYMO; OHNSTAD, 1978). A análise foi realizada no Laboratório de Limnologia e Aquicultura - LLA, da Universidade Regional do Cariri – URCA.

5.6 Índice de Estado Trófico (IET)

A determinação do IET foi obtida segundo equações propostas por Carlson (1977), modificada por Toledo Jr et al. (1983), as quais considera medidas de transparência da água por meio do disco de Secchi (m), a concentração de fósforo total (µg.L-1), a concentração

de ortofosfato ($\mu\text{g.L}^{-1}$), e a concentração de clorofila-*a* ($\mu\text{g.L}^{-1}$). Também utilizou-se o índice de Lamparelli (2004), que considera apenas a clorofila-*a* ($\mu\text{g.L}^{-1}$) e o fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$), conforme proposta da CETESB (2009).

Determinação do IET pelo método modificado por Toledo et al. (1983) Equações 1 a 5:

$$\text{IET (S)} = 10 \times \left[6 - \left(\frac{0,64 + \ln S}{\ln 2} \right) \right] \quad (1)$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times \left[6 - \left(\frac{8,32 / \text{PT}}{\ln 2} \right) \right] \quad (2)$$

$$\text{IET (CLa)} = 10 \times \left\{ 6 - \frac{[2,04 - 0,95 \times (\ln \text{CLa})]}{\ln 2} \right\} \quad (3)$$

$$\text{PO1} = 10 \times \left\{ 6 - \frac{\ln 21,67 / \text{PO}_4}{\ln 2} \right\} \quad (4)$$

$$\text{IETm} = \frac{\text{IET (S)} + 2\{\text{IET (PT)} + \text{IET (CLa)} + \text{IET (PO}_4)\}}{7} \quad (5)$$

onde:

S = profundidade de Secchi em m;

CL = concentração de Clorofila *a* em $\mu\text{g./L}^{-1}$;

ln = logaritmo natural;

PT: concentração de fósforo total na superfície ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

PO₄ : concentração de fosfato inorgânico (ortofosfato) na superfície ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

IETm: índice de estado trófico médio.

Determinação do IET especificado por Lamparelli (2004), Equações 6 a 8:

$$\text{IET CL} = 10 \times 6 - 0,92 - 0,34 \times \ln \text{CL} \ln 2 \quad (6)$$

$$\text{IET PT} = 10 \times 6 - 1,77 - 0,42 \times \ln \text{PT} \ln 2 \quad (7)$$

$$\text{IET} = \text{IET PT} + \text{IET CL} \quad (8)$$

Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em ($\mu\text{g.L}^{-1}$);

ln: logaritmo natural.

Os limites estabelecidos para as diferentes classes de trofia para reservatórios utilizados neste trabalho estão descritos na Tabela 4:

Tabela 4 - Classificação do Estado Trófico (IET) segundo o Índice Carlson, modificado por Toledo Jr. et al. (1984).

CLASSIFICAÇÃO DO ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIOS		
CRITÉRIO	ESTADO TRÓFICO	CLASSES DO IET
< 20	Ultra-oligotrófico	1
21 – 40	Oligotrófico	2
41 – 50	Mesotrófico	3
51 – 60	Eutrófico	4
>61	Hipereutrófico	5

5.7 Análise estatística

Para realizar as análises estatísticas, utilizou-se o *software* BioStat versão 5.3. A normalização dos dados foi verificada por teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Posteriormente, foi criada uma matriz composta com os resultados de cada variável, para uma padronização dos dados, uma vez que cada variável apresenta diferentes unidades de medidas, sendo empregado o método Z-score. Conforme Gotelli e Ellison (2011), esse método permite que todos os dados apresentem valores de tendência central, desvio conservados, média igual a zero (0) e desvio igual a um (1).

A Correlação de Pearson ($p < 0,05$), foi utilizada para avaliar os pares de dados e melhorar a compreensão das relações entre as variáveis e o ambiente. A Análise Hierárquica de Cluster (AHC) foi realizada pelo método Ward para verificar a similaridade através da distância euclidiana (MINGOTI, 2007)

Para avaliar a correlação entre as variáveis originais utilizou-se o teste de Esfericidade de Bartlette ($p < 0,05$). E para avaliar a medida de adequação da amostra utilizou-se o Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ($p > 0,5$), onde posteriormente foi produzida a Análise dos Componentes principais (ACP).

5.8 Normatização do trabalho

Para a normatização do trabalho foram utilizadas as indicações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2018), NBR 6023 de novembro de 2018, para a formatação do trabalho acadêmico e das referências.

O Capítulo 1, intitulado “*Comunidade Fitoplanctônica Associada a Variáveis Limnológicas em um Reservatório de Abastecimento no Semiárido do Nordeste, Brasil*” seguiu as regras de formatação recomendadas pela revista *Acta Limnologica Brasiliensia* (<https://www.scielo.br/journal/alb/about/#instructions>).

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Informação e Documentação - Trabalhos acadêmicos - Apresentação**. Procedimento NBR - 6023, Rio de Janeiro, 2018.
- ALGAEBASE. AlgaeBase. 2022. Disponível em: <https://www.algaebase.org/>. Acesso em 20 out. 2022.
- ALENCAR, S. A.; RODRIGUES, J. L. G.; VIEIRA, R. S.; OLIVEIRA, E. C. C.; SILVA, M. A. P.; LACERDA, S. R.. Microalgas planctônicas (clorofíceas) como bioindicadoras da qualidade da água em reservatório do semiárido cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 18, n. 1, p. 41-51, 2020.
- ALMEIDA, V. L. S.; MELÃO, M. G. G.; MOURA, A. N. Plankton diversity limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 2, p. 537-550, 2012.
- AMORIM, C. A.; LUCAS, F. H. R.; RANGEL, A. J.; NASCIMENTO, K. J.; GÓES, M. I. L.; LACERDA, S. R. Microalgas perifíticas associadas À *Nymphoides indica* (L.) O. KUNTZE em um reservatório do semiárido cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.14, n.1, p. 9-23. 2015.
- ANDRADE, C. M.; MARQUES, L. S. Semiárido brasileiro: alguns desafios. **Diversitas Journal**, v. 2, n. 2, p. 279-288, 2017.
- ARAGÃO-TAVARES, N. K. C.; SEVERIANO, J. S.; MOURA, A. N. Phytoplankton composition of the Itaparica and Xingó reservoirs, São Francisco River, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 616-627, 2015.
- ARAGÃO-TAVARES. N. K. C.; MOURA. A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Planktonic Cyanobacteria forming blooms in reservoirs of northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 662-668, 2013.
- BARROS, M. U. G.; WILSON, A. E.; LEITÃO, J. I.R.; PEREIRA, S.P.; BULEY, R. P.; FERNANDEZ-FIGUEROA, E. G.; NETO, J. C. Fatores ambientais associados à proliferação de cianobactérias tóxicas em 20 reservatórios de água potável em região semiárida do Brasil. **Harmful Algae**, n. 86 p. 128–137. 2019.
- BELÓ, A.; MATHIAS, A. L.; GONTARSKI, C. A. U. Comparison of the physical, chemical and biological parameter magnitudes and cyanobacterial bloom in the alagados reservoir of Ponta Grossa – PR. **Revista Ambiente & Água**. v. 13 n. 3, p. 1-13, 2018.
- BHAVYA, P. S.; KIM, B. K.; JO, N. et al. A Review on the Macromolecular Compositions of Phytoplankton and the Implications for Aquatic Biogeochemistry. **Ocean Science Journal**, v.54, p. 1–14, 2019.
- BIANCHI, E.; DALZIOCHIO, T.; SIMÕES, L. A. R.; RODRIGUES, G. Z. P.; DA SILVA, C. E. M.; GEHLEN, G.; DA SILVA, L. B. Water quality monitoring of the Sinos River Basin, Southern Brazil, using physicochemical and microbiological analysis and

biomarkers in laboratory-exposed fish. **Ecohydrology & Hydrobiology**. v. 19, p. 328-338, 2019.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)**. São Carlos, RiMa, 2005.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Introdução: as algas do Brasil. In: FORZZA, R. C. (org. et al.). **Catálogo de plantas e fungos do Brasil: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro**. v.1. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 2010. p. 49-60. Disponível em: <https://static.scielo.org/scielobooks/z3529/pdf/forzza-9788560035083.pdf>. Acesso em 01 out. 2022.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DIAS, S. N.; MOURA, A. N.; CORDEIRO ARAÚJO, M. K.; DANTAS, Ê. W. Seasonal dynamics of cyanobacteria in a eutrophic reservoir (Arcoverde) in a semi-arid region of Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 72, n. 3, p. 533-544, 2012.

BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto, **Lei nº. 9.795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, n. 79, 28 abr. 1999.

BRASIL, **Resolução CONAMA nº357**, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no Diário Oficial da República Federativa do Brasil. 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016**. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, Acesso em 22 dez. 2022.

BUZELLI, G. M; CUNHA-SANTINO, M. B. Análise e diagnóstico da qualidade da água e estado trófico do reservatório de Barra Bonita, SP. **Revista Ambiente & Água**, v. 8, p. 186-205, 2013.

CALIJURI, M.C.; ALVES, M.S.A.; SANTOS, A.C.A. **Cianobactérias e Cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos, RiMa. 2006.

CÂMARA, F. R. A.; ROCHA, O.; PESSOA, E. K. R.; CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N. T. Morphofunctional changes of phytoplankton community during pluvial anomaly in a tropical reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 628-637, 2015.

CARDOSO, A. S.; MARWELL, D. T. B.; SOBRAL, M. C. M.; MELO, G. L.; CUNHA CASÉ, M. C. C. Análise da presença do fitoplâncton em bacia integrante do Projeto de Integração do Rio São Francisco, região semiárida, Nordeste brasileiro. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.2, p. 261-269, 2017.

CARLSON, R. E. A. A trophic state index for lakes. **Limnology and oceanography**, v. 22, n. 2, p. 361-369, 1977.

CEBALLOS, B. S. O. **Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Microbiologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2008/CETESB**. São Paulo: Série Relatórios-Secretaria de Estado do Meio Ambiente. v. 1, 531p. Relatório anual. 2009.

COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. Qualidade Das Águas Dos Açudes Monitorados Pela COGERH – Campanha de Maio/2020 - Relatório Final. 2020.

COMPÈRE, P. **Algues le la région du Lac Tchad**. Masson, 1977.

CORDEIRO, R. S.; BARBOSA, J. E. L.; LIMA-FILHO, G. Q.; BARBOSA, L. G. Periphytic algae dynamics in lentic ecosystems in the Brazilian semiarid. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 3, p. 495-505, 2017.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; FUENTES, E. V.; ARAGÃO, N. K.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em reservatório de abastecimento público do semiárido brasileiro. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 592-599, 2010.

COSTA, A. R. S.; AMORIM, C. A.; NASCIMENTO, K. J.; DIAS, A. S.; FERREIRA, R. J.; LACERDA, S. R. Caracterização da Comunidade de Microalgas Perifíticas em um Reservatório do Semiárido Cearense. **Caderno de Cultura e Ciência**, v. 14, n. 1, p. 43-54, 2015.

COSTA, M.R.A.; ATTAYDE, J.L.; BECKER, V. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 778, n. 1, p. 75–89, 2015.

DANTAS, Ê. W.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1327-1338, 2011.

DAWSON, D.; VANLANDEGHEM, M. M.; ASQUITH, W. H.; PATIÑO, R. Long-term trends in reservoir water quality and quantity in two major river basins of the Southern Great Plains. **Lake and Reservoir Management**, v. 31, n. 3, p. 254-279, 2015.

ESTEVES, L. M. **Meio ambiente & botânica**. Senac, 2017.

FERNANDES, U. L.; OLIVEIRA, E. C. C.; LACERDA, S. R. Role of macrophyte life forms in driving periphytic microalgal assemblages in a Brazilian reservoir. **Journal of limnology**, v. 75, n. 1, p. 44-51, 2016.

FRANÇA, J. M. B.; WACHHOLS, F.; NETO, J. A. C.; PAULINO, W. D. Comportamento das variáveis qualitativas do açude Pereira de Miranda – Pentecoste/CE, no período de estiagem. **Geociências**, v. 32, n. 4, p. 586-599, 2013.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.funceme.br/>. Acesso em 01 jun. 2022.

GALTERMAN, H. L.; CLYMO, R. R.; OHSTAD, M. A. M. **Methods for physical and chemical analysis of freshw water**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1978.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, Perfil básico municipal: Crato. 2017. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>. Acesso em 01 jun. 2021.

KOMÁREK, J.; AZEVEDO, M. T. P. Geitlerinema unigranulatum, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. **Algological Studies**, v. 99, p. 39-52, 2000.

KOMAREK, J.; FOTT, B. Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. In : PESTALLOZI, G. H.; HEYNIG, H.; MOLLENHAUER, D. **Süßwassersflora Band (1)**. Jena, Gustav Fischer Huber Pestallozi, Jena, p. 1044, 1983.

KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J.; CRONBERG, G. Planktic blue-green algae from lakes in South Scania, Sweden. Part I. Chroococcales. **Algological Studies**, v. 72, p. 13-51, 1994.

LAMPARELLI, M.C. **Grau de trofia em corpos d'água do estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

LIMA, G. R. R.; SOUZA, S. O.; ALENCAR, F. K. M.; ARAÚJO, A. L.; SILVA, F. J. A. O que comunicam os índices de qualidade de água e de estado trófico em um reservatório do semiárido brasileiro?. **Geociências**, v. 39, n. 1, p. 181-190, 2020

LIMA, V. H. M. Cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco: ocorrência e toxicidade. **Holos**, v. 4, n. 33, p. 111-124, 2017.

LIRA, G. A. S. T.; MOURA, A. N.; VILAR, M. C. P.; CORDEIRO-ARAUJO, M. K.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Vertical and temporal variation in phytoplankton assemblages correlated with environmental conditions in the Mundaú reservoir, semi-arid northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 3, p. S093-S102, 2014.

LIRA, G. A.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Phytoplankton abundance, dominance and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 83, n. 4, p. 1313-1326, 2011.

LLOYD, M.; GHELARDI, R. J. A table for calculating the equitability component of species diversity. **Journal An. Ecology**, v. 33, p. 217-225, 1964.

LOBO, E.; LEIGHTON, G. Estructuras comunitárias del fitocenosis planctônicas Del sistemas de desembocaduras de rios y esteros de el zona central de Chile. **Revista Biología Marina**, v. 22, n. 1, p. 1-29, 1986.

LUCAS, F. H. R.; RANGEL-JUNIOR, A.; AMORIM, C. A.; COSTA, A. R. S.; CAVALCANTE, F. C.; Lacerda, S. R. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Rosário/CE. **Caderno de Cultura e Ciência**, v.14, n.2, P. 181-190 2015.

LUND, J. W. G, KIPLING, C.; LECREN, E D. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. **Hydrobiologia** v.11:p.143-170. 1958.

MACHADO, L. S.; SANTOS, L. G.; DOVAL, J. C. L.; POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLO, V. Fatores ambientais relacionados à ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas no reservatório de Guarapiranga, SP, Brasil. **Revista Ambiente Água**, v. 11, n. 4, p. 810-818, 2016.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E. M. 3 ed. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington, DC. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, 1982.

MEDEIROS, L.C.; MATTOS, A.; LURLING, M.; BECKER, V. Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semiarid manmade lake. **Aquatic Ecology**, v. 49, n. 3, p. 293-307, 2015.

MELO-SANTOS, G. L. Utilização e Importância de Microalgas em Diferentes Sistemas. . In: POMPÊO, M.; MACHINI-CARLOS.; LÓPEZ-DOVAL, J. C. **Aspectos da ecotoxicidade em ambientes aquáticos**. São Paulo, Instituto de Biociências – IB/USP, Universidade de São Paulo, p. 248-274, 2022.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte, UFMG. 297p. 2007.

MOLISANI, M. M.; BARROSO, H. S.; BECKER, H.; MOREIRA, M. O. P.; HIJO, C. A. G.; MONTE, T. M.; VASCONCELLOS, G. H. Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.

MOREIRA, M. S. J; MACEDO, C. F. Ocorrência de florações de cianobactérias e consequências para a saúde pública no Nordeste do Brasil. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 46, n. 4, p. 181-192, 2022.

MOURA-FILHO, H. M.; ARAUJO, G. M. Trophic state of the rosary reservoir located in the municipality of Lavras da Mangabeira-CE, northeast semiarid. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e623985761, 2020.

MOURA, A. N.; NASCIMENTO, E. C.; DANTAS, Ê. W. Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco, Brazil. **Revista Biologia Tropical**, v. 60, n. 2, p. 581-597, 2012.

MOURA, A. N.; SEVERIANO, J. S.; TAVARES, N. K. A.; DANTAS, E. W. The role of a cascade of reservoirs and seasonal variation in the phytoplankton structure in a tropical river. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, n. 2, p. 291-298, 2013.

MÜLLER, C. C.; CYBIS, L. F.; RAYA-RODRIGUEZ, M. T. Monitoramento do Fitoplâncton para a Qualidade da Água de Abastecimento Público — Estudo de Caso de Mananciais do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v 17, n.2, p. 203-211, 2012.

NASCIMENTO FILHO, S. L.; FRANÇA, E. J.; MELO JÚNIOR, M.; MOURA, A. N. Interactions between benthic microalgae, nutrients and benthic macroinvertebrates in reservoirs from the semiarid Neotropical region. **Fundamental and Applied Limnology**, v. 192, n. 3, p. 237–254, 2019.

NEWELL, G. E.; NEWELL, R. C. **Marini and Plankton: a practical guide**. London: Hutchuson Educational,. p. 221 1970.

NUNES, S. M.; MÜLLER, L.; SIMIONI, C.; OURIQUES, L. C.; GELESKY, M. A.; FATTORINI, D.; REGOLI, F. Impact of different crystalline forms of nTiO₂ on metabolism and arsenic toxicity in *Limnoperna fortunei*. **Science of the Total Environment**, v. 728, n. 1, p. 1-8, 2020.

OLIVEIRA, C. Y. B.; OLIVEIRA, C. D. L.; ALMEIDA, A. J. G.; GÁLVEZ, A. O.; DANTAS, D. M. Phytoplankton responses to an extreme drought season: A case study at two reservoirs from a semiarid region, Northeastern Brazil. **Journal of Limnology**, v. 78, n. 2, p. 177-185, 2019.

PACHECO, C. H. A; LIMA-NETO, I, E. Effect of artificial circulation on the removal kinetics of cyanobacteria in a hypereutrophic shallow lake. **Journal of Environmental Engineering**, v. 143, n. 12, p. 1-8, 2017.

PARRA, O. O.; GONZALEZ, M.; DELARROSA, V. **Manual taxonômico Del fitoplancton de águas continentales: com especial referência al fitoplâncton de Chile. v. Chlorophyceae. Parte 1: Vovocales, chlorococcales y ulotricales**. Concepción: Editorial Universidad de Concepción, p. 151, 1983.

PEREIRA-JÚNIOR, A.; MORALES, G. P.; JESUS, E. S.; SILVA, P. D. A. As diatomáceas como bioindicadoras da qualidade da água na região norte do Brasil. In: In book: **Biodiversidade e meio ambiente**. Publisher: Editora da Universidade do Estado do Pará – EDUEPA, p.60-93

PESSOA, E. K. R.; LIMA, P. L. S. C.; NASCIMENTO, W. S.; CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N. T. Variações temporais dos parâmetros limnológicos, os grupos frequentes e índices biológicos da comunidade fitoplanctônica do açude Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 2, p. 59-64, 2017.

PICCIN-SANTOS, V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Toxic Cyanobacteria in Four Brazilian Water Supply Reservoirs. **Journal of Environmental Protection**, v. 3, n.1, p. 68-73, 2012.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western Great Lakes Area: With an illustrated key to the Genera of Desmids and Fresh water Diatoms.** Iowa. Wm. C. Brown Company Publishers., p. 300, 1962.

RANGEL JUNIOR, A.; SANTOS, R. H. L.; NASCIMENTO, K. J.; RANGEL, A. J.; CAVALCANTE, F. C.; GÓES, M. I. L.; LACERDA, S. R. Composição de cyanobacteria planctônicas em um reservatório de abastecimento público, Ceará, Brasil. **Revista Desafios**, v. 05, n. 01, p. 100-110. 2018.

REGO, A. H. G.; RANGEL-JÚNIOR, A.; COSTA, A. S. Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. **Brazilian Journal Biology**, v. 80, n. 1, p.1-11, 2020.

REVIERS, B. **Biologia e filogenia das algas.** Porto Alegre: Artmed, p. 280, 2006.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of phytoplankton.** Cambridge University Press, 2006.

ROCHA, S. M. G.; MESQUITA, J. B. F.; LIMA NETO, I. E. Análise e Modelagem das Relações entre Nutrientes e Fitoplâncton em Reservatórios do Ceará. **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, v. 1, n. 54, p. 134-147, 2019.

ROUND, F. E.; CRAWNFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology & morphology of the genera.** New York: Cambridge University Press, p. 747, 1992.

SALINAS, C. E. T.; OLIVEIRA, V. P. V.; BRITO, L.; FERREIRA, A. V.; ARAÚJO, J. C. Social impacts of a large-dam construction: the case of castanhão, Brazil. **Water International**, v. 44, n. 8, p. 871-885, 2019.

SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; SILVA, D. Comunidade Fitoplanctônica de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo. In: ESTEVES, K.E.; SANT'ANNA, C.L. **Pesqueiros sob uma Visão Integrada de Meio Ambiente, Saúde Pública e Manejo.** São Carlos: Rima. p. 49-62, 2006.

SANT'ANNA, C. L.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. **Hoehnea**, v. 24, n. 1 p. 67-86, 1997.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.; AGUIJARO, L.F., CARVALHO, M. C.; CARVALHO, L.R.; SOUZA, R.C.R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras.** Rio de Janeiro: Inter ciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, 2006.

SANTANA, A. C.; FREITAS, D. A. F. Educação ambiental para a conscientização quanto ao uso da água. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 28, p. 178-188, 2012.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará (Açude Thomas Osterne de Alencar, Crato). 2015. Disponível em: http://atlas.srh.ce.gov.br/infra-estrutura/acudes/detalhaCaracteristicasTecnicas.php?cd_acude=34&. Acesso em 01 set. 2022.

SEVERIANO, J. S.; AMARAL, C. B.; DINIZ, A. S.; MOURA, A. N. Species-specific response of phytoplankton to zooplankton grazing in tropical eutrophic reservoirs. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 33, p. e17, 2021.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication**. University of Illinois Press, Urbana.1963.

SILVA, A. P. C.; COSTA, I. A. S. Biomonitoring ecological status of two reservoirs of the Brazilian semi-arid using phytoplankton assemblages (Q index). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 1, p. 1-14, 2015.

SILVA, D. C. V. R.; QUEIROZ, L. G.; ALAMINO, D. A.; FERNANDES, J. G.; SILVA, S. C.; PAIVA, T. C. B.; POMPEO, M. L. M. Avaliação da eficiência de um índice de estado trófico na determinação da qualidade da água de reservatórios para abastecimento público. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.23, n.4, p. 627-636, 2018.

SILVA, E. M. S.; GOMES, C. T. S.; RAMOS, C. P. S.; BRICIO, S. M. L. Ocorrência de Cianobactérias no Reservatório de Mundaú, no Estado de Pernambuco, no Período de Janeiro de 2010 a novembro de 2011. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 1, n. 3, p. 35-42, 2013.

SILVA, H. B.; SILVA, C.E. Qualidade da água de um parque urbano em Teresina, PI. **Revista Brasileira de Geografia e Física**, v. 13, n. 05, 2020.

SILVA, L. N.; MEDEIROS, C.M.; CAVALCANTE, K.P.; CARDOSO, L. S. Invasion and establishment of *Ceratium furcoides* (Dinophyceae) in an urban lake in Porto Alegre, RS, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.33, n.4, p. 654-663, 2019.

SILVA, N. N. ; SILVA, G. L. C.; JAHYNY, B. J. B. Considerações sobre o fitoplâncton do submédio Rio São Francisco: grupos funcionais de reynolds (GFR) e implicações para os múltiplos usos da água. In: OIVEIRA, A. M. C. **Ciências Biológicas: Gênese na formação multidisciplinar**. Editora Atena, 1 ed, p. 236-250. 2022.

SILVA-CUNHA, M. G. G.; ESKINAZI-LEÇA, E. **Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco**. Recife: SUDENE,1990.

SINGH, G.; PATIDAR, S. K. Water quality restoration by harvesting mixed culture microalgae using *Moringa oleifera*. **Water Environment Research**, v. 92, n. 9, p. 1268-1282, 2020.

SONOBE, H. G.; LAMPARELLI, M. C.; CUNHA, D. G. F. Avaliação espacial e temporal de aspectos sanitários de reservatórios com captação de água para abastecimento em SP com ênfase em cianobactérias e cianotoxinas. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 24 n. 5, p. 909-918, 2019.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A Importância da Qualidade da Água e os seus Múltiplos Usos: Caso Rio Almada, Sul da

Bahia, Brasil. **REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA**, Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 26-45, 2014.

SOUZA, M. C.; CROSSETTI, L. O.; BECKER, V. Effects of temperature increase and nutrient enrichment on phytoplankton functional groups in a Brazilian semi-arid reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 30, 2015.

SRH, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <<http://www.atlas.srh.ce.gov.br>>, acesso em junho de 2021.

STREBLE, H.; KRAUTER, D. **Atlas de los microorganismos de agua dulce**. Barcelona: ed. Ômega, p. 340, 1987.

TESTER, P. A. ; LITAKER, R. W.; BERDALET, E. Climate change and harmful benthic microalgae. **Harmful Algae**, v. 91, n. 1, p. 1-27, 2020.

TOLEDO JUNIOR, A. P.; TALARICO, M.; CHINEZ, S. J.; AGUDO, E. G. A. **A aplicação de modelos simplificados para a avaliação e processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais**. In: Anais do 12º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais... Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. p. 1-34, 1984.

TONETTA, D.; PETRUCIO, M. M.; LAUDARIS-SILVA, R. Temporal variation in phytoplankton community in a freshwater coastal lake of Southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 25, n. 1, p. 99-110, 2013.

TORREMORELL, A.; HEGOBURU, C.; BRANDIMARTE, A. L.; RODRIGUES, E. H. C.; POMPEO, M.; DA SILVA, S. C.; NAVARRO, E. Current and future threats for ecological quality management of South American freshwater ecosystems. **Inland Waters**, v. 11, n. 2, p. 125–140. 2021.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; MALONE, C.F.S.; WERNER, V.R.; ROSINI, E.F.; GAMA, W.A.; HENTSCHKE, G.S.; OSTI, J.A.S.; DIAS, A.S. JACINAVICIUS, F.R.; & SANTOS, K. R. S. **Atlas de Cianobactérias e Microalgas de Águas Continentais Brasileiras**. Publicação eletrônica, Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficologia. 2019.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Promoting the integration of Engineering, Ecology and Limnology: the Ecohydrological approach applied to Amazon reservoir construction. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 290-291, 2015.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI-MATSUMURA, T. The Lobo-Broa Ecosystem Research. In: **Limnology in Brazil**, Brazilian Academy of Sciences, v.1, n. 1, p. 219-244. 1995.

UHELINGER V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. **Arch Sciencie**, v.17, p. 121-123. 1964.

UTERMÖHL H. Zur Vervollkommung der quantativen phytoplankton-methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte. **Limnologie**, v. 9, n. 2, p. 1-38. 1958.

VANDERLEI, K. C. S. Processo de degradação do Córrego Itaim no bairro de Itaim Paulista, em São Paulo. **Revista Desenvolvimento Intelectual**, v. 2, n. 2, p. 153-165, 2021.

VASCONCELOS, J. F.; BARBOSA, J. E. L.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: Ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. **Boletim da Sociedade Brasileira de Limnologia**, v. 39, n. 2, p. 1-20, 2011.

VIEIRA, R. S.; NASCIMENTO, K. J.; OLIVEIRA, E. C. C.; RICARTE, E. M. F.; NASCIMENTO, G. M. S.; SILVA, C. O.; SILVA, M. A. P.; LACERDA, S. R. Ocorrência de cianobactérias em um reservatório de abastecimento público do semiárido cearense. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 84352-84363, 2020.

VIEIRA, R. S.; RICARTE, E. M. F.; OLIVEIRA, N. M.; RODRIGUES, J. L. G.; Elaine OLIVEIRA, E. C. C.; GÓES, M. I. L.; SILVA, T. A.; LACERDA, S. R. Composição do fitoplâncton em reservatório de abastecimento no semiárido nordestino. **Brazilian Journal of Development**. v.7, n. 7, p.65397-65414, 2021.

XAVIER, M. B. Criptógamas do Parque Estadual das fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 5: Euglenophyceae (Euglenaceae pigmentadas). **Hoehnea**, v. 21, n. 1/2, p. 47–73, 1994.

ZANCO, B. F.; PINEDA, A.; BORTOLINI, J. C.; JATI, S.; RODRIGUES, L. C. Phytoplankton functional groups indicators of environmental conditions in floodplain rivers and lakes of the Paraná Basin. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 29, n. 1, p. 111-119, 2017.

ZHAN, J.; ZHANG, Q.; QIN, M.; HONG, Y. Selection and characterization of eight freshwater green algae strains for synchronous water purification and lipid production. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, v. 10, n. 3, p. 548–558. 2016.

ZHANG, L.; THOMAS, S.; MITSCH, W. J. Design of real-time and long-term hydrologic and water quality wetland monitoring stations in South Florida, USA. **Ecological Engineering. Part B**, v. 108, p. 446-455, 2017.

CAPÍTULO I

**ESTE ARTIGO FOI SUBMETIDO A REVISTA ACTA LIMNOLOGICA
BRASILIENSIA - QUALIS B2 (BIODIVERSIDADE)**

CAPÍTULO 1: Comunidade Fitoplanctônica Associada a Variáveis Limnológicas em um Reservatório de Abastecimento no Semiárido do Nordeste, Brasil

Phytoplankton Community Associated with Limnological Variables in a Supply Reservoir in the Semiarid Northeast, Brazil

Gabriel Messias da Silva Nascimento^{1*}, Naara Costa Vasques Landim², Natalia Marco de Oliveira², Joice Layanne Guimarães Rodrigues², Elaine Cristina Conceição de Oliveira², Hênio do Nascimento Melo Júnior³, Tâmara de Almeida e Silva⁴, Sírléis Rodrigues Lacerda²

1 Programa de Pós-graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, Universidade Regional do Cariri-URCA/ Laboratório de Botânica/ Rua Coronel Antônio Luiz, n. 1161, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63100000.

2 Laboratório de Botânica / Universidade Regional do Cariri (URCA)/ Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) /Rua Coronel Antônio Luiz, n. 1161, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63100000.

3 Laboratório de Limnologia e Aquicultura / Universidade Regional do Cariri (URCA)/ Departamento de Ciências Biológicas (DCBio) /Rua Coronel Antônio Luiz, n. 1161, Crato, Ceará, Brasil. CEP: 63100000.

4 Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação - *Campus VIII*. Rua da Gangorra, 503, Paulo Afonso, BA – Brasil. CEP: 48600-000

Resumo: Objetivo: O presente estudo teve como objetivo caracterizar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica e sua relação com as variáveis ambientais. **Métodos:** O ambiente de estudo foi o Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, localizado no Município de Crato, Ceará, Brasil, em dois períodos sazonais (seco e chuvoso) demarcados de acordo com o clima da região. As amostras foram coletadas mensalmente de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023, em três pontos amostrais. Para análise da composição foram realizados arrastos superficiais com rede de plâncton de 20 µm e para análise quantitativa foi utilizada garrafa de Van Dorn. A identificação e quantificação do fitoplâncton se deu por meio de microscopia óptica. Valores de temperaturas do ar e da água, pH, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica foram obtidos em campo, e os de clorofila-a e Índice de Estado Trófico – IET em laboratório. **Resultados:** O fitoplâncton esteve representado por 68 táxons, distribuídos em 12 classes, 25 ordens, 35 famílias e 47 gêneros. As classes Bacillariophyceae, Cyanophyceae e Chlorophyceae foram as mais representativas. Das espécies identificadas, foram dominantes: *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West (Cyanophyceae), *Epitemia zebra* (Ehrenberg) Kützing (Bacillariophyceae), *Peridinium gatunense* Nygaard (Dinophyceae), *Botryococcus neglectus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan (Trebouxyophyceae) e *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko (Euglenophyceae). Através da estatística, pode-se

inferir que os fatores ambientes foram influenciados principalmente pela sazonalidade, ao longo do ciclo anual. **Conclusões:** No geral, os valores das variáveis ambientais estiveram de acordo com o recomendado pelos órgãos ambientais. Entretanto, dominância de grupos potencialmente tóxicos indicam que o ambiente vem sofrendo modificações em sua estrutura, tornando-se necessária medidas de monitoramento que melhor garantam a qualidade da água.

Palavras-chave: Fitoplâncton. Variáveis limnológicas. Ecossistema aquático. Sazonalidade.

Abstract: Objective: This study aimed to characterize the dynamics of the phytoplankton community and its relationship with environmental variables. **Methods:** The study site was the Thomaz Osterne de Alencar Water Reservoir, located in Crato City, Ceará, Brazil, during two seasonal periods (dry and rainy), established according to the climate of the region. Samples were collected monthly from February 2022 to January 2023, at three sampling areas in the site. For composition analysis, surface trawling was carried out using a plankton net of 20 μm , and for quantitative analysis, a Van Dorn bottle was used. The identification and quantification of phytoplankton was performed using optical microscopy. Values for air and water temperatures, pH, total dissolved solids, and electrical conductivity were recorded at the site, and those for chlorophyll-*a* and Trophic State Index – TSI in the laboratory. **Results:** the phytoplankton was represented by 68 taxa, distributed in 12 classes, 25 orders, 35 families, and 47 genera. The classes Bacillariophyceae, Cyanophyceae, and Chlorophyceae were the most representative. Among the identified species, were dominant: *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West (Cyanophyceae), (Ehrenberg) Kützing (Bacillariophyceae), *Peridinium gatunense* Nygaard (Dinophyceae), *Botryococcus neglectus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan (Trebouxyophyceae) and *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko (Euglenophyceae). Based on the statistical analysis, we could infer that the environmental factors were mainly influenced by seasonality, throughout the annual cycle. **Conclusions:** Overall, the values of the environmental variables were in line with what was recommended by the environmental agencies. However, the dominance of potentially toxic groups indicates that the environment has been facing changes in its structure, making it necessary a better monitor to guarantee the water quality in this reservoir.

Keywords: Phytoplankton, Limnological variables, Aquatic ecosystem, Seasonality.

1. Introdução

Os recursos hídricos são importantes para a manutenção da vida no planeta, uma vez que são utilizados para diversas finalidades, como por exemplo, utilização na agricultura e pecuária, além de atividades recreativas (Silva et al., 2022). A água representa um recurso valioso para o semiárido do Nordeste do Brasil, pelo fato da região se caracterizar por irregularidade temporal na distribuição das chuvas e evapotranspiração acentuada, que somada a ações antrópicas, afetam a qualidade hídrica (Rego et al., 2020; Moreira et al. 2021).

Dentre os organismos presentes nesses ecossistemas aquáticos, encontra-se a comunidade fitoplanctônica, que têm uma fundamental importância pelo fato de responderem as rápidas alterações nos corpos d'água (Bhavya et al. 2019). Além disso, é interessante analisar a riqueza e a distribuição da abundância de espécies fitoplanctônica, pois fornecem informações essenciais sobre a estrutura e composição da comunidade em relação à disponibilidade de recursos e à variabilidade ambiental nas biotas aquáticas (Borics et al., 2020). Neste sentido, esses organismos são considerados importantes indicadores de alterações antrópicas, como a eutrofização artificial e podem servir de base para variados estudos sobre a qualidade da água (Oliveira et al. 2020).

Nessa perspectiva, estudar a comunidade fitoplanctônica, especialmente no que tange a presenças de cianobactérias em reservatórios é de fundamental importância, visto que várias espécies desses organismos apresentam potencial tóxico e as florações dificultam a entrada de luz no ambiente, e conseqüentemente, prejudicam outros organismos presentes nesse habitat (Gradissimo et al. 2020).

Sendo assim, a análise da concentração de clorofila-*a* é importante, pois é uma das variáveis utilizadas para verificar a biomassa algal e também indicativo do estado trófico (Cetesb, 2020). O Índice de Estado Trófico -IET pode ser representado por nutrientes alóctones e características de cada reservatório como o tempo de residência da água, e serve como base para controle da eutrofização e qualidade hídrica, classificando os corpos d'água em diferentes graus de trofia (Cotovicz et al., 2017).

Nesse contexto, é necessário que haja a preservação e monitoramento da qualidade hídrica, principalmente para o consumo humano, por meio da avaliação das variáveis limnológicas, através das características químicas, físicas e biológicas do ecossistema. Dessa forma, é importante o uso de técnicas que avaliem as mudanças das variações no tempo e espaço (Brito et al., 2019).

Diante do exposto, com este estudo objetivou-se caracterizar os organismos da comunidade fitoplanctônica (cianobactérias e microalgas) em um ciclo anual, em um reservatório de abastecimento público, no semiárido do Nordeste do Brasil. Concomitantemente, busca-se entender a dinâmica do fitoplâncton em dois períodos sazonais (seco e chuvoso), bem como avaliar a qualidade da água do reservatório através das variáveis limnológicas, concentração de clorofila-*a* e Índice de Estado Trófico-IET.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área selecionada para estudo foi o Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, também denominado açude Umari ($7^{\circ}5'25''$ S; $39^{\circ}29'10''$ O), localizado no Distrito de Monte Alverne, Município de Crato, estado do Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 1). Possui uma pluviosidade média anual de 1.091 mm, temperaturas anuais entre 24°C e 26°C e tem período chuvoso entre janeiro e maio, período seco entre junho e novembro e período pré-chuvoso em dezembro (Funceme, 2022; Ipece, 2022).

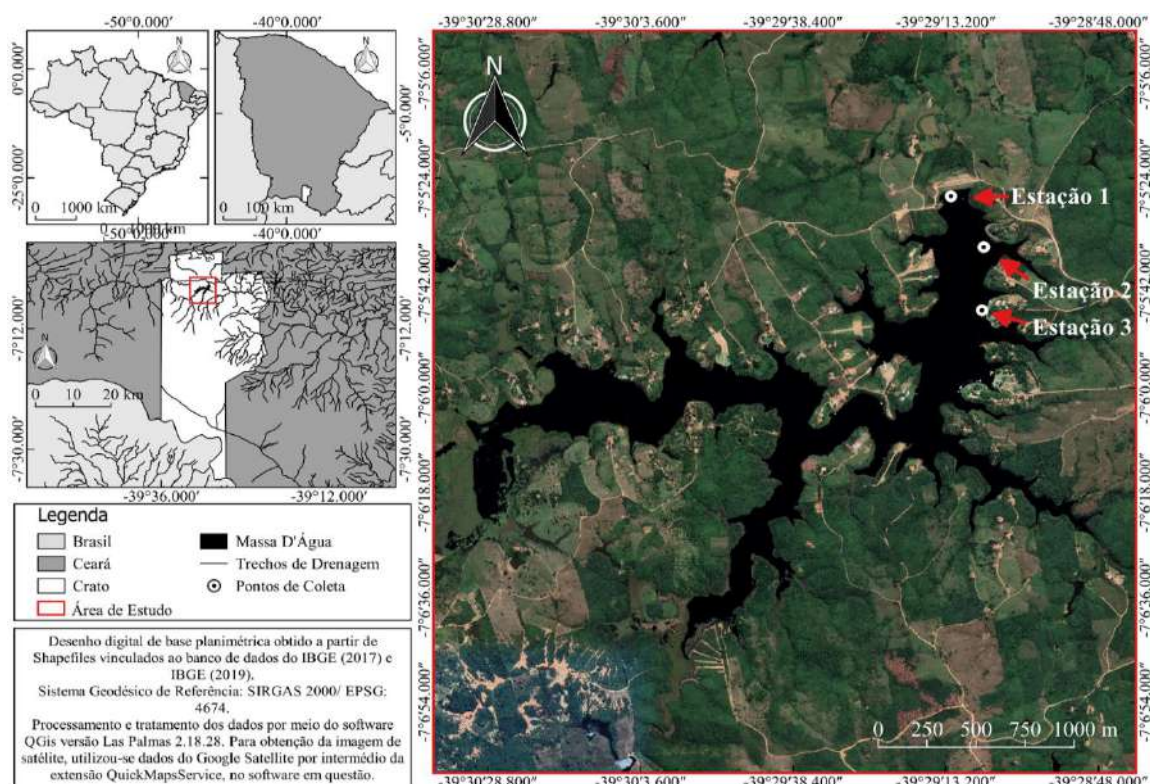


Figura 1. Localização do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.

Fonte: Dados do IBGE (2017) e IBGE (2019).

2.2 Coleta e Tratamento dos Dados

As coletas foram realizadas mensalmente durante o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023, abrangendo os períodos seco e chuvoso, que foram demarcados de acordo com o clima da região com base nos dados disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Naturais – FUNCEME (2022/2023). Foi escolhido três estações amostrais: Estação 1 (7° 5'27.10" S; 39°29'12.32" O), Estação 2 (7° 5'35.83" S; 39°29'6.92" O) e Estação 3 (7° 5'46.68" S; 39°29'7.20" O).

2.3 Análise do Fitoplâncton

Para coleta do fitoplâncton e posterior análise qualitativa, utilizou-se arrastos usando rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm utilizando canoa e duração média de 20 minutos por arrasto. As amostras foram acondicionadas em frascos de polietileno de 500 ml e preservadas com formol a 4% (Newell & Newell, 1970; Ana, 2022).

Em relação as análises quantitativas, foram coletados, aproximadamente, 500 mL de água de cada ponto de coleta com auxílio da garrafa do tipo Van Dorn, sendo preservadas em lugol acético na proporção de 1:100, para posterior análise.

2.3.1 Análise qualitativa do fitoplâncton

A identificação taxonômica consistiu-se na identificação dos táxons em nível genérico e/ou infragenérico a partir de lâminas semipermanentes, para o exame morfológico dos organismos presentes utilizando-se microscópio óptico Motic BA310, com ocular micrometrada. Em seguida, examinou-se uma quantidade de lâminas suficiente para avaliar uma população de 100 indivíduos de cada táxon para cada amostra. A identificação e sistematização dos táxons baseou-se em bibliografia especializada, incluindo Komárková-Legnerová e Cronberg (1994), Komárek e Azevedo (2000), Bicudo e Menezes (2006) e Tucci et al. (2019).

2.3.2 Análise quantitativa do fitoplâncton

Para a análise da densidade do fitoplâncton, seguiu-se o seguinte procedimento: as amostras foram homogeneizadas e colocadas para sedimentação em câmaras de 2 mL, durante 6 horas, conforme recomendações de Lund et al. (1958). A contagem foi realizada com o auxílio do microscópio invertido modelo Zeiss Axiovert 40 CFL com aumento de 400 vezes. Realizou-se a contagem dos indivíduos por meio de campos aleatórios, com o auxílio do retículo de Whipple (Uhelinger, 1964; Sant'anna et al. 2006) e o total de campos variou entre as amostras e o limite de contagem de pelo menos 100 indivíduos da espécie dominante. Foi utilizado o método descrito por Utermöhl (1958), onde os resultados são apresentados em células por Litro, de acordo com a fórmula de Weber (1973).

A análise de riqueza de espécies foi baseada no número de táxons infragenéricos por amostra. A frequência de ocorrência foi determinada em porcentagem, conforme recomendações de Mateucci e Colma (1982). A dominância e abundância de espécies foi determinada de acordo com Lobo e Leighton (1986), bem como a densidade média da amostra foi calculada dividindo-se o valor da densidade total pela riqueza de espécie encontradas na amostra. Por fim, foram calculados os índices de diversidade e equitabilidade conforme os ensinamentos de Shannon e Weaver (1963) e Lloyd e Ghelardi (1964) respectivamente.

2.4 Variáveis climatológicas e limnológicas

Os dados de pluviosidade e o volume do reservatório foram extraídos do banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme, 2022). Já as variáveis limnológicas, analisada *in situ*, foram os seguintes: Temperatura da água, Temperatura do ar, pH, Condutividade elétrica, Sólidos totais dissolvidos, e Transparência da água (Disco de Secchi). Para a determinação da Zona Eufótica multiplicou-se o fator de conversão 2,7 pelo valor da transparência, conforme Cole (1994).

2.5 Análise da clorofila-a

Foi analisado a concentração de clorofila-a a partir da amostra em cada ponto amostral, onde as amostras de cada mês foram submetidas à espectroscopia, utilizando a metodologia de Galterman et al. (1978).

2.6 Índice de Estado Trófico (IET)

Para a determinação do Índice de Estado Trófico (IET) aplicou-se o índice proposto por Carlson (1977), considerando as medidas de transparência da água por meio do disco de Secchi (m), e a concentração de clorofila-*a* ($\mu\text{g.L}^{-1}$).

2.7 Análise Estatística

Para realizar as análises estatísticas, utilizou-se o *software* BioStat versão 5.3. A normalização dos dados foi verificada por teste de Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$). Posteriormente, foi criada uma matriz composta com os resultados de cada variável, para uma padronização dos dados, uma vez que cada variável apresenta diferentes unidades de medidas, sendo empregado o método Z-score. Conforme Gotelli e Ellison (2011), esse método utilizado permite que todos os dados apresentem valores de tendência central, desvio conservados, média igual a zero (0) e desvio igual a um (1).

A Correlação de Pearson ($p < 0,05$), foi utilizada para avaliar os pares dos dados e melhorar a compreensão das relações entre as variáveis e o ambiente. A Análise Hierárquica de Cluster (AHC) foi realizada pelo método Ward para verificar a similaridade através da distância euclidiana (Mingoti, 2007)

Para avaliar a correlação entre as variáveis originais utilizou-se o teste de Esfericidade de Bartlette ($p < 0,05$) e para avaliar a medida de adequação da amostra utilizou-se o Teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ($p > 0,5$), onde posteriormente foi produzida a Análise dos Componentes principais (ACP).

3. Resultados

3.1 Comunidade Fitoplanctônica

O estudo da comunidade fitoplanctônica do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, abrangendo os períodos sazonais, esteve representado por 68 táxons, distribuídos em 12 classes, 25 ordens, 35 famílias e 47 gêneros (APÊNDICE A).

A análise sazonal mostrou que dos 68 táxons identificados, 52 estiveram presentes no período chuvoso e 53 estiveram presentes no período seco. Em relação ao total de táxons, 36 foram comuns a ambos os períodos, enquanto, 17 foram exclusivos para o período chuvoso e 15 no período seco.

Em termos de espécies, as classes mais representativas foram Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Cyanophyceae, com 15 espécies cada (22%), seguida por Euglenophyceae com seis espécies (9%) e Trebouxiophyceae e Zignematophyceae com quatro espécies cada (6%).

A densidade fitoplânctônica variou entre o valor mínimo de 320 Cel.mL⁻¹ em outubro/2022 (período seco) observado na Estação 3 e valor máximo de 935 Cel.mL⁻¹ em junho/2022 (período seco). Considerando todos os períodos, em média, a Estação 1 apresentou 621,92±160,62 Cel.mL⁻¹. A Estação 2 registou 599,50±233,93 Cel.mL⁻¹ e observou-se na Estação 3 uma densidade de 525,72±121,79 Cel.mL⁻¹ (Figura 2).

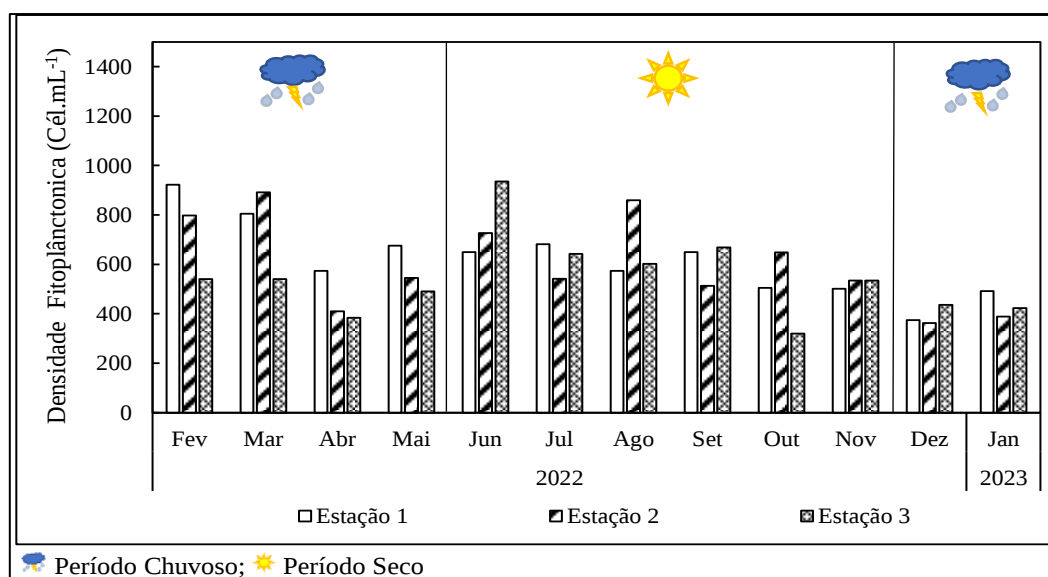


Figura 2. Densidade total do fitoplâncton no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil, durante o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023,

Em termos de porcentagem, a maior densidade total de espécies foi atribuída às classes Cyanophyceae (36%) e Dinophyceae (24%) (Figura 3). Foi observado que as classes Cyanophyceae e Dinophyceae também foram as que obtiveram táxons dominantes neste estudo.

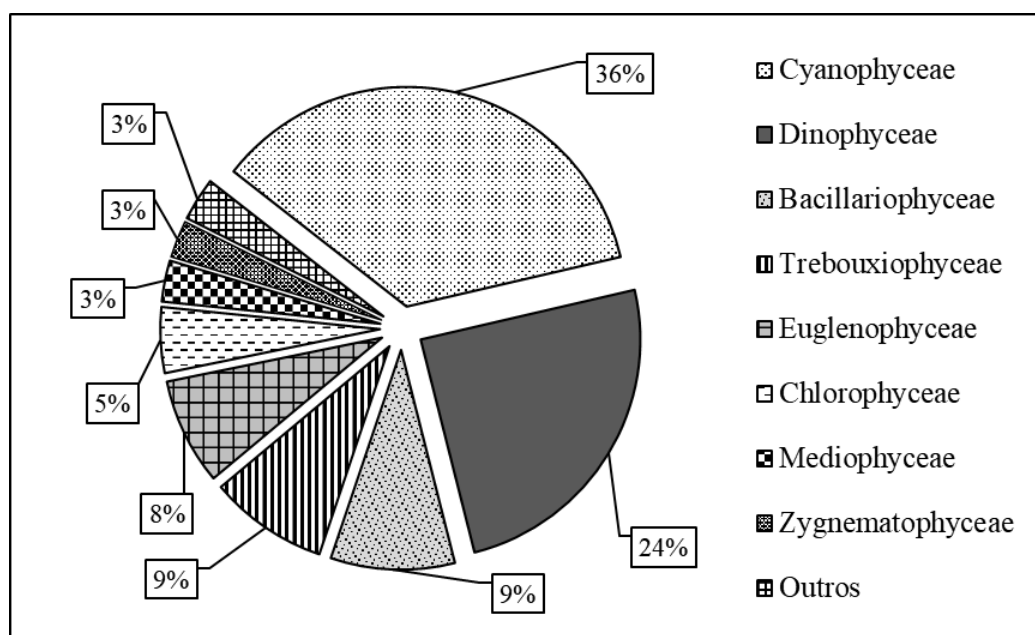


Figura 3. Distribuição percentual dos táxons pelas divisões algais identificadas no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE.

3.2 Espécies Dominantes e Abundantes

Dentre os 68 táxons registrados no reservatório, cinco foram considerados dominantes, dentre eles destacando-se: *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West (Cyanophyceae), que dominou nos três pontos amostrais (Estações 1, 2 e 3) na maior parte do tempo estudado; *Epitemia zebra* (Ehrenberg) Kützing (Bacillariophyceae) na Estação 3 em maio/22; *Peridinium gatunense* Nygaard (Dinophyceae) dominante na Estação 1 em junho/22 e julho; *Botryococcus neglectus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan (Trebouxiophyceae) foi dominante na Estação 2 em setembro/22 e *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko (Euglenophyceae) na Estação 2 em julho/22.

Em relação as espécies abundantes, cuja ocorrência foi superior ao valor médio de organismos por amostra, foram identificados 25 táxons, distribuídos nas famílias Bacillariophyceae (cinco spp.), incluindo *Amphora* sp., *Eunotia minor* (Kützing) Grunow, *Navicula radiosa* Kützing, *Navicula* sp. e *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg; Chlorophyceae (cinco spp.), incluindo *Coenochloris fottii* (Hindák) P.M.Tsarenko, *Coenochloris pyrenoidosa* Korshikov, *Coenochloris* sp., *Eutetramorus tetrasporum* Komárek e *Radiococcus planktonicus* J.W8.G.Lund; Trebouxiophyceae (4 spp.), incluindo *Botryococcus neglectus* (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan, *Botryococcus protuberans* West & G.S.West, *Botryococcus* sp e *Oocystis lacustres*

Chodat; Cyanophyceae (três spp.), incluindo *Aphanocapsa delicatissima* West & G.S.West, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, e *Spirulina subsalsa* Oersted ex Gomont; Euglenophyceae (duas spp.), incluindo *Trachelomonas* sp e *Trachelomonas volvocinopsis* Svirenko; Dinophyceae (duas spp.), incluindo *Peridinium gatunense* Nygaard e *Peridinium* sp; Cryptophyceae, Klebsormidiophyceae, Mediophyceae e Zygnematophyceae (uma espécie cada), incluindo *Cryptomonas marsonii* Skuja, *Elakatothrix gelatinosa* Wille, *Cyclotella meneghiniana* Kützing e *Closterium* sp., respectivamente.

3.3 Frequência de Ocorrência

Em relação a frequência de ocorrência das espécies, apenas cinco táxons foram classificados como Muito Frequentes (7%), 15 Frequentes (21%), 34 Pouco Frequentes (49%) e 16 Esporádicos (23%). As espécies *Aphanocapsa delicatissima* e *Peridinium gatunense* tiveram 100% de ocorrência. Apenas os táxons identificados como Muito Frequentes e Frequentes encontram-se na Figura 4.

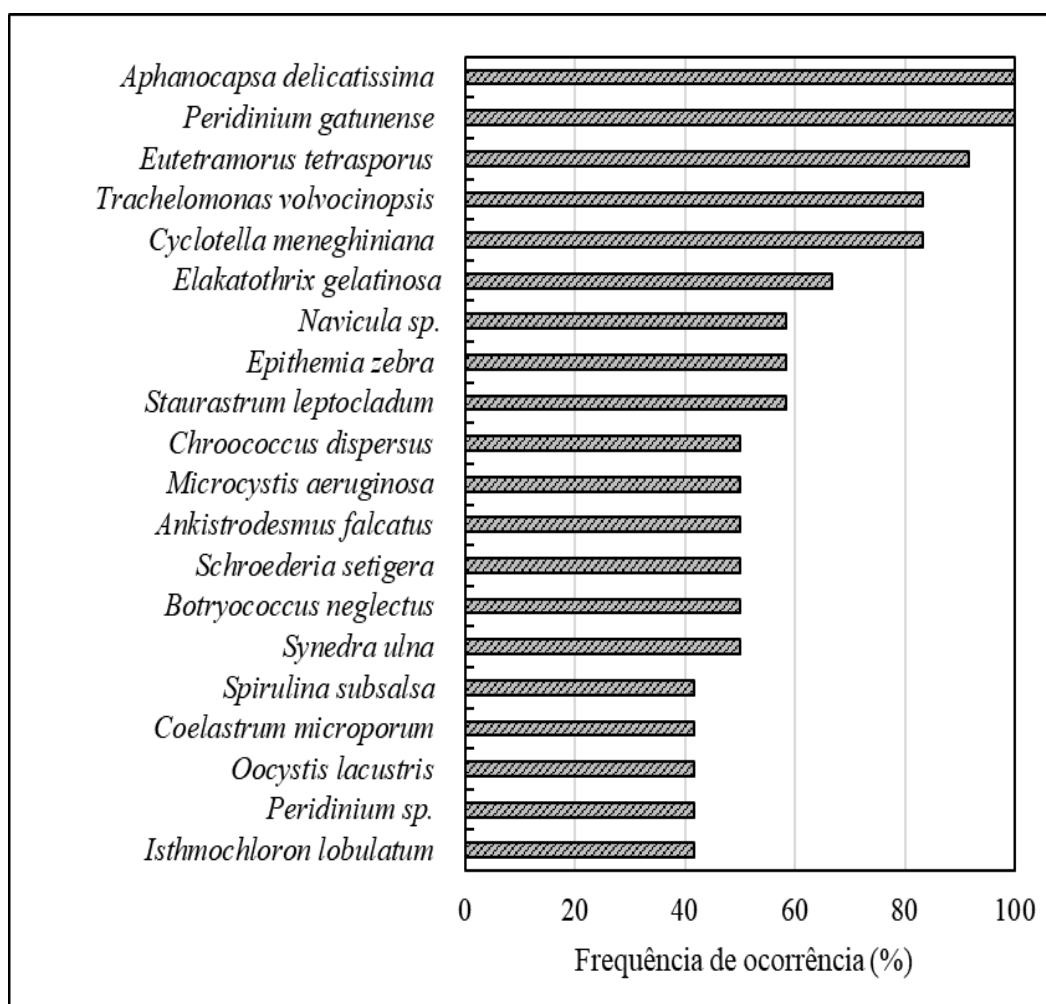


Figura 4. Frequência de ocorrência dos táxons considerados como muito frequentes e frequentes durante o período de estudo no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE.

3.4 Diversidade e Equitabilidade

A diversidade variou ao longo dos períodos, apresentando quatro meses com média diversidade e oito meses com baixa diversidade. Os valores para o Índice de diversidade variaram de 1,39 bits.cel⁻¹ em julho/22 (período seco) a 2,38 bits.cel⁻¹ em março/22 (período chuvoso). De modo geral, tanto no período seco quanto no período chuvoso a baixa diversidade foi prevalente. Em relação ao índice de Equitabilidade, verificou-se que houve variação entre 0,51 (valor mínimo) em abril/22 e julho/22 ambos na Estação 2, abrangendo os períodos seco e chuvoso e 0,73 (valor máximo) em janeiro/23 também na Estação 2 (Figura 5). Sendo assim, através dos dados verifica-se que a equitabilidade foi considerada significativa e alta, representado uma distribuição uniforme das espécies nas amostras.

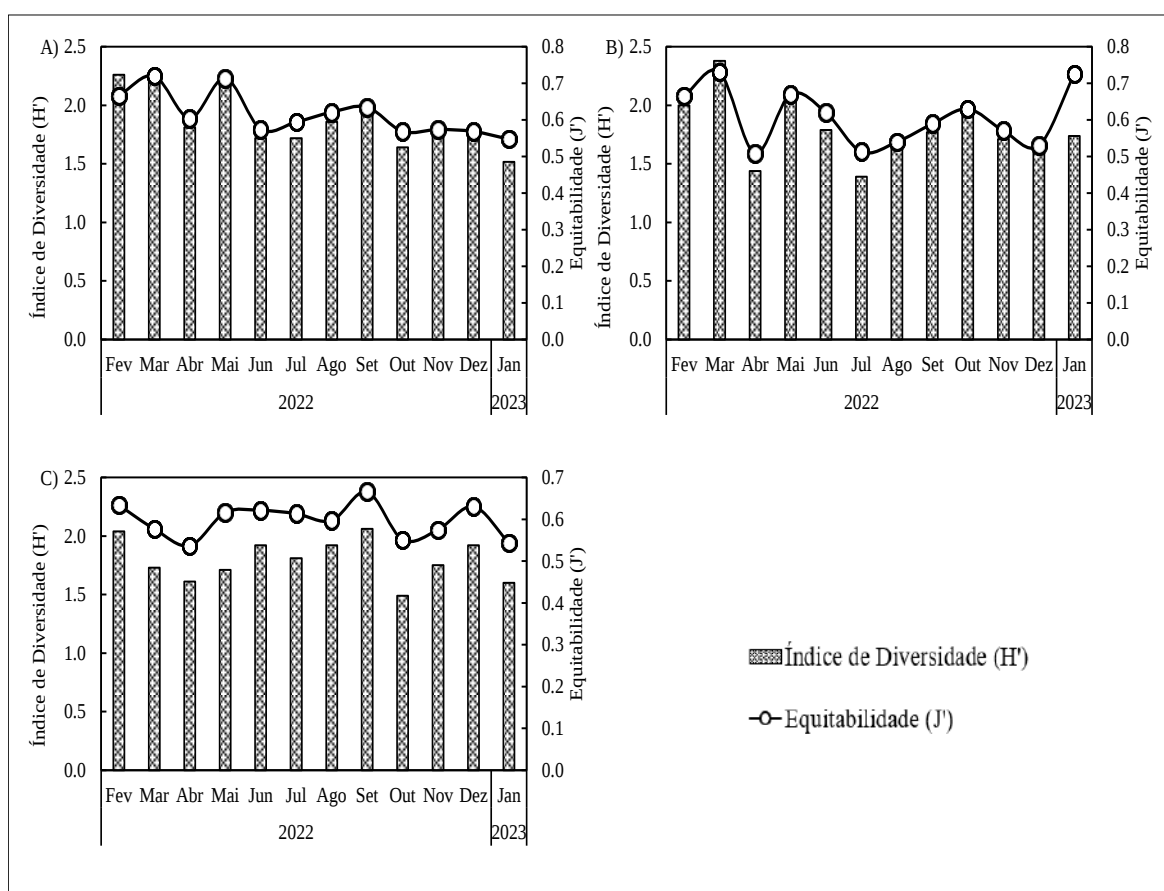


Figura 5. Índice de Diversidade e Equitabilidade da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, durante o período anual entre fev/22 a jan/23. Legenda: A- Estação 1, B: Estação 2 e C: Estação 3.

3.5 Caracterização Ambiental do Reservatório

A partir da análise dos resultados obtidos no reservatório, considerando os períodos seco e chuvoso, percebeu-se que as condições ambientais apresentaram variação durante o período de estudo. Os valores referentes as variáveis ambientais encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Valores mínimo, médio, desvio padrão ($\pm$) e máximo das variáveis ambientais do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.

VARIÁVEL AMBIENTAL	PERÍODO CHUVOSO			PERÍODO SECO		
	MIN	MAX	MÉDIA $\pm$ D.P	MIN	MAX	MÉDIA $\pm$ D.P
Precipitação (mm)	62,3	390,6	179,8 $\pm$ 127,40	4,3	135,6	52,4 $\pm$ 56,90
Temperatura da água (°C)	27,8	30,2	28,49 $\pm$ 0,74	23	28,2	26,41 $\pm$ 1,47
Temperatura do ar (°C)	27	32,1	28,75 $\pm$ 1,57	23,1	30	26,60 $\pm$ 2,20
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,64	8,05	7,49 $\pm$ 0,38	6,3	8,2	7,38 $\pm$ 0,54
Condutividade elétrica (mS/cm)	176	286	214,22 $\pm$ 33,34	162	207	187,94 $\pm$ 12,44
Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	88	150	107,33 $\pm$ 17,53	81	103	94,00 $\pm$ 6,19
Transparência (m)	1,7	2	1,86 $\pm$ 0,12	0,88	2,02	1,74 $\pm$ 0,33
Zona Eufótica (m)	4,59	5,4	5,03 $\pm$ 0,33	2,38	5,45	4,70 $\pm$ 0,89
Clorofila- <i>a</i>	0.89	27.62	12.65 $\pm$ 10.16	0.89	90.26	31.03 $\pm$ 33.81

Observou-se que no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar foi registrado o maior valor pluviométrico em março/2022 (período chuvoso) apresentando 390,6 mm, valor maior que a normal climatológica prevista para o mês que é 246,3 mm. O menor valor pluviométrico ocorreu em agosto/22 (período seco) sendo registrado 4,3 mm, valor maior que a normal climatológica prevista para o mês que é de 1,9 mm (Figura 6). Em média, o período chuvoso registrou 179,8 mm ($\pm$ 127,40), enquanto que o período seco a precipitação média foi de 52,4 mm ($\pm$ 56,90).

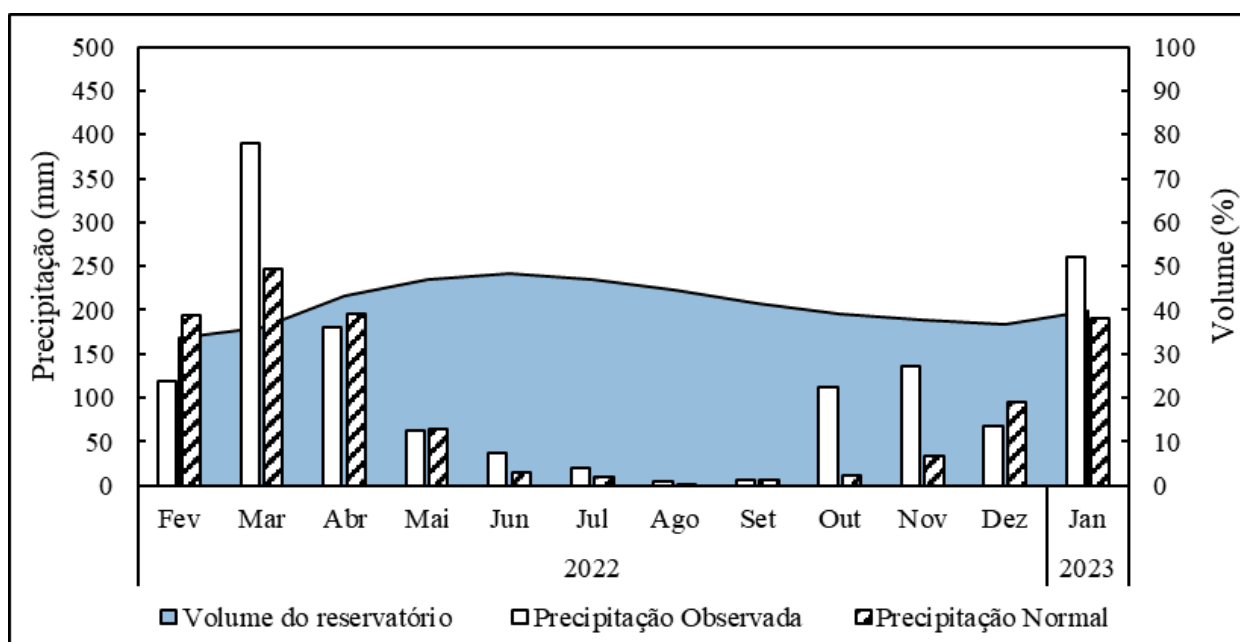


Figura 6. Variação no volume do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar e precipitações normal e observada em Crato, CE, durante o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023.

A temperatura da água variou com mínima de 23 °C (Estação 2), em julho/22 e com máxima de 30,2°C (Estação 1) em fevereiro/22. Apresentou média de 28,49°C ($\pm 0,74$) durante o período chuvoso e 26,41°C ($\pm 1,47$) durante o período seco. Os valores variaram significativamente ao longo dos períodos sazonais ($H = 0.0441$; $p = 0.9782$).

Já a temperatura do ar variou com mínima de 23,1°C (Estação 2) em julho/22 e máxima de 32,1°C na Estação 3 em fevereiro/22. Apresentando média de 28,75°C ($\pm 1,57$) no período chuvoso e 26,60°C ($\pm 2,20$) no período seco. Houve variações significativas ao longo dos períodos ($H = 0.1316$; $p = 0.9363$).

Em relação ao pH, verificou-se que o reservatório variou entre alcalino e ácido, a neutralidade constante, sendo a variação entre 6,3 (Estação 3) em julho/22 (Estação 1) 8,2 em junho/22, com média de 7,49 ($\pm 0,38$) no período chuvoso e 7,38 ($\pm 0,54$) no período seco. Os resultados de pH apresentaram diferenças significativas entre os pontos ($H = 3.8692$; $p = 0.1445$).

A condutividade elétrica esteve mais elevada durante o período chuvoso, apresentando o valor máximo de 286 mS.cm⁻¹ (Estação 1) em fevereiro/2022 e o valor mínimo de 162 mS.cm⁻¹ no período seco (Estação 2) em julho/22. A condutividade elétrica não variou significativamente durante a sazonalidade ($H = 0.8660$; $p = 0.6486$). Para os sólidos totais dissolvidos, verificou-se o mesmo padrão da condutividade elétrica, verificando-se os maiores valores durante o período chuvoso com média de 100,67 mg.L⁻¹ ($\pm 14,61$), apresentando diferenças estatísticas significativas ($H = 0.6347$; $p = 0.7281$).

A transparência da água obteve valor médio de 1,86 m ($\pm 0,12$) no período chuvoso e 1,74 m ($\pm 0,33$) no seco. Houve variação significativa ao longo dos períodos sazonais ($H = 0.0088$; $p = 0.9956$). A zona eufótica esteve entre 4,59 e 5,4 m no período chuvoso e 2,38 e 5,45m no período seco, com médias de 5,03 m ($\pm 0,33$) e 4,7 m ($\pm 0,89$) nos períodos chuvoso e seco, respectivamente. Os valores da zona eufótica variaram significativamente ($H = 0.0088$; $p = 0.9956$).

Em relação a clorofila-a, foi observado um valor mínimo de $0,89 \mu\text{g.L}^{-1}$ no período chuvoso (Estação 3) e o mesmo valor no período seco (Estação 1), com valor máximo de $90.26 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Estação 3) durante o período seco. Foi observado uma média de $12.65 \mu\text{g.L}^{-1}$ (± 10.16) no período chuvoso e $31.03 \mu\text{g.L}^{-1}$ (± 33.81) no período seco. Os valores de clorofila-a não apresentaram diferenças significativas durante a sazonalidade ($H = 1.3930$; $p = 0.4983$).

3.6 Índice de Estado Trófico – IET

Os valores registrados no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar variaram de oligotrófico a hipereutrófico com a maioria dos valores sendo de águas mesotróficas. Abrangendo todos os períodos, o IET apresentou média de $50,89 \pm 12,38$ sendo classificado como eutrófico. Resultados variaram significativamente entre o período analisado ($H = 0,4635$; $p = 0,7931$). Em relação ao IET-Transparência (Secchi) verificou-se que apresentou média de $42,77 \pm 2,91$, apresentando diferenças significativas ao longo da sazonalidade ($H = 0,0088$; $p = 0,9956$). Os resultados do IET-clorofila classificam o reservatório como mesotrófico.

3.7 Análise Hierárquica de Cluster

A partir da análise de agrupamentos, pode-se perceber uma forte associação entre os grupos de variáveis ambientais. O primeiro grupo esteve associado a profundidade da água do reservatório, sendo eles: IET-Secchi, transparência e a zona eufótica. O segundo grupo estava dividido em dois subgrupos, sendo o primeiro subgrupo associado as variáveis físicas das condições ambientais, onde observou-se que houve maior proximidade: temperatura (água e ar), condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos. o segundo subgrupo esteve relacionado com as variações biológicas, associadas à comunidade fitoplanctônica, onde inclui a clorofila-a, bem como o IET-clorofila, a

densidade, diversidade e equitabilidade, mostrando também associação ao pH. O gráfico da análise hierárquica é o observado na figura 7.

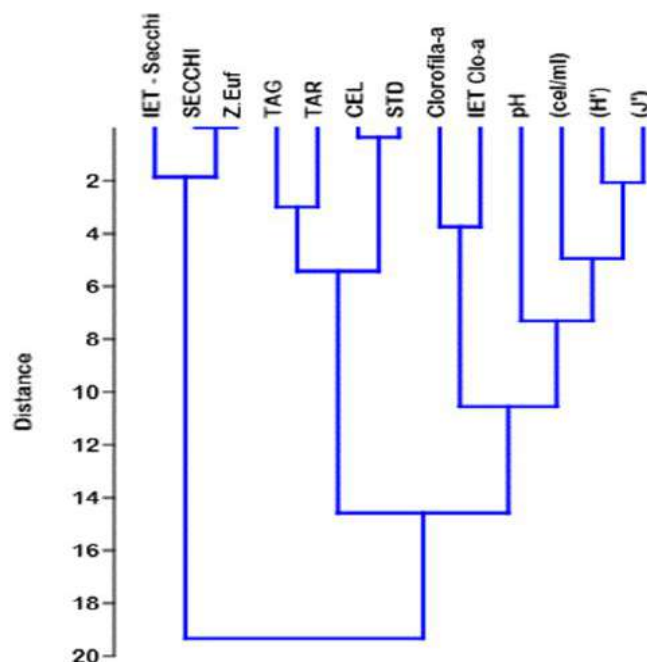


Figura 7. Análise hierárquica de agrupamento das variáveis ambientais estudadas. Legenda: IET-Secchi: Índice de Estado Trófico da Transparência da águas; Secchi: Transparência da Água; Z.Euf: Zona Eutrófica; TAG: Temperatura da água; TAR: Temperatura do ar; CEL: Condutividade elétrica; STD: Sólidos Totais Dissolvidos; Clo-a: Clorofila-a; IET-Clo-a: Índice de Estado Trófico da Clorofila-a; pH: Potencial de hidrogênio; Cel/ml: Densidade do fitoplâncton; H': Índice de Diversidade e J': Equitabilidade.

3.8 Correlação de Pearson

A matriz de correlação mostrou grande correlação entre as variáveis climáticas, limnológicas e biológicas, conforme observado na figura 8.

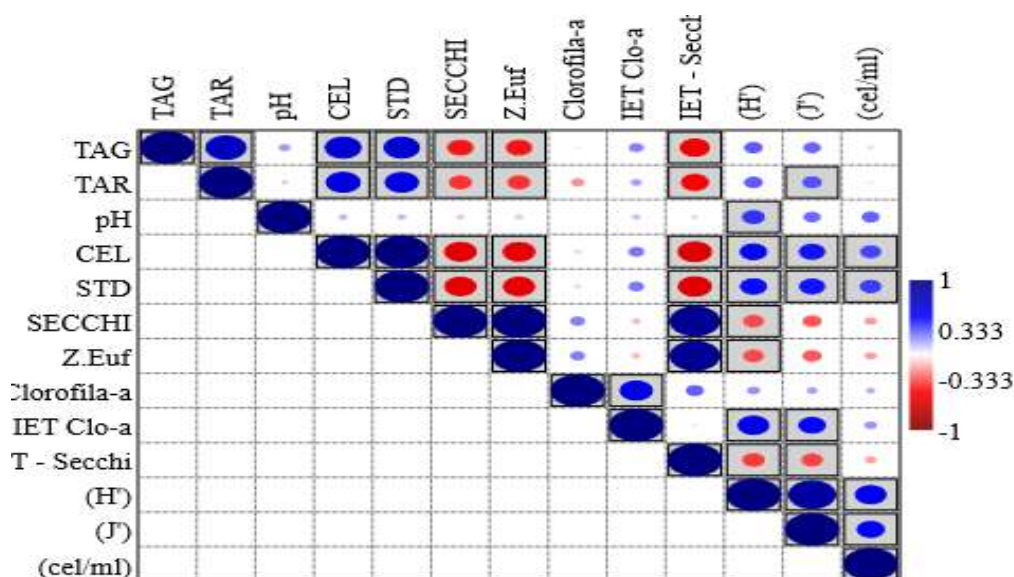


Figura 8. Resultados das matrizes de correlação de Pearson para o reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil. Legenda: TAG: Temperatura da água; TAR: Temperatura do ar; pH: Potencial de hidrogênio; CEL: Condutividade elétrica; STD: Sólidos Totais Dissolvidos; Secchi: Transparência da Água; Z.Euf: Zona Eutrófica; Clo-a: Clorofila-a; IET Clo-a: Índice do Estado Trófico da Clorofila-a; IET-Secchi: Índice de Estado Trófico da Transparência da Água; H': Índice de Diversidade e J': Equitabilidade e Cel/ml: Densidade do Fitoplâncton.

As correlações estatisticamente significativas, diretamente proporcionais e com valores de r-Pearson classificados entre alta (0.7 a 0.9) e moderadas (0.5 a 0.7) foram observadas nas interrelações entre IET-Secchi e Transparência (Secchi) (<0.01 e 0.93); IET-Secchi e Z.Euf (<0.01 e 0.93); (J') e (H') (<0.01 e 0.88); TAR e TAG (<0.01 e 0.75); CEL e TAG (<0.01 e 0.67); STD e TAG (<0.01 e 0.66); CEL e TAR (<0.01 e 0.63) e (H') e IET-Clo-a.

3.9 Análise dos Componentes Principais (ACP)

Os dois primeiros eixos da Análise dos Componentes Principais (ACP) explicaram 61,19 % da variação dos dados, sendo 40,45 % pelo 1º eixo e 20,74 % pelo 2º eixo, cuja projeção das variáveis no espaço pode ser observada pela Figura 9.

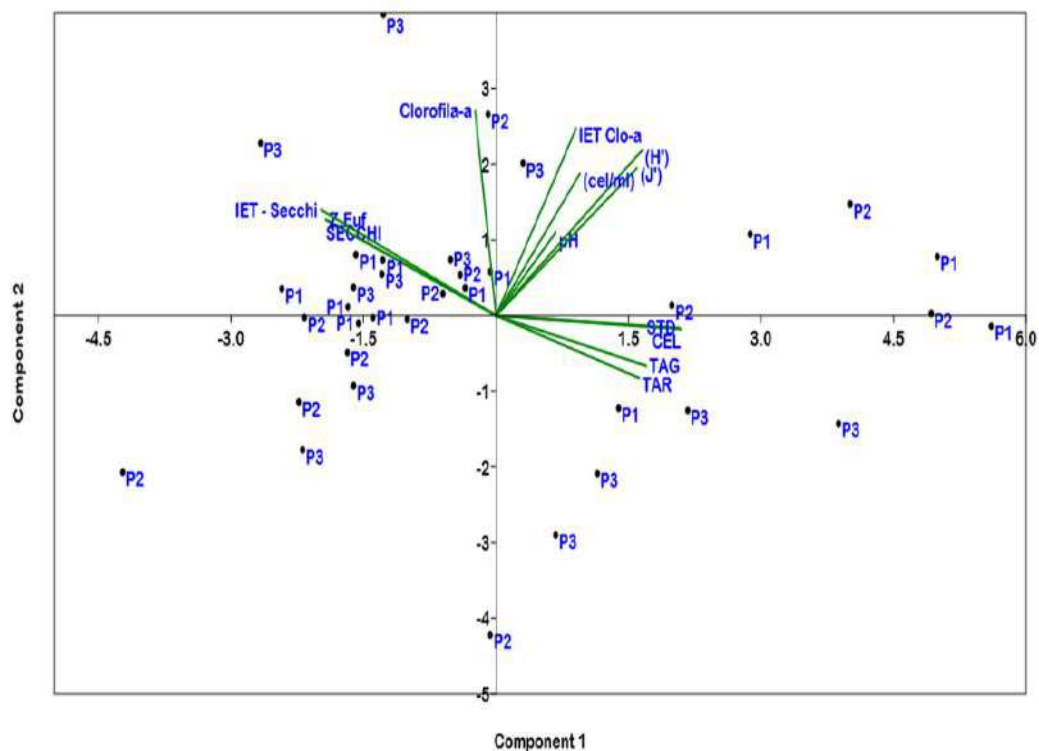


Figura 9. Gráfico da Análise dos Componentes Principais (ACP) do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato, Ceará, Brasil.

A ACP mostrou que as principais variáveis com associação positiva para o CP1 foram as temperaturas da água e do ar, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, clorofila-a, IET-clorofila e os dados fitoplanctônicos (diversidade, equitabilidade e densidade). Verificou-se correlação inversa com os dados de transparência, zona eufótica e IET-Secchi.

No CP2 verificou-se uma correlação direta com o pH, transparência, zona eufótica, clorofila-a, IET-clorofila e IET-secchi. Observa-se correlação negativa com a temperatura da água, do ar, condutividade elétrica e sólidos totais dissolvidos.

4. Discussão

Na composição da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, as classes Bacillariophyceae, Cyanophyceae e Chlorophyceae foram as mais representativas em número de espécies, as quais são comumente registradas em reservatórios de mesma natureza, como nos estudos realizados no Nordeste brasileiro, por Severiano et al. (2021) e Vieira et al. (2021).

De acordo com Kutlu et al. (2020) a ocorrência de diatomáceas em maior representatividade indica sua capacidade de adaptação às mudanças ambientais. Para Vieira et al. (2020), as cianobactérias representam o grupo mais importante em termos de interesse sanitário, pois apresentam gêneros potencialmente tóxicos. Já em relação as clorofíceas, Franceschini et al. (2010) e Vieira et al. (2021) afirmam que esses organismos dominam ambientes variados e estão bem distribuídos nas águas continentais brasileiras.

A dominância de *A. delicatissima* corrobora com outros estudos em reservatórios no Nordeste brasileiro, como os trabalhos de Rego et al. (2020), Vieira et al. (2021) e Lucena-Silva et al. (2022). De acordo com Bicudo e Menezes (2006) esse táxon se caracteriza por ser comumente encontrado em ambientes ricos em nutrientes e segundo Reynolds (2006), são tolerantes a altas temperaturas.

A espécie *P. gatunense* foi dominante em meses considerados secos, o que confirma estudos de Lopes, Bicudo e Ferragut (2005) e Oda e Bicudo (2006) que enfatizam que esse táxon se apresenta melhor durante a estação seca, que é caracterizado por estratificação temporária, constante circulação diária e valores maiores de pH. Esses fatores também foram verificados durante a dominância deste dinoflagelado no reservatório do presente estudo. Em reservatórios brasileiros foi registrada em outros estudos (Nishimura et al., 2014; Baptista; Nixdorf, 2014).

Em relação as espécies abundantes no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, verificou-se que apresentam ampla distribuição, sendo consideradas cosmopolitas. As classes que mais se destacaram são frequentemente observadas em corpos hídricos do Nordeste Brasileiro com grande riqueza de nutrientes e propícios para o fenômeno da eutrofização, conforme observado em trabalhos de Cruz et al. (2018), Rego et al. (2020), Oliveira et al. (2020) e Vieira et al. (2021). A frequência de ocorrência de *A. delicatissima* e *P. gatunense* foi de 100% durante a pesquisa. De acordo com Sant'Anna et al. (2004) no Brasil foram encontradas espécies produtoras de microcistina no gênero *Aphanocapsa*, servindo de alerta para um potencial risco de intoxicação para águas destinadas ao consumo humano, atividades recreativas e pesca (Harke et al., 2016).

Ki e Han (2008) afirmam que a presença do gênero *Peridinium* é indicativo de condições de mesotrofia no ecossistema aquático e as mudanças estruturais do reservatório podem ser apontadas como um dos principais fatores que levam a redução da biodiversidade neste ambiente.

Em relação a diversidade, Pessoa et al. (2017) afirmam que as condições ambientais de trofia favorecem um menor número de espécies oportunistas e competitivas

que variam na dominância da comunidade, ocasionando um baixo valor para os índices de diversidade. De acordo com Câmara et al. (2015), as alterações na diversidade de espécies são resultantes da variabilidade dos fatores abióticos de longo a curto prazo de tempo.

Para Stocker et al. (2017) quanto maior for a equitabilidade de uma comunidade menor será a dominância. Resultados semelhantes foram encontrados por Cruz et al. (2018) em um reservatório mesotrófico e por Moura et al. (2019) em um reservatório eutrófico.

Apesar do Município de Crato-CE apresentar estações de chuva e de seca bem definidas, com longos períodos de seca e curtos períodos de chuva, observou-se que durante o ano de 2022 foi atípico, onde ocorreu precipitações durante o período seco acima na normal climatológica prevista para o período. Para Vidal e Capelo Neto (2014), o aumento da precipitação influencia a quantidade de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos, influenciando na atividade fotossintética e atua na dinâmica e funcionamento do sistema em função do aporte de nutrientes e material particulado, causando alterações físicas e químicas na água.

Foi observado que o reservatório esteve dentro na neutralidade. Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA 357/2005, os valores adequados para o pH em águas doces devem estar entre 6,0 e 9,0. Essas condições possibilitam que os organismos se desenvolvam adequadamente. Valores semelhantes foram encontrados em outros estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido (Amorim; Moura, 2020; Braga; Becker, 2020).

A Resolução do CONAMA 357/05 não estabelece valores para condutividade elétrica, entretanto, de acordo com a Agência Nacional das Águas, ANA (2022), valores maiores que 100 $\mu\text{S.cm}^{-1}$ indicam ambientes impactados. Os valores da condutividade elétrica foram altos em todos os períodos de coleta, indicando assim que houve alterações no ambiente.

Os sólidos totais dissolvidos estiveram com os maiores valores durante o período chuvoso. De acordo com Alves et al. (2016) esse é um padrão observado em ecossistemas aquáticos localizados no semiárido nordestino, devido ao escoamento superficial transportando material lixiviado para dentro do ambiente. Os valores estiveram de acordo com o recomendado pela resolução do CONAMA, em que não sejam superiores a 500 mg.L^{-1} .

De acordo com Escalas et al. (2019) a diminuição do nível da água em reservatórios associada ao aumento das chuvas durante o período seco, proporcionam a diminuição da transparência e da zona eufótica. Esse fato pode ser observado no presente estudo.

De acordo com Marino (2017), a mensuração da concentração de clorofila-*a* é uma das formas de estimar a variação da biomassa fitoplanctônica em geral, bem como avaliar a frequência de monitoramento da presença de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos. A Resolução do CONAMA 357/05 indica que o valor adequado de clorofila-*a* para ambientes de água onde haja pesca ou cultivo de organismos seja de $30 \mu\text{g.L}^{-1}$, esse valor só esteve acima do padrão permitido apenas em outubro/22 (Estação 3), onde foi verificado um valor de $74,84 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Em relação aos valores dos Índices de Estado Trófico verificou-se resultados semelhantes encontrados por Cruz et al. (2018). Para Medeiros et al. (2015), ecossistemas com longos períodos de estiagem estão propensos a terem seu estado trófico aumentado para condições mesotróficas a eutróficas.

Na Análise Hierárquica de Cluster observou-se uma associação entre as variáveis biológicas (densidade fitoplanctônica) com o pH. De acordo com Machado et al (2019) essa associação pode ser explicada pelo fato de que variações no pH modificam o metabolismo do fitoplâncton.

Confirmando resultados observados por Oliveira e Bicudo (2018), em um ambiente de mesma natureza, a Correlação de Pearson indicou uma forte relação entre a distribuição das espécies e as variáveis limnológicas.

A partir dos resultados das análises estatísticas, pode-se também observar que os fatores ambientais foram influenciados principalmente pela sazonalidade, ao longo do ciclo anual, o que corrobora com os trabalhos de Vieira et al. (2015).

5. Conclusão

No geral, o Reservatório Thomaz Osterne de Alencar esteve com as variáveis ambientais dentro do recomendado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente. Entretanto, a dominância de espécies de cianobactérias como a *Aphanocapsa delicatissima* serviram de alerta, pelo fato do gênero *Aphanocapsa* ser potencial produtor de microcistina.

Apesar da análise do Índice de Estado Trófico indicar mesotrofia para o Reservatório, observou-se que alguns táxons apresentam preferências ecológicas por ambientes eutrofizados. Desta forma, há indícios de que o ambiente vem sofrendo modificações em sua estrutura, tornando-se necessárias medidas de monitoramento que melhor garantam a qualidade da água, visto que esse reservatório é utilizado pela população para múltiplos usos, tais como o abastecimento, dessedentação animal, pesca e lazer.

Referências

- Amorim, C. A., & Moura, A. N. 2020. Effects of the manipulation of submerged macrophytes, large zooplankton, and nutrients on a cyanobacterial bloom: A mesocosm study in a tropical shallow reservoir. *Environmental Pollution*, 265, 114997. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114997>
- Alves, W. S., Silva, P. B., & Júnior, H. D. N. M. 2016. Variação sazonal da qualidade da água em pesque pague do semiárido cearense. *Cadernos de Cultura e Ciência*, 15(1), 93-103.
- Baptista, M. G., & Nixdorf, B. 2014. Low disturbances favor steady state: case of cyanobacterial monodominance in a Brazilian coastal lagoon. *Inland Waters*, 4(2), 243-254. doi:10.5268/iw-4.2.648.
- Bhavya, P. S., Bo Yeon Kim, Jo, N., Kim, K.-W., Kang, J. H., Jae Sung Lee, Lee, D., Lee, J.-H., Joo, H., So Yoon Ahn, Kim, Y., Min, J.-O., Kang, M. H., Mi Ran Yun, Kang, C.-K., & Sang Yup Lee. 2019. A Review on the Macromolecular Compositions of Phytoplankton and the Implications for Aquatic Biogeochemistry. *Ocean Science Journal*, 54(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s12601-018-0061-8>.
- Bicudo, C. E. M., & Menezes, M. 2006. Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições). São Carlos: RiMa.

- Borics, G., Abonyi, A., Salmaso, N., & Ptacnik, R. 2020. Freshwater phytoplankton diversity: models, drivers and implications for ecosystem properties. *Hydrobiologia*, 848(1), 53–75. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04332-9>.
- Braga, G. G. & Becker, V. 2020. Influence of water volume reduction on the phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake: A comparison of two morphofunctional approaches. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 92(1). 1-17. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181102>
- Brasil. Agência Nacional de águas – ANA, 2022. Reservatórios do semiárido brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação [online]. Disponível em 2022, 19 de julho, em <http://pnqa.ana.gov.br/rede-nacional-rede-monitoramento.aspx>
- Brito, A. P. M., Santos, I. M. M., Silva, R. M., Sousa, P. H. G. O. 2019. Espacialização da rede de efluentes despejada no rio Pacoti, trecho Redenção e análise da qualidade da água. *Revista Eletrônica do PRODEMA*, 13(1), 124–143. <https://doi.org/10.22411/rede2019.1301.11>
- Carlson, R. E. (1977). A trophic state index for lakes1. *Limnology and Oceanography*, 22(2), 361–369. <https://doi.org/10.4319/lo.1977.22.2.0361>
- Câmara, F. R. A., Rocha, O., Pessoa, E. K. R., Chellappa, S., & Chellappa, N. T. 2015. Morphofunctional changes of phytoplankton community during pluvial anomaly in a tropical reservoir. *Brazilian Journal of Biology*, 75, 628-637. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.19513>
- Cotovicz, L.C., Knoppers, B.A., Brandini, N., Poirier, D, Santos, S. J. C., Cordeiro, R. C., & Abril, G. 2018. Predominance of phytoplankton-derived dissolved and particulate organic carbon in a highly eutrophic tropical coastal embayment (Guanabara Bay, Rio de Janeiro, Brazil). *Biogeochemistry* 137, 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10533-017-0405-y>

- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB. 2020. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo. São Paulo. Disponível em 2023, 01 de fevereiro, em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios>.
- Chellappa, N. T., & Costa, M. A. M. 2003. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecologica*, 24, S3–S10. doi:10.1016/s1146-609x(03)00005-5
- Cole, G. A. 1994. Textbook of limnology. 4. Ed. Prospect Heights, Illinois: Waveland Press Inc.
- Cruz, P. S., Silva, R. D. D. S., Oliveira, D. A. de, Viana, L. G., Silva, D. D. L., & Barbosa, J. E. D. L. 2018. Dinâmica do fitoplâncton e evolução trófica de reservatório no Semiárido brasileiro. *Revista Verde de Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável*, 13(4), 495. <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5629>
- Escalas, A., Catherine, A., Maloufi, S., Cellamare, M., Hamlaoui, S., Yéprémian, C., Louvard, C., Troussellier, M., & Bernard, C. 2019. Drivers and ecological consequences of dominance in periurban phytoplankton communities using networks approaches. *Water Research*, 163, 114893. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114893>
- Ferreita-Neto, C., Alves, W. S., Melo-Júnior, H. N. 2017. Dieta do Tucunaré *Cichla monoculus* Agassiz, 1831- Açude Thomaz Osterne de Alencar- Semiárido Cearense. *Cadernos de Cultura e Ciência*. <https://doi.org/10.14295/cad.cult.cienc.v16i1.1466>
- Franceschini, I. M., Burliga, A. L., De Reviers, B., Prado, J. F., & Rezig, S. H. 2010. Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica. Artmed Editora.
- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME. 2022. Calendário de chuvas do Estado do Ceará. Disponível em 2022, 03 de junho, em <http://funceme.br/app-calendario/mes/municipios/maxima/2022/1>

- Golterman, H. L. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh water. 2nd ed. Blackwell.
- Gradíssimo, D. G., Mourão, M. M., & Santos, A. V. 2020. Importância do Monitoramento de Cianobactérias e Suas Toxinas em Águas Para Consumo Humano. *Revista Brasileira de Criminalística*, 9(2), 15–21. <https://doi.org/10.15260/rbc.v9i2.276>
- Harke, M. J., Steffen, M. M., Gobler, C. J., Otten, T. G., Wilhelm, S. W., Wood, S. A., & Paerl, H. W. 2016. A review of the global ecology, genomics, and biogeography of the toxic cyanobacterium, *Microcystis* spp. *Harmful Algae*, 54, 4–20. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.12.007>
- Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. 2017. Perfil básico municipal:Crato. Disponível em 2021, 03 de junho, em <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/module/perfil-municipal.xhtml>
- Ki, J.-S., & Han, M.-S. 2008. New Record of the Freshwater Dinoflagellate *Peridinium umbonatum* Stein (Dinophyceae) from Togyo Reservoir, Korea. *Algae*, 23(2), 115–118. <https://doi.org/10.4490/algae.2008.23.2.115>
- Komárek, J., Azevedo, M. T. P. 2000. *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. *Algological Studies/Archiv Für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, 99, 39–52. https://doi.org/10.1127/algol_stud/99/2000/39
- Komárková-Legnerová, J., & Cronberg, G. 1994. Planktic blue-green algae from lakes in South Scania, Sweden. Part I. Chroococcales. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie, Supplement Volumes*, 13-51.
- Kutlu, B., Aydın, R., Danabas, D., & Serdar, O. 2020. Temporal and seasonal variations in phytoplankton community structure in Uzuncayir Dam Lake (Tunceli, Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2). doi:10.1007/s10661-019-8046-3

- Lloyd, M., & Ghelardi, R. J. 1964. A Table for Calculating the 'Equitability' Component of Species Diversity. *The Journal of Animal Ecology*, 33(2), 217. <https://doi.org/10.2307/2628>
- Lobo, E., & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar*, 22(1), 1-29.
- Lopes, M. R. M., de M. Bicudo, C. E., & Carla Ferragut, M. 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. *Aquatic Biodiversity II*, 235-247. <https://doi.org/10.1007/s10750-004-8332-z>
- Lucena-Silva, D., Severiano, J. dos S., dos Santos Silva, R. D., Becker, V., Barbosa, J. E. de L., & Molozzi, J. 2022. Impacts of the Floc and Sink technique on the phytoplankton community: A morpho-functional approach in eutrophic reservoir water. *Journal of Environmental Management*, 308, 114626. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114626>
- Lund, J. W. G., Kipling, C., & Le Cren, E. D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11(2), 143–170. <https://doi.org/10.1007/bf00007865>
- Machado, K. B., Vieira, L. C. G., & Nabout, J. C. 2019. Predicting the dynamics of taxonomic and functional phytoplankton compositions in different global warming scenarios. *Hydrobiologia*, 830, 115-134. doi:10.1007/s10750-018-3858-7
- Matteucci, S. D., & Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación (Vol. 22). Washington, DC: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos.
- Marino, L. 2017. Relação entre clorofila-a e cianobactérias no estado de São Paulo. *Revista DAE*, 65(206), 32–43. <https://doi.org/10.4322/dae.2016.026>

- Medeiros, L.C., Mattos, A., Lurling, M., Becker, V. 2015. Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake. *Aquatic Ecology*, 49(3), 293–307. <https://doi.org/10.1007/s10452-015-9524-5>
- Mingoti S. A. 2007. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte, UFMG. 297p.
- Moreira, M. L., Miguel, J. R., & Matos, R. G. F. 2021. O Direito à Água e sua Proteção Jurídica: Desafios do Direito Ambiental na Contemporaneidade. *Revista de Psicologia*, 15(55), 641–658. <https://doi.org/10.14295/online.v15i55.3097>
- Moura, A. N., Aragão-Tavares, N. K. C., Nascimento-Filho, S. L., & Dantas, Ê. W. 2019. Diversity and Dominance in phytoplankton community during nycthemeral cycles at different thermal patterns in water body in semiarid region of Brazil. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 4(1), 78-89. <https://doi.org/10.24221/jeap.4.1.2019.2348.078-089>
- Nishimura, P. Y., Meirinho, P. A., Moschini-Carlos, V. & Pompêo, M. L. M. 2014. Does the plankton community follow the horizontal water quality heterogeneity in a tropical urban reservoir (Guarapiranga reservoir, São Paulo, Brazil)?. *Limnetica*, 33, 263–280. <https://doi.org/10.23818/limn.33.21>
- Newell, G. E., & Newell, R. C. 1970. *Marine plankton: a practical guide*.
- Oda, A. C. R., & Bicudo, C. E. M. 2006. Ecology of *Peridinium gatunense* and *Peridinium umbonatum* (Dinophyceae) in a shallow, tropical, oligotrophic reservoir (IAG Pond), São Paulo, southeast Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 18(2), 165-180. <https://www.actalb.org/article/627b11e6782aad05cf549211/pdf/alb-18-2-165.pdf>
- Oliveira, S. A. de, & Bicudo, C. E. de M. 2018. Influence of environmental variables on the diatom communities of oligotrophic reservoirs for public water supply

- (Guarulhos, Southeast Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 30(0). doi:10.1590/s2179-975x9417
- Oliveira, C. S. P. de, Fonseca, A. da S., Díaz, C. A., & Santos, W. P. dos. 2020. Reflexões sobre o desafio ambiental: níveis de eutrofização e floração de cianobactérias na Bacia Apodi-Mossoró. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 11(5), 519–530. <https://doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2020.005.0047>
- Pessoa, E. K. R., Lima, P. L. S., Nascimento, W. S., Chellappa, S. & Chellappa, N. T. 2017. Variações temporais dos parâmetros limnológicos, os grupos frequentes e índices biológicos da comunidade fitoplanctônica do açude Santa Cruz, Rio Grande do Norte, Brasil. *Biota Amazônia* [online], 7. <http://dx.doi.org/10.18561/21795746/biotaamazonia.v7n2p59-64>
- Rego, A. H. G., Rangel-Junior, A., & Costa, I. A. S. 2020. Phytoplankton scenario and microcystin in water during extreme drought in semiarid tropical water supplies, Northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 80(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.182599>
- Reynolds, C. S. 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sant'Anna, C. L., Azevedo, M. T. de P., Senna, P. A. C., Komárek, J., & Komárková, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica*, 27(2), 213–227. <https://doi.org/10.1590/s0100-84042004000200002>
- Sant'Anna, C. L. 2006. *Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras*. Interciência; São Paulo: Sociedade Brasileira de Ficologia.
- Severiano, J. dos S., Amaral, C. B., Diniz, A. S., & Moura, A. do N. 2021. Species-specific response of phytoplankton to zooplankton grazing in tropical eutrophic

- reservoirs. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 33. <https://doi.org/10.1590/s2179-975x10719>
- Shannon, C., & W Weaver. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. Univ. Of Illinois Pr.
- Silva, F. L., Fushita, Â. T., Da Cunha-Santino, M. B., & Júnior, I. B. 2022. Qualidade da água em reservatórios e a provisão de serviços ecossistêmicos: uma abordagem qualitativa. *Brazilian Journal of Development*, 8(2), 13895–13911. <https://doi.org/10.34117/bjdv8n2-358>
- Stöcker, C. M., Monteiro, A. B., Bamberg, A. L., Cardoso, J. H., Morselli, T. B. G. A., & de Lima, A. C. R. 2017. Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. *Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega Urcamp*, 848-859.
- Tucci, A., Sant’Ana, C. L., Azevedo, M. D. P., Melcher, S. S., Werner, V. R., Malone, C. F. S., ... & Adame, G. 2019. *Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras*. São Paulo: Instituto de Botânica.
- Uhelinger, V. 1964. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Arch Sciencie*, 17, 121-123.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. d. internat. vereinig. of. Limnol.*, 9, 1-39.
- Vidal, T., & Capelo Neto, J. 2014. Caracterização Limnológica e Influência da Precipitação em Reservatório de Abastecimento Público da Região Metropolitana de Fortaleza/CE. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 10(2). 1-10. <https://doi.org/10.17271/198008271022014879>
- Vieira, P. C. S., Cardoso, M. M. L., & Costa, I. A. S. da. 2015. Vertical and temporal dynamics of phytoplanktonic associations and the application of index assembly

in tropical semi-arid eutrophic reservoir, northeastern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 27(1), 130–144. doi:10.1590/s2179-975x2614

Vieira, R. de S., Ricarte, E. M. F., Oliveira, N. M. de, Rodrigues, J. L. G., Oliveira, E. C. C. de, Góes, M. I. L., Silva, T. de A. e, & Lacerda, S. R. 2021. Composição do fitoplâncton em reservatório de abastecimento no semiárido nordestino. *Brazilian Journal of Development*, 7(7), 65397–65414. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-016>

Weber, C. I. 1973. Plankton. In: National Environmental Research Center Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati (ed.), *Biological field and laboratory methods for measuring the quality surface water and effluents*. U. S. A. 1-17

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada sobre a comunidade fitoplanctônica no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar foi de grande relevância, pois as espécies identificadas possuem preferências ecológicas para ecossistemas meso a eutrofizados. Não foi verificado ocorrência de florações de cianobactérias.

A comunidade fitoplanctônica apresentou índice de diversidade baixo, todavia foi equitativamente bem distribuída ao longo do ciclo anual. Este fato pode ser justificado pelas condições de trofia do ambiente, favorecendo um menor número de espécies oportunistas e competitivas.

As variáveis ambientais estiveram majoritariamente dentro do recomendado pelos órgãos ambientais. Entretanto, observou-se a presença de espécie potencialmente tóxica, como *Aphanocapsa delicatissima*, que apresentou frequência de ocorrência de 100% durante toda a pesquisa, sendo necessário maiores estudos para minimizar possíveis riscos para o ecossistema aquático.

Estudos voltados para análise da comunidade fitoplanctônica, com base nas variáveis limnológicas de densidade de cianobactérias são de extrema importância, a fim de monitorar as atividades antrópicas.

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, verificou-se que o reservatório variou de mesotrófico a eutrófico. Condições eutróficas merecem destaque, visto que o monitoramento seja necessário para prevenção de florações, que podem comprometer a qualidade hídrica, bem como a saúde da população que se utiliza do reservatório para o abastecimento, pesca e lazer.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Sinopse dos táxons identificados no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023. Continua...

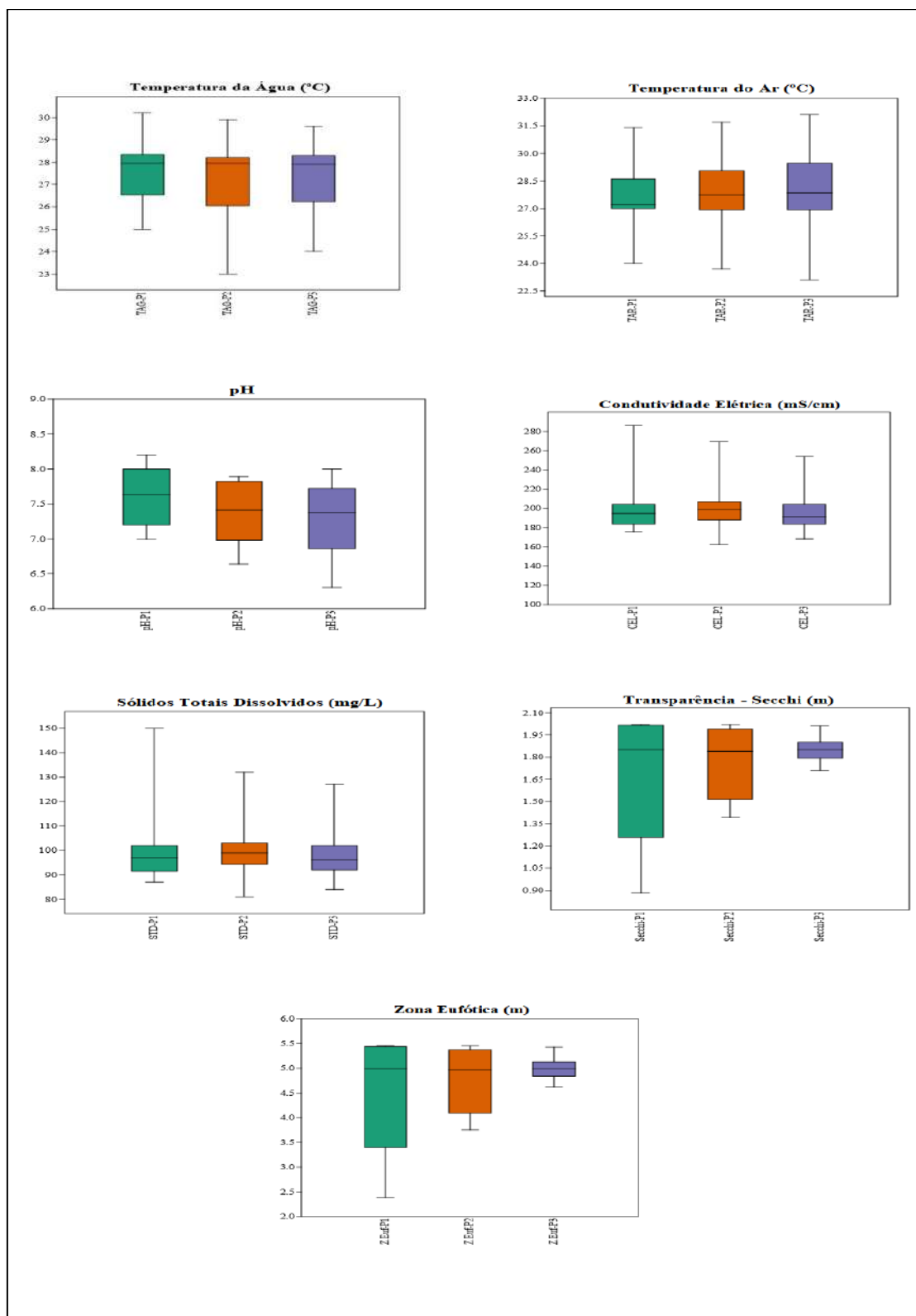
CYANOPHYCEAE	<i>Eucapsis densa</i> M.T.P.Azevedo, Sant'Anna, Senna, Komárek & Komárková	Chlamydomonadales
Chroococcales	Pseudanabaenaceae	Sphaerocystidaceae
Chroococcaceae	<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn *	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly
<i>Chroococcus dispersus</i> (Keissler) Lemmermann	Leptolyngbyaceae	<i>Sphaerocystis</i> sp. #
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützinger) Nägeli	<i>Planktolyngbya contorta</i> (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek *	Volvocaceae
<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomelová #	CHLOROPHYCEAE	<i>Volvox</i> sp. *
Microcystaceae	Sphaeropleales	TREBOUXIOPHYCEAE
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützinger) Kützinger	Selenastraceae	Trebouxiales
Nostocales	<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek *	Botryococcaceae
Aphanizomenonaceae	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<i>Botryococcus neglectus</i> (West & G.S.West) J.Komárek & P.Marvan
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wołoszyńska) Seenayya & Subba Raju #	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	<i>Botryococcus protuberans</i> West & G.S.West
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	Scenedesmaceae	Chlorellales
<i>Raphidiopsis</i> sp. #	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat
Oscillatoriales	<i>Coelastrum</i> sp. #	<i>Oocystis borgei</i> J.W.Snow
Oscillatoriaceae	<i>Hariotina reticulata</i> P.A.Dangeard #	EUGLENOPHYCEAE
<i>Oscillatoria</i> sp. *	Radiococcaceae	Euglenida
<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont *	<i>Eutetramorus tetrasporus</i> Komárek	Euglenidae
Spirulinales	<i>Radiococcus planktonicus</i> J.W8.G.Lund	<i>Euglena</i> sp. #
Spirulinaceae	<i>Radiococcus</i> sp. #	<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) F.Stein
<i>Spirulina subsalsa</i> Oersted ex Gomont	<i>Coenochloris fottii</i> (Hindák) P.M.Tsarenko	<i>Trachelomonas</i> sp.
Synechococcales	<i>Coenochloris pyrenoidosa</i> Korshikov *	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko
Merismopediaceae	Schroederiaceae	Phacaceae
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	<i>Phacus tortus</i> (Lemmermann) Skvortzov #
<i>Aphanocapsa</i> sp. #		<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko *

APÊNDICE A - Sinopse dos táxons identificados no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar, Crato-CE, de fevereiro de 2022 a janeiro de 2023. Conclusão.

BACILLARIOPHYCEAE	Rhopalodiales	KLEBSORMIDIOPHYCEAE	<i>Spirogyra</i> sp. *
Rhabdonematales	Rhopalodiaceae	Klebsormidiales	CRYPTOPHYCEAE
Tabellariaceae	<i>Epithemia zebra</i> (Ehrenberg) Kützing	Elakatotrichaceae	Cryptomonadales
<i>Diatoma elongata</i> (Lyngbye) C.Agardh *	<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille	Cryptomonadaceae
<i>Diatoma</i> sp.	Surirellales	XANTHOPHYCEAE	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja *
Eunotiales	Surirellaceae	Mischococcales	
Eunotiaceae	<i>Surirella</i> sp. *	Sciadiaceae	CHRYSTOPHYCEAE
<i>Eunotia</i> sp. #	Fragilariales	<i>Centritractus ellipsoideus</i> Starmach *	Synurales
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	Fragilariaceae	Pleurochloridaceae	Mallomonadaceae
<i>Eunotia gracilis</i> W.Smith #	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg	<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja	<i>Mallomonas</i> sp. *
Naviculales	<i>Fragilaria</i> sp. #	<i>Tetraplektron torsum</i> (W.B.Turner) Dedusenko-Shchegoleva	
Naviculaceae	MEDIOPHYCEAE	ZYGNEMATOPHYCEAE	
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	Stephanodiscales	Desmidiiales	
<i>Navicula radiosa</i> Kützing *	Stephanodiscaceae	Closteriaceae	
<i>Navicula</i> sp.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Closterium</i> sp.	
Pinnulariaceae	DINOPHYCEAE	Desmidiaceae	
<i>Pinnularia</i> sp.	Peridinales	<i>Cosmarium</i> sp. #	
Bacillariales	Peridiniaceae	<i>Staurostrum leptocladum</i> Nordstedt	
Bacillariaceae	<i>Peridinium gatunense</i> Nygaard	Spirogyrales	
<i>Nitzschia</i> sp. #	<i>Peridinium</i> sp.	Spirogyraceae	

Legenda: Táxons exclusivos do Período Seco (*); Táxons exclusivos do Período Chuvoso (#).

APÊNDICE B - Box-Plot das variáveis ambientais analisadas no Reservatório Thomaz Osterne de Alencar no período de fevereiro/22 a janeiro/23.



APÊNDICE C – Teste de Esfericidade de Bartlett e critério de adequação de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)

Bartlett's Test of Sphericity

χ^2	df	p
838	78	< .001

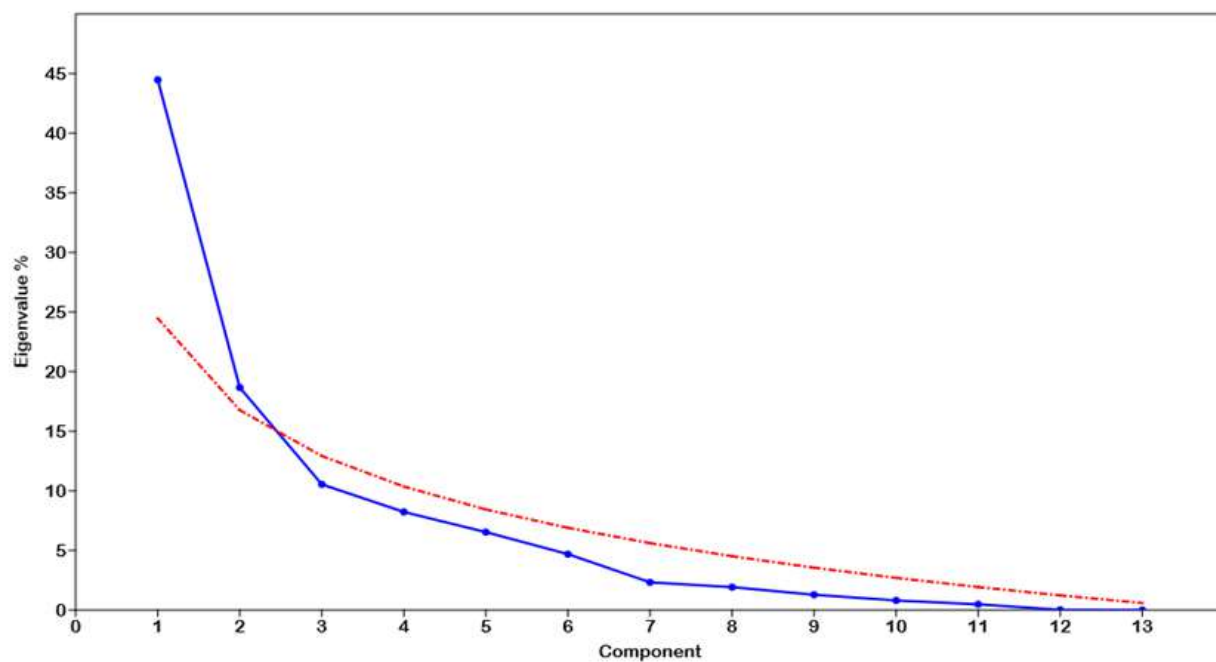
KMO Measure of Sampling Adequacy

	MSA
Overall	0.740
TAG	0.802
TAR	0.855
pH	0.576
SECCHI	0.706
Z.Euf	0.706
Clorofila-a	0.578
IET Clo-a	0.588
IET - Secchi	0.892
(H')	0.700
(J')	0.776
CEL	0.755
STD	0.744
(cel/ml)	0.661

APÊNDICE D - Valores dos loadings de cada variável para as CPs da ACP do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar considerando todas as variáveis analisadas.

Loadings	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 5	PC 6	PC 7	PC 8	PC 9	PC 10	PC 11	PC 12	PC 13
TAG	0.29577	-0.11569	0.4405	0.17015	-0.1879	0.14485	0.38749	-0.1145	0.64495	0.17367	0.10207	0.007988	0.00010222
TAR	0.28173	-0.14358	0.41165	0.26937	-0.03545	-0.26895	-0.0064	0.68419	-0.33128	-0.04148	0.068231	-0.01135	-1.50E-05
pH	0.11715	0.19069	-0.26106	0.56775	-0.57338	0.41463	-0.06923	-0.03347	-0.21059	0.032402	-0.08614	-0.0011	8.33E-05
CEL	0.36402	-0.03152	0.14249	0.11335	0.38008	0.24252	-0.15091	-0.25563	-0.18259	-0.09161	0.001475	0.70725	0.00035454
STD	0.36117	-0.02846	0.13569	0.11628	0.39983	0.25347	-0.15312	-0.25146	-0.1628	-0.03306	-0.04266	-0.70471	-0.00032284
SECCHI	-0.33493	0.22011	0.22958	0.33144	0.18654	-0.08447	0.038795	-0.04501	0.069408	-0.09015	-0.34446	0.010157	0.70685
Z.Euf	-0.33491	0.2203	0.22982	0.3313	0.18631	-0.08426	0.038402	-0.0451	0.069315	-0.08943	-0.34369	0.010838	-0.70736
Clo-<i>a</i>	-0.04099	0.47041	0.26873	-0.39406	-0.05303	0.35977	0.52563	0.072825	-0.35197	-0.10423	0.02928	-0.00974	3.65E-05
IET Clo-<i>a</i>	0.15743	0.42968	0.28497	-0.32703	-0.2087	0.055006	-0.64511	0.1273	0.22347	0.16364	-0.21578	0.014118	0.00030948
IET - Secchi	-0.34472	0.24333	0.18032	0.21812	0.11911	0.068422	-0.21811	-0.04541	-0.01429	0.19155	0.79767	-0.01398	0.00061364
(H')	0.28735	0.37989	-0.12248	0.070216	-0.08071	-0.34757	0.01157	-0.10978	0.18812	-0.72323	0.23194	-0.03779	-0.00027377
(J')	0.27745	0.33898	-0.08039	0.069803	-0.01045	-0.55213	0.19373	-0.30881	-0.22381	0.55427	-0.03694	0.016067	0.0002015
(cel/ml)	0.16515	0.32634	-0.46553	0.1027	0.44007	0.18621	0.13464	0.50402	0.31777	0.19197	-0.00718	0.024348	-7.16E-05

APÊNDICE E - Gráfico *Scree* da ACP do Reservatório Thomaz Osterne de Alencar considerando todas as variáveis.



APÊNDICE F – Comprovante de submissão do artigo a revista *Acta Limnologica Brasiliensia*.

[ALB] Submission Acknowledgement Caixa de entrada x  

**Antonio F. M. Camargo | Editor-in-...** 12 de jul. de 2023, 13:09 (há 7 dias)   
para mim ▼

Gabriel Nascimento:

Thank you for submitting the manuscript, "Phytoplankton Community Associated with Limnological Variables in a Water Reservoir in the Semiarid Region of Northeast Brazil" to *Acta Limnologica Brasiliensia*. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <https://submission.scielo.br/index.php/alb/authorDashboard/submission/275941>
Username: gabrielmessias

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Antonio F. M. Camargo | Editor-in-Chief - ALB)

Acta Limnologica Brasiliensia (ALB)

actalimno@gmail.com

Fone: +55 (19) 3526-4227