



UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA BIOLÓGICA



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOPROSPECÇÃO MOLECULAR – PPBM

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO
RESERVATÓRIO CANOAS (ASSARÉ, CE)**

ROSIMARA DE SALES VIEIRA

CRATO-CE

2019

ROSIMARA DE SALES VIEIRA

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
NO RESERVATÓRIO CANOAS (ASSARÉ, CE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Bioprospecção Molecular.

Área de concentração: Biodiversidade

Orientadora: Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda

Co-orientadora: Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

**CRATO – CE
2019**

Vieira, Rosimara de Sales.
V657c Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica no reservatório Canoas (Assaré, CE)/ Rosimara de Sales Vieira. – Crato-CE, 2019
84p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA. Área de concentração: Biodiversidade
Orientadora: Prof^a. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda
Co-orientadora: Prof^a. Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva

1. Fitoplâncton; 2. Cyanophyceae; 3. Abastecimento público;
4. Qualidade da água; I. Título.

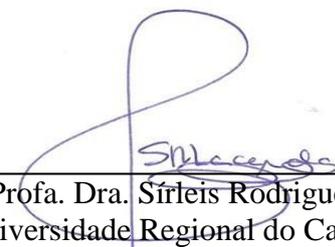
CDD: 574.92

ROSIMARA DE SALES VIEIRA

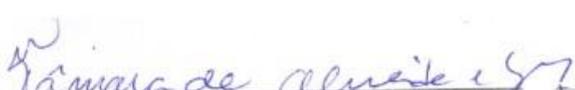
**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO
RESERVATÓRIO CANOAS (ASSARÉ, CE)**

Defesa em: 30 de Julho de 2019.

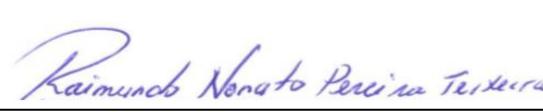
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da
Universidade Regional do Cariri – URCA, analisada e aprovada pela banca examinadora:



Prof. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)



Prof. Dra. Tâmara de Almeida e Silva
Universidade do Estado da Bahia – UNEB
(Membro avaliador externo)



Prof. Dr. Raimundo Nonato Pereira Teixeira
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro avaliador interno)

Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro avaliador suplente)

“Sem sonhos, a vida não tem brilho. Sem metas, os sonhos não têm alicerces. Sem prioridades, os sonhos não se tornam reais. Sonhe, trace metas, estabeleça prioridades e corra riscos para executar seus sonhos. Melhor é errar por tentar do que errar por omitir”.

Augusto Cury

“Ninguém caminha sem aprender a caminhar, sem aprender a fazer o caminho caminhando, refazendo e retocando o sonho pelo qual se pôs a caminhar”.

Paulo Freire

Dedico a minha mãe Francisca Laurita, ao meu marido João Raone, ao meu filho João Miguel e a toda minha família, Por todo carinho, incentivo, atenção e confiança, me ajudaram a seguir em frente em busca da realização desse sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS em sua infinita sabedoria, por essa oportunidade de está realizando um sonho, pela força que me deu durante todo esse processo para superar as adversidades.

À minha mãe Francisca Laurita de Sales Vieira, a quem devo minha existência, por todo amor, paciência e compreensão, que sempre me incentivou em busca da realização de minhas metas. Ao meu marido João Raone Silva de Oliveira por sempre acreditar em mim, por toda paciência, companheirismo e pelo apoio durante todos os momentos, e ainda por ter me dado a maior alegria da minha vida, o meu filho João Miguel Silva Vieira. Aos meus irmãos Moesio Moisés Vieira, Cícero Moisés Vieira, Memésio Moisés Vieira e Mozar Moisés Vieira, que apesar de estarem longe sempre torceram por mim. Às minhas queridas irmãs Darcinha Sales Vieira, Duzimária Francisca de Sales e Moizérina Sales Vieira, por todo carinho e atenção. Aos meus, sobrinhos Daiane Sales Vieira, Maria Lais de Sales Vieira, Davi Israel Vieira, Antônio Moisés de Sales Amorim e Felipe Sales Dantas por estarem sempre presente na minha vida trazendo grande alegria. Aos meus avós maternos Laurita Maria de Sales e Izidro Vieira de Sales por sempre acreditarem em mim, e por sempre valorizarem meus estudos.

Agradeço à minha orientadora, a Professora Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda por ter me recebido de braços abertos em seu laboratório, mesmo eu tendo passado um bom tempo afastada desde a graduação a qual eu também tive a oportunidade de ter sido orientada pela Sra. Obrigada pelas palavras de incentivo e motivação, por toda confiança depositada, pelo apoio e por sempre demonstrar preocupação comigo.

À minha Co-orientadora, a professora Dra. Maria Arlene Pessoa da Silva, que se prontificou a me ajudar durante a realização desse processo, que sempre me recebeu muito bem quando a procurei para resolver qualquer problema.

À Ma. Karla Jaqueline do Nascimento, por ser essa pessoa maravilhosa, pelo compartilhamento de ideias, pelas grandes contribuições para que esse trabalho fosse realizado, pelo acolhimento, paciência e carinho, pela compreensão e ajuda na aplicação da metodologia deste estudo, por tudo, muito obrigada!!

Ao Me. Adjunto Rangel Júnior, pela receptividade, quando o procurei cheia de dúvidas sobre como proceder durante todo o processo de realização do trabalho neste programa, que contribuiu de forma significativa para realização deste estudo, se empenhando nas coletas das amostras. Obrigada meu amigo!!

Á todos do Laboratório de Botânica, em especial, Samara, Gabriel, Aline e Ana Maria, pelo apoio e pela receptividade.

À querida Irismã Libório Góes, por se prontificar a me ajudar, pelo acolhimento, pelos conselhos e por toda amizade.

À Professora Ma. Maria Elaine Conceição de Oliveira, que apesar de estar sempre muito ocupada, me ajudou com seus conselhos, demonstrando preocupação com a realização do meu trabalho.

À minha querida amiga Eva Souza Santos, pelo carinho e que mesmo distante me apoiou muito durante toda essa jornada, me dando palavras de incentivo.

Às minhas amigas e colegas de mestrado Rivanilda, Bianca, Tatiane, Iasminy, por todos os momentos que passamos juntas, pelas risadas, conversas, apoio, por me passar força e tranquilidade em todas as situações.

À Caio Oliveira, pelas contribuições nas coletas das amostras para a referida pesquisa.

À Universidade Regional do Cariri – URCA e a todos os funcionários. E ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, pela oportunidade de aprendizado e aos professores pelos conhecimentos repassados.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP, pela concessão de bolsa de estudos.

Agradeço a todos os amigos pela força, pelas palavras de otimismo, orações e compreensão.

Por fim, a todos aqueles que apesar de não estarem citados aqui, mas que de alguma forma contribuíram com a minha formação, desde já, expresso aqui meus verdadeiros agradecimentos.

Obrigada!!!

RESUMO

A comunidade fitoplanctônica merece destaque entre os organismos aquáticos, porque expressam um melhor comportamento e responde prontamente às alterações dos corpos de água. O presente estudo objetivou caracterizar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica no reservatório Canoas, Município de Assaré/CE, em diferentes períodos (seco e chuvoso). As amostras foram coletadas mensalmente (outubro/16 a maio/17) em três pontos amostrais (P1, P2 e P3). As amostras para análise das variáveis físico-químicas foram obtidas com auxílio de uma garrafa coletora do tipo Van Dorn, com capacidade de 3,5 litros. Para a análise da composição foram realizados arrastos horizontais com rede de plâncton (20µm) na subsuperfície da água e para quantificação, as amostras foram coletadas diretamente da subsuperfície, sendo fixadas com formol neutro a 4% e lugol, respectivamente, analisadas e contadas segundo o método de Utermöhl, utilizando-se microscópio óptico Trinocular (QUIMIS) - Motic, Modelo: Q711T – BA310 (qualitativo) e microscópio invertido Zeiss Axiovert (quantitativo). Foram determinadas as densidades, frequência de ocorrência, espécies dominantes e abundantes, índice de diversidade específica e equitabilidade. Para testar a significância entre as densidades do fitoplâncton e as variáveis ambientais utilizou-se respectivamente o teste T, Shapiro-Wilk e a correlação de Pearson. A flora planctônica esteve representada por 30 táxons, distribuídos em seis classes taxonômicas, Cyanophyceae (treze), Chlorophyceae (onze), Zygnemaphyceae (um) Bacillariophyceae (três), Euglenophyceae (um), Mediophyceae (um). Foi verificada uma maior riqueza na composição florística, conforme registrado para outros reservatórios tropicais, com maior contribuição de Cyanophyceae e Chlorophyceae. As Cyanophyceae apresentaram as maiores densidades, contribuindo em média com mais de 90% dos organismos quantificados, nos períodos seco e chuvoso, com destaque para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Quanto à frequência, 40% muito frequentes, 6,6% frequentes, 23,3% pouco frequente e 30% esporádicos. Dos táxons identificados, apenas duas espécies foram consideradas dominantes e cinco abundantes. A comunidade fitoplanctônica revelou uma diversidade específica considerada baixa e a equitabilidade apresentou uma distribuição não uniforme (66,6%), confirmando o domínio de poucas espécies. Algumas variáveis físico-químicas influenciaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica, foi observada correlação significativa ($p < 0,05$). As maiores densidades observadas para espécies de Cyanobacteria alertam para possíveis riscos à saúde pública, visto que esse reservatório é utilizado para o abastecimento público, com isso torna-se relevante a necessidade de monitoramento constante para prevenir e minimizar possíveis transtornos que possam ocorrer pela presença da grande concentração desses organismos na água.

Palavras-chave: Fitoplâncton, Cyanophyceae, Abastecimento público, Qualidade da água.

ABSTRACT

The phytoplankton community deserves prominence among aquatic organisms because they express better behavior and readily respond to changes in water bodies. The present study aimed to characterize the composition and structure of the phytoplankton community in the Canoas reservoir, Assaré / CE, in different periods (dry and rainy). Samples were collected monthly (October / 16 to May / 17) at three sampling points (P1, P2 and P3). The samples for analysis of the physicochemical variables were obtained with the aid of a Van Dorn collection bottle, with a capacity of 3.5 liters. For the analysis of the composition were carried horizontal plankton trawls (20µm) in the subsurface of the water and for quantification, the samples were collected directly from the subsurface, being fixed with 4% neutral formaldehyde and lugol, respectively, analyzed and counted according to the. Utermöhl method using Trinocular optical microscope (QUIMIS) - Motic, Model: Q711T - BA310 (qualitative) and inverted microscope Zeiss Axiovert (quantitative). Densities, frequency of occurrence, dominant and abundant species, specific diversity index and evenness were determined. To test the significance between phytoplankton densities and environmental variables, the T test, Shapiro-Wilk and Pearson correlation were used respectively. The planktonic flora was represented by 30 taxa, distributed in six taxonomic classes, Cyanophyceae (thirteen), Chlorophyceae (eleven), Zygnemaphyceae (one) Bacillariophyceae (one), Medlenophyceae (one). A greater richness in floristic composition was verified, as recorded for other tropical reservoirs, with greater contribution of Cyanophyceae and Chlorophyceae. The cyanophyceae presented the highest densities, contributing on average with more than 90% of the quantified organisms, in the dry and rainy periods, especially *Cylindrospermopsis raciborskii*. As for frequency, 40% very common, 6.6% common, 23.3% uncommon and 30% sporadic. Of the identified taxa, only two species were considered dominant and five abundant. The phytoplankton community showed a specific diversity considered low and evenness showed a non-uniform distribution (66.6%), confirming the dominance of few species. Some physicochemical variables influenced the structure of the phytoplankton community, a significant correlation was observed ($p < 0.05$). The higher densities observed for Cyanobacteria species warn of possible risks to public health, since this reservoir is used for public supply, so it becomes relevant the need for constant monitoring to prevent and minimize possible disturbances that may occur due to the presence of this species. large concentration of these organisms in water.

Key words: Phytoplankton, Cyanophyceae, Public supply, Water quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição dos trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios nas regiões brasileiras de 2010 a 2018.....	19
Figura 2. Localização do Reservatório Canoas, Assaré, CE e dos pontos de coleta (P1;P2;P3).	31
Figura 3. Vista parcial do Reservatório Canoas, Assaré, CE, março de 2017.....	33
Figura 4. Mapa da sub-bacia do Alto Jaguaribe, CE, Brasil... ..	34
Figura 5. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) e normal climatológica, Assaré, CE, durante outubro de 2016 a maio de 2017.	42
Figura 6. Volume de água armazenado do Reservatório Canoas, Assaré, CE, entre os anos de 2004 e 2018... ..	43
Figura 7. Variação da temperatura da água nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.....	45
Figura 8. Variação da temperatura do ar no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017... ..	46
Figura 9. Variação do pH nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017... ..	46
Figura 10. Variação da condutividade elétrica nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.....	47
Figura 11. Variação da transparência nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.... ..	48
Figura 12. Variação do oxigênio dissolvido nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.....	49
Figura 13. Variação dos sólidos totais dissolvidos nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.... ..	50
Figura 14. Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos dois pontos de amostragem Reservatório Canoas, Assaré, CE, durante o período de outubro de 2016 a maio de 2017.	52
Figura 15. Riqueza de espécies total por classe taxonômica no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	54

Figura 16. Variação sazonal nos valores de Densidade total de organismos fitoplanctônicos (org.mL^{-1}) no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	56
Figura 17. Variação da Densidade das classes nos períodos seco e chuvoso, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	58
Figura 18. Densidade de Cianobactérias (org.mL^{-1}) nos pontos de amostragem no reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	60
Figura 19. Frequência de ocorrência dos táxons registrados no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	64
Figura 20. Variação nos valores de Riqueza de espécies nos pontos de amostragem no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.	65
Figura 21. Índice de Diversidade específica (bits.org^{-1}) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P1 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	66
Figura 22. Índice de Diversidade específica (bits.org^{-1}) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P2 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	67
Figura 23. Índice de Diversidade específica (bits.org^{-1}) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P3 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Canoas, Assaré, CE.....	32
Tabela 2. Localização dos pontos de amostragem (P1, P2 e P3) no Reservatório Canoas, Assaré, CE..	35
Tabela 3. Variáveis limnológicas analisadas no Reservatório Canoas, Assaré, CE.....	36
Tabela 4. Valores das variáveis limnológicas dos três pontos (P1, P2 e P3) das campanhas mensais 2016 e 2017 do Reservatório Canoas, Assaré, CE.....	44
Tabela 5. Composição fitoplanctônica registrada no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017... ..	53
Tabela 6. Valores dos índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') nos pontos estudados no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.	65

SUMÁRIO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT	IX
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
2.1 GERAL	17
2.2 ESPECÍFICOS	17
3 REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 Importância da comunidade fitoplanctônica.....	18
3.2 Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios no Brasil	18
3.3 Estudos da comunidade fitoplanctônica na região Nordeste	19
3.4 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sudeste.....	26
3.5 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sul.....	28
3.6. Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Centro-Oeste.....	29
3.7 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica na região Norte	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1 Caracterização da área de estudo	31
4.2 Precipitação (mm).....	34
4.3 Amostragem	35
4.3.1 Localização dos pontos de amostragem.....	35
4.4 Estudos taxonômicos	35
4.4.1 Coleta e tratamento das amostras	35
4.4.2 Análise qualitativa	37
4.4.3 Análise Quantitativa (Fitoplâncton total (org.mL-1)).....	37
4.4.4 Espécies Dominantes e Abundantes.....	39
4.4.5 Frequência de Ocorrência.....	39

4.4.6 Riqueza	39
4.4.7 Índice de Diversidade (H') (bits.ind ⁻¹)	39
4.4.8 Índice de Equitabilidade (J')	40
4.5 Análise Estatística.....	40
4.6 Normatização do trabalho	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5.1 Precipitação pluviométrica (mm) em Canoas/CE	42
5.2 Avaliação dos dados abióticos	43
5.2.1 Temperatura da água e do ar	44
5.2.2 Potencial Hidrogeniônico	46
5.2.3 Conduividade Elétrica.....	47
5.2.4 Transparência da água.....	48
5.2.5 Oxigênio Dissolvido	49
5.2.6 Sólidos Totais Dissolvidos	50
5.3 Composição florística da comunidade Fitoplanctônica	51
5.4 Densidade total (org.mL ⁻¹).....	55
5.5 Densidade de Cianobactérias (org.mL ⁻¹).....	60
5.6 Dominantes e Abundantes	61
5.7 Frequência de Ocorrência.....	62
5.8 Riqueza, índices de Diversidade, Equitabilidade.....	64
6 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

A água possui relevância essencial para a vida, pois sem a sua ação direta ou indireta nenhum processo metabólico ocorre, sendo, dessa forma, um ambiente aquático primordial à existência humana e à manutenção dos ecossistemas do planeta (ESTEVES, 2011).

Para o semiárido Nordeste a água representa um recurso valioso, já que essa região apresenta características climáticas diferenciadas, com destaque à irregularidade espacial e temporal das chuvas, evapotranspiração acentuada e solo cristalino, que favorece a seca. Por conta de tais características tornou-se necessário a construção de um grande número de pequenos, médios e grandes reservatórios, conhecidos como açudes, para diminuir problemas com o abastecimento e irrigação (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

Esses Reservatórios são importantes ecossistemas aquáticos artificiais devido à sua capacidade de múltiplos usos a que estão sujeitos, tais como contenção de enchentes, abastecimento público e geração de energia elétrica. Devido a isso, nas últimas décadas, o estudo da gestão dos recursos hídricos, em particular a qualidade da água em reservatórios, tem sido alvo de muitas pesquisas tanto em nível nacional como internacional, verificando-se a necessidade de realizar estudos multidisciplinares (MELO et al., 2012; TUNDISI, 2005). Para Cordeiro-Araújo et al. (2010), por conta da grande necessidade de conservação de ambientes com água de boa qualidade, e a importância que as comunidades aquáticas como a fitoplanctônica influenciam nesse contexto, estudos tornam-se indispensáveis ao manejo adequado destes recursos, principalmente os que estão relacionados ao abastecimento público.

Não é recente que a constante interferência das ações antrópicas vem produzindo impactos diretos e indiretos nos reservatórios, apresentando consequências para o funcionamento desses ecossistemas, afetando a qualidade da água e a biota aquática, diminuindo assim a sua capacidade de uso principalmente ocasionado pelo processo de eutrofização, um aumento de matéria orgânica especialmente nitrogênio e fósforo. A eutrofização é uma das principais consequências das atividades humanas que envolvem os lançamentos de esgotos domésticos, industriais, fertilizantes químicos e agrotóxicos (TUNDISI, 1992; ESTEVES, 1998 e 2011).

Entre as diversas comunidades biológicas que habitam os ecossistemas aquáticos destacam-se as microalgas porque expressam um melhor comportamento e responde prontamente às alterações dos corpos de água e seu estudo da sazonalidade funciona como uma importante ferramenta na avaliação da variação e da sucessão da comunidade e do ecossistema, ou seja, onde espécies mais bem adaptadas às novas condições do ambiente podem excluir as originais. A variação espacial está relacionada a influências ambientais, e estes podem controlar a composição e densidade da flora ficológica presente no reservatório (HENRY, 1998; HUSZAR, 2000).

A composição e biomassa do fitoplâncton em reservatórios, bem como a sua distribuição nesses sistemas, depende de fatores bióticos e abióticos, como, a disponibilidade de luz, temperatura, nutrientes e comunidade do zooplâncton. Quanto à predominância de um ou outro grupo nesses ambientes, esta dependerá da função e das características existentes no meio. Porém em águas continentais é possível encontrar grupos de algas de todas as divisões, Cyanophyta, Euglenophyta, Dinophyta, Bacillariophyta e Chlorophyta (DANTAS et al., 2012; ESTEVES, 1998).

No entanto, um grupo que merece destaque é o das cianobactérias, estas apresentam grande importância ecológica, atuando como importantes indicadoras da qualidade da água. Visto que, várias espécies de cianobactérias são produtoras de toxinas, também chamadas de cianotoxinas: neurotoxinas, hepatotoxinas e dermatotoxinas. A proliferação e a predominância dessas espécies ocorrem devido ao acelerado processo de eutrofização dos sistemas aquáticos, com isso, acarretando a elevação dos custos do tratamento de águas de abastecimento e consequências, principalmente à saúde da população. Uma importante ferramenta para pesquisas de manejo de ecossistemas aquáticos é o estudo taxonômico deste grupo (CORDEIRO-ARAÚJO, et al., 2010b). No Brasil, os gêneros de cianobactérias potencialmente nocivas à saúde humana são *Microcystis*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Oscillatoria*, *Planktothrix* e *Aphanocapsa* (CALIJURI, 2006).

Diante do exposto, bem como, do conhecimento da importância que o estudo da dinâmica fitoplanctônica representa para ecossistemas aquáticos, além de fornecer inúmeras informações diagnósticas e servir como sensível indicador das alterações ambientais, com o presente estudo objetivou-se conhecer a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Canoas, Assaré, CE.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Caracterizar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica e determinar algumas variáveis ambientais que contribuem para as flutuações sazonais e espaciais no Reservatório Canoas, em Assaré, Ceará.

2.2 Específicos

- Determinar a composição específica da comunidade fitoplanctônica;
- Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, riqueza das espécies, abundância relativa, frequência de ocorrência, dominância, diversidade e equitabilidade;
- Determinar a densidade total (cel. L^{-1}) dos organismos fitoplanctônicos;
- Relacionar a comunidade fitoplanctônica com as variáveis ambientais: temperatura da água – TAG ($^{\circ}\text{C}$), temperatura do ar – TAR ($^{\circ}\text{C}$), potencial hidrogeniônico – pH, condutividade elétrica – CEL (μScm^{-1}), transparência – TRA, oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e sólidos totais dissolvidos – STD (mg.L^{-1}).
- Avaliar a qualidade da água, com base na densidade de cianobactérias e nos valores de oxigênio dissolvido, pH e sólidos totais dissolvidos estabelecidos pela Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e pela Portaria N^o 2914/2011, do Ministério da Saúde (MS).

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Importância da comunidade fitoplanctônica

O fitoplâncton consiste em um conjunto de organismos clorofilados, fotossintetizantes que vivem livres na coluna de água e possuem a capacidade de ocupar todos os ambientes que apresentarem condições favoráveis para o seu desenvolvimento (VIDOTTI et al., 2004). Representam uma fonte primária de alimentos aos animais da coluna d' água e do sedimento, além de apresentarem-se como bioindicadores da qualidade da água e do seu estado trófico. O conhecimento da comunidade fitoplanctônica é relevante no sentido de serem os principais produtores primários da teia trófica e porque as mudanças espaciais e temporais na sua composição e biomassa são indicadores eficientes das alterações naturais e antrópicas nos ecossistemas aquáticos (ESKINAZI-LEÇA, 2000; BOZELLI e HUSZAR, 2003).

Segundo Almeida et al. (2005) a comunidade fitoplanctônica, por ser a grande responsável pela produção primária dos ecossistemas aquáticos, esta sofre com a influência das alterações impostas pelo meio. Desse modo, as alterações em sua estrutura e dinâmica são fenômenos de grande relevância não somente para a própria comunidade, mas também para o metabolismo do ecossistema como um todo.

O fitoplâncton em reservatórios pode ser estudado tanto no âmbito qualitativo, onde são enfocados os aspectos taxonômicos, quanto no quantitativo, os quais abordam os padrões de distribuição espacial e temporal e podem ser uma importante ferramenta na avaliação da qualidade de água dos recursos hídricos. As flutuações temporais e espaciais desses organismos em suas respectivas composições e biomassa são indicadores eficientes das alterações sejam essas naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos (BARBOSA, 2005).

3.2 Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios no Brasil

Os estudos que abordam a comunidade fitoplanctônica em reservatórios vêm sendo desenvolvidos por diversos autores, em todo país. Neste levantamento, foram inventariados 51 trabalhos, publicados de 2010 a 2018. Sendo que a maioria dos trabalhos realizados na região Nordeste com 32 trabalhos, seguida da Sudeste com nove, Sul com cinco, Centro-Oeste com três e a região Norte com dois (Figura 1). O fato de existir uma maior quantidade de estudos no Nordeste pode ser relativo ao grande número de reservatórios construídos para amenizar os efeitos da seca.

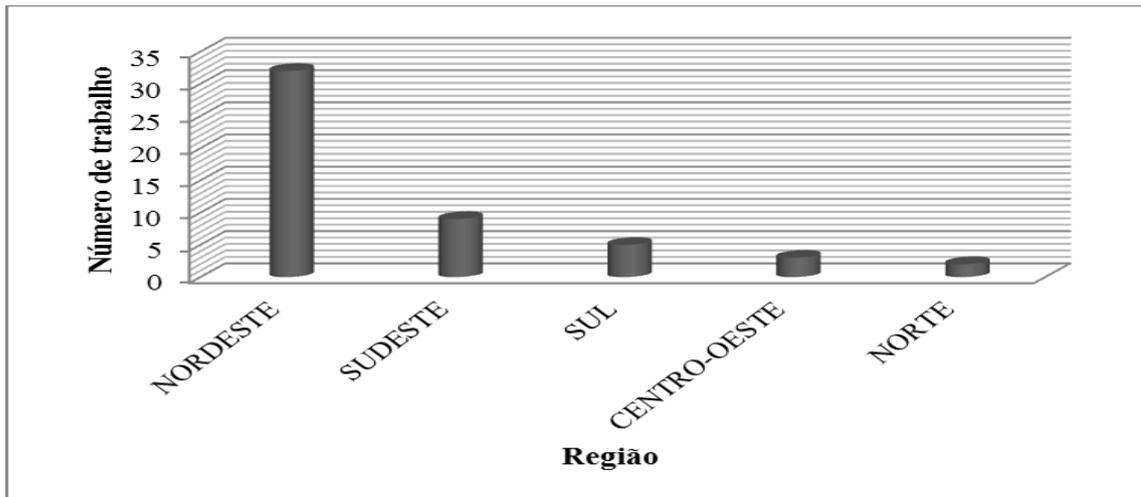


Figura 1. Distribuição dos trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios nas regiões brasileiras de 2010 a 2018.

3.3 Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios no Nordeste

Os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica no Nordeste vêm, nos últimos anos apresentando um significativo aumento, sendo que boa parte dos reservatórios estão nas regiões semiáridas, onde o monitoramento da qualidade da água se tornou muito relevante por conta da grande escassez. Dentre todos os trabalhos observados, há um destaque para o estado de Pernambuco, devido a grande quantidade de pesquisas relacionada à comunidade fitoplanctônica.

No Rio Grande do Norte, Lima (2010) analisou a comunidade fitoplanctônica no Reservatório do Jiqui, bem como, sua variação nos períodos de estiagem e de chuva. Identificou 108 táxons, distribuídos em oito classes, Chlorophyceae com 47 táxons, Bacillariophyceae (41), Cyanophyceae (nove), Euglenophyceae (cinco), Dinophyceae (duas), Xanthophyceae (duas), Raphidophyceae e Chrysophyceae com uma cada. No período de estudo ocorreu uma dominância das espécies *Euglena gracilis* Klebs, *Trachelomonas* sp., *Cyclotella* sp., *Gomphonema apuncto* Wallace, *Navicula cuspidata* (Kutzing) Kutzing, *Navicula* sp., *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller. Sendo que o reservatório foi caracterizado como oligotrófico, dessa forma, apresentando água adequada para o consumo humano.

Ainda em 2010, na Bahia, Cordeiro-Araújo et al. estudaram a diversidade fitoplanctônica de lagoas marginais no reservatório de Sobradinho nos períodos seco e chuvoso identificando 168 táxons distribuídos em Chlorophyta (82 spp.), Bacillariophyta (47

spp.), Cyanobacteria (22 spp.), Euglenophyta (seis spp.), Cryptophyta (três spp.), Chrysophyta (três spp.), Dinophyta (quatro spp.) e Xanthophyta (uma spp.).

No estado de Pernambuco, Nascimento (2010) analisando a variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semiárido, observou que a comunidade esteve constituída por 53 espécies e uma variedade, sendo 24 Chlorophyta (45,28%), 16 Cyanobacteria (30,19%), oito espécies de Bacillariophyta (15,09%) e uma variedade (*Aulacoseira granulata* (Muller) Simonsen, duas Euglenophyta e Cryptophyta (3,77%) e apenas uma Chrysophyta (1,89%). Sendo que não houve diferenças significativas do número de espécies de Bacillariophyta, Chlorophyta e Cyanobacteria entre os períodos sazonais. No mesmo ano, Cordeiro-Araújo, ao estudar a dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em outro reservatório (Bitury) localizado no município de Belo Jardim, evidenciou 92 táxons distribuídos em 8 classes: Cyanophyceae (12), Bacillariophyceae (25), Chlorophyceae (40), Euglenophyceae (8), Cryptophyceae (2), Chrysophyceae (2), Dinophyceae (2) e Xanthophyceae (1). A classe Bacillariophyceae apresentou predominância sobre as demais e Chlorophyceae apresentou maior riqueza, algo que é observado em boa parte dos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros.

No Ceará, Molisani et al. (2010) em estudo no reservatório Castanhão, o qual representa o maior e mais importante do Estado, observaram as condições limnológicas, estado trófico e assembleias fitoplanctônicas e registraram 105 táxons, distribuídos entre as classes Cyanophyceae (27%), Chlorophyceae (25%), Bacillariophyceae (13%), Euglenophyceae (10%), Cryptophyceae (7%), Zygnemaphyceae (5%), Dinophyceae e Xanthophyceae (2%). Destacaram-se as espécies *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen e *C. raciborskii*. Conforme análise das principais assembleias fitoplanctônicas, o ambiente foi diagnosticado como sendo mesotrófico/eutrófico.

Em Alagoas, Silva, Costa e Guedes (2011), estudando a variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente a uma Área de Proteção Permanente, evidenciou uma comunidade fitoplanctônica representada por 27 taxons distribuídos nas divisões Cyanobacteria (3 espécies), Bacillariophyta (7 espécies) e Chlorophyta com (17 espécies). A divisão Chlorophyta foi a mais representativa, totalizando 63% da comunidade fitoplanctônica, seguido das Bacillariophyta (26%) e Cyanobacteria (11%).

Novamente no estado de Pernambuco, Aragão (2011) estudando a taxonomia e distribuição de cianobactérias em reservatórios, identificou 23 espécies em 19 reservatórios (Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca,

Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa), sendo estas pertencentes às Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. Oscillatoriales foi a ordem com maior número de táxons (10 spp.) e o gênero *Microcystis* foi o mais representativo com quatro espécies (*M. novacekii*, *M. panniformis*, *M. protocystis* e *Microcystis* sp.). Ainda no mesmo estado, Dantas et al. (2011) evidenciaram florações de cianobactérias nos Reservatórios Arcoverde e Pedra. Foram identificadas espécies de Cyanobacteria representadas pelas ordens Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. E Lira et al. (2011) evidenciaram a abundância do fitoplâncton no Reservatório de Carpina. As cianobactérias representaram uma grande parcela da comunidade com mais de 80% da sua densidade. *C. raciborskii* foi o único táxon dominante na estação seca, e foi co-dominante na época das chuvas. As espécies *C. raciborskii*, *P. agardhii* e *G. amphibium* tiveram as maiores densidades.

Dando continuidade aos estudos Bittencourt-Oliveira et al. (2012) no Reservatório de Arcoverde, registraram através de nictemerais a dinâmica das populações de cianobactérias nas estações seca e chuvosa. Não houve variações nictemerais na composição taxonômica ou na distribuição das populações de cianobactérias encontradas. E a maior biomassa da comunidade fitoplanctônica foi constituída por cianobactérias. *C. raciborskii* foi dominante e a turbidez causada pela chuva favoreceu o aparecimento e o estabelecimento de outras cianobactérias, especialmente *P. agardhii*. E no mesmo período, Moura et al. analisando as variáveis ambientais que influenciam a dinâmica espacial e temporal do fitoplâncton no Reservatório de Jucazinho, perceberam que as Cianobactérias foram predominantes, representando 80% da biomassa.

Almeida, Melão e Moura (2012) analisaram a comunidade planctônica de dois reservatórios (Apipucos e Prata) em Pernambuco, identificando 57 táxons para o fitoplâncton, sendo 46 para o Reservatório Apipucos e 31 para o Prata. Desta forma, evidenciando Chlorophyta como dominante em número de espécies em ambos os reservatórios, seguida de Bacillariophyta no Prata e Bacillariophyta e Euglenophyta no Apipucos.

Na Paraíba, Torquato (2012) analisando vinte e três reservatórios de abastecimento público, com o intuito de verificar a qualidade da água, encontrou nos 23 reservatórios assembleias fitoplanctônicas constituindo-se de 181 táxons, distribuídos em 9 classes, 74 foram comuns aos dois períodos; 57 foram exclusivos do período seco; e 50 foram exclusivos do período chuvoso. Do total, a classe Chlorophyceae (58) contribuiu com maior número de

táxons, seguida da classe Cyanophyceae (47), Bacillariophyceae (33), Zygnemaphyceae (19), Euglenophyceae (13), Dinophyceae (5), Chlamydomphyceae (4), Xanthophyceae (1), e Oedogoniophyceae.

Ainda no estado da Paraíba, pesquisas realizadas por Mendes (2013) em 5 reservatórios (Acauã, Itatuba, Araçagi, Boqueirão do Cais, Cacimba de Várzea e Cordeiro), com o objetivo de avaliar a qualidade da água por meio de análise de microcistina em pescado de tanques-redes, evidenciou a ocorrência de 26 táxons de microalgas planctônicas, divididos em quatro divisões: Cyanobacteria, Chlorophyta, Euglenophyta, e Bacillariophyta, sendo a maior riqueza verificada no Reservatório de Cordeiro (16 táxons), com maior representatividade de Cyanobacteria (9 táxons) e Chlorophyta, sendo a segunda divisão de maior riqueza com cinco táxons nos Reservatórios Acauã e Araçagi. As Cyanobacterias representaram a maior densidade em todos os reservatórios, seguida pela divisão Chlorophyta, com exceção de um reservatório (Cordeiro) que apresentou a divisão Bacillariophyta como a segunda maior contribuinte.

No estado do Ceará, Lopes, Capelo Neto e Abreu (2013) evidenciaram a presença de cianobactérias tóxicas na comunidade fitoplanctônica de manancial de abastecimento público (Açude Sítios Novos, Caucaia), através do monitoramento da composição da comunidade fitoplanctônica, identificaram 41 táxons, sendo 19 táxons de cianobactérias (46%), e 22 táxons divididos em cinco classes, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae.

Ainda no Ceará, Chaves (2013) avaliando a dinâmica de fitoplâncton no reservatório de General Sampaio, registrou no ponto (01), 20 táxons distribuídos entre as classes Cyanophyceae (7 espécies), Chlorophyceae (8 espécies), Bacillariophyceae (3 espécies), Euglenophyceae e Zygnemaphyceae (1 espécie). A classe Bacillariophyceae foi considerada abundante durante todo o período de estudo e as classes Euglenophyceae e Zygnemotophyceae se apresentaram, quanto à abundância relativa, classificadas como raras. Já no ponto (03) foram identificadas 16 espécies de fitoplâncton, distribuídas entre as classes Cyanophyceae (07 espécies); Chlorophyceae (05 espécies), Bacillariophyceae (02 espécies); e Euglenophyceae e Zygnemotophyceae (01 espécie). A classe Cyanophyceae foi novamente dominante sobre as outras classes, nos períodos secos analisados e a classe Chlorophyceae foi dominante nos dois períodos chuvosos.

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

Carlos (2013), estudando a dinâmica da população de cianobactérias em um reservatório eutrófico (Acauã) do Estado da Paraíba, registrou 22 táxons de Cyanobacteria, representados pelas ordens Chroococcales, Nostocales e Oscillatoriales. Das nove espécies que contribuíram com $\geq 5\%$ para a densidade total da comunidade de cianobactérias, estas foram representadas por hábito de vida filamentosa, já que o seu maior volume as favorecem no meio, sendo que três dessas predominaram: *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, contribuindo com cerca de 80% para a biomassa total de cianobactérias em toda a coluna d'água (zonas eufótica e afótica).

No Rio Grande do Norte, Medeiros (2013), analisando o efeito do regime hidrológico do semiárido na composição de espécies durante dominância de cianobactérias no reservatório Cruzeta, identificou um total de 62 espécies de algas fitoplanctônicas durante todo o período de estudo. A classe Chlorophyceae contribuiu com a maioria das espécies (24), sendo seguida pelas Cyanophyceae (23), Bacillariophyceae (7), Cryptophyceae (5) e Euglenophyceae (2). Quanto a densidade e biomassa fitoplanctônica, esta foi dominada por cianobactérias em todos os períodos estudados, representando 99% do total da biomassa.

Ainda no Rio Grande do Norte, estudando a diversidade do fitoplâncton e a qualidade da água do Lago Jiqui em escalas espaciais e temporais, Lima et al. (2013) identificaram 108 táxons, dos quais Bacillariophyceae foi predominante, seguida de Chlorophyceae e Cyanobacteria. Em ambas as escalas espaciais e temporais, a diversidade do fitoplâncton esteve moderada a baixa, com o domínio selecionado dos táxons de *Euglena gracilis* G.A.Klebs, *Trachelomonas* (Euglenophyceae) e *Gomphonema*, *Navicula cuspidata* var. *cuspidata* (Kützing) Kützing, *Navicula* spp., *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) Otto Müller e *Cyclotella* sp. (Bacillariophyceae). Devido às baixas concentrações de clorofila *a* e a baixa riqueza de Cyanobacteria, o ambiente foi classificado como oligotrófico.

Aragão-Tavares, Moura e Bittencourt-Oliveira (2013), ao estudarem Cianobactérias planctônicas formadoras de florações em 19 reservatórios no estado do Pernambuco,

evidenciaram 23 espécies distribuídas entre as ordens Oscillatoriales, (10 spp.), Chroococcales (8 spp.) e Nostocales (5 spp). Dentre estas, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi o único considerado muito comum, predominando na maioria dos ambientes. O gênero *Microcystis* foi o mais representativo, com quatro espécies (*M. novacekii*, *M. panniformis*, *M. protocystis* e *Microcystis sp.*). Dez novos táxons foram registrados para o estado de Pernambuco.

Continuando os estudos em Pernambuco, Lira et al. (2014), analisando as variações vertical e temporal nas assembleias fitoplanctônicas no reservatório Mundaú, identificaram 71 táxons distribuídos em 6 classes. A classe Chlorophyceae foi a mais rica em número de espécies ao longo do estudo e, juntamente com Cyanophyceae, representaram 83,10% da comunidade. Quanto a densidade, houve variações entre diferentes profundidades de amostragem (variação vertical). A profundidade de até 2,0 m apresentou maior densidade de organismos, sendo que a densidade média foi maior na estação chuvosa, com Cyanophyceae e Bacillariophyceae representando os maiores valores. Moura et al. (2015), estudando as Cianobactérias no mesmo reservatório, bem como as variações mensais e verticais das variáveis hidrológicas do ambiente, observou que houve diferenças significativas entre as profundidades de oxigênio dissolvido e turbidez e entre meses. Percebeu ainda, que a maior biomassa foi registrada na subsuperfície, onde *M. panniformis* era dominante. As espécies de cianobactérias como *C. raciborskii*, *Geitlerinema anfíbio* (Agardh ex Gomont) *Anagnostidis* e *Merismopedia punctata* Meyen foram abundantes em pelo menos uma data de amostragem. E que a maior biomassa de *M. panniformis* e *C. raciborskii* foi registrada na subsuperfície, sendo que, essa biomassa de *C. raciborskii* foi positivamente correlacionada com a de *M. panniformis*.

Dando continuidade aos estudos no Rio Grande do Norte, Câmara et al. (2015) ao estudarem o Reservatório Armando Ribeiro, inventariaram 53 táxons para o fitoplâncton. Houve uma maior representabilidade da classe Cyanophyceae seguida de Chlorophyceae e Bacillariophyceae, registrou-se ainda, uma baixa diversidade para a comunidade no geral com dominância principalmente das espécies filamentosas. No mesmo ano, Vieira, Cardoso e Costa, estudando o mesmo reservatório identificaram 63 táxons fitoplanctônicos distribuídos em 11 grupos funcionais, dos quais seis pertencem às cianobactérias. Sendo que o mais adaptado às condições ambientais do reservatório foi o grupo S1 representado por *P. agardhii*, o qual contribuiu com mais que 90% da biomassa total.

Ainda no Rio Grande do Norte, estudando os reservatórios Santa Cruz do Apodi e Pau dos Ferros, Silva e Costa (2015) registram 47 táxons distribuídos em cinco classes e 17 grupos funcionais. O Reservatório Pau dos Ferros foi classificado, ecologicamente, como ruim durante quase todo o período amostral. Já o Reservatório Santa Cruz do Apodi apresentou baixa biomassa e maior diversidade na composição fitoplanctônica.

Monteiro (2016), no estado da Paraíba, estudando a dinâmica do fitoplâncton em reservatórios do semiárido evidenciou uma flora fitoplanctônica representada por 97 táxons agrupados em 5 grupos taxonômicos: Cyanophyceae (31%), Bacillariophyceae (29%), Chlorophyceae (20%), Euglenophyceae (11%), Zygnemaphyceae (9%). Em relação ao biovolume, a comunidade fitoplanctônica dos reservatórios estudados foi formada primordialmente por cianobactérias com registro de florações.

Continuando os estudos no Ceará, Lucas et al. (2016) estudaram o Reservatório Rosário em Lavras da Mangabeira e identificaram 50 táxons, distribuídos em nove classes, onde as mais representativas foram Chlorophyceae seguida de Cyanophyceae e Bacillariophyceae, sendo que, a maior diversidade de espécies foi observada durante o período chuvoso. O estudo mostrou a presença de algas com preferências ecológicas por ambientes eutróficos.

Em Pernambuco, Lima (2017) estudando a comunidade de cianobactérias nos reservatórios de Jucazinho e Carpina, evidenciou a presença de táxons pertencentes a gêneros tóxicos, como *Planktothrix* sp., *Synechocystis* sp., *Geitlerinema amphibium*, *Aphanocapsa* sp., *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, *R. curvata*, *Microcystis* sp., *Pseudoanabaena* sp., *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková, *Merismopedia* sp. e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Cardoso et al. (2017) realizando trabalhos na Paraíba e no Rio grande do Norte em dois reservatórios identificaram 81 táxons, distribuídos em 9 classes: Cyanophyceae (24), Chlorophyceae (22), Bacillariophyceae (10), Trebouxiophyceae (8), Euglenophyceae (6), Coscinodiscophyceae (5), Zygnematophyceae (3), Mediophyceae (2) e Klebsormidiophyceae (1).

Na Paraíba, Cardoso et al. (2017), estudando a estrutura do fitoplâncton no reservatório Poções, inventariaram 40 taxóons distribuídos nas classes Chlorophyceae (12), Bacillariophyta (nove), Cyanophyceae (oito), Euglenophyceae (seis), Zynemaphyceae (quatro) e Dynophyceae (um). O ambiente foi classificado como eutrófico.

Diniz (2018), estudando dois reservatórios no Estado de Pernambuco, identificou 41 espécies no reservatório Tapacurá (Supereutrófico), onde 11 espécies apresentaram grande biomassa e 59 espécies no Tabocas (mesotrófico), sendo que destas, 29 espécies foram consideradas abundantes.

3.4 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sudeste

No estado de São Paulo, Rodrigues, Sant'Anna e Tucci (2010) analisando a diversidade de Chlorophyceae das Represas Billings e Guarapiranga, dois dos maiores e mais importantes reservatórios de abastecimento público da cidade de São Paulo, inventariaram 36 táxons de Chlorophyceae, distribuídos em duas ordens, dez famílias e 24 gêneros. *Desmodesmus* apresentou maior riqueza (quatro spp.), seguido de *Ankistrodesmus* e *Scenedesmus* (três spp. cada). Dez táxons foram primeiras citações para os reservatórios estudados. Oito táxons foram exclusivos da Represa Guarapiranga e três foram registrados unicamente na Represa Billings, sendo que, boa parte (70%) das espécies foram comuns aos dois reservatórios. Já no Oeste do mesmo estado, Cordeiro-Araújo et al. (2010), estudaram corpos d'água nas estações de chuva e seca, identificando 16 táxons de Cyanobacteria, pertencentes às famílias Pseudanabaenaceae, Phormidiaceae, Oscillatoriaceae, Nostocaceae, Microcystaceae e Merismopediaceae. Dentre as populações identificadas, *C. raciborskii* e *Anabaena* spp. são consideradas potencialmente tóxicas.

Ainda em São Paulo, Cunha e Calijuri (2011), estudando a variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços do Reservatório (Ituparanga) evidenciaram 74 táxons fitoplanctônicos, pertencentes a oito classes taxonômicas, Chlorophyceae (40,5%), Cyanophyceae (18,9%), Bacillariophyceae (12,2%), Euglenophyceae (12,2%), Chrysophyceae (5,4%), Cryptophyceae (5,4%), Chlamydomonadales (4,1%) e Dinophyceae (1,4%). Houve uma diversidade significativa de grupos funcionais nos braços do reservatório, com presença de agrupamentos típicos de ambientes que apresentam estado de eutrofização.

Em Minas Gerais, na represa de Furnas em Barranco Alto, Bressane, Santos e Mendes (2013), identificaram oito grupos fitoplanctônicos contendo 30 táxons no total. Onde a classe com maior número de representantes foi a Cyanophyceae com 12 táxons, seguida por

Bacillariophyceae (sete táxons) e Chlorophyceae (quatro), juntas estas representaram mais de 76% da riqueza total. Entre as espécies mais frequentes, ou seja, que ocorreram em todos os pontos amostrais a *Cylindrospermopsis raciborskii* se destacou entre as cianofíceas, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen entre as diatomáceas e *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans entre os dinoflagelados.

Rosal (2014), analisando a comunidade fitoplanctônica, bem como, o grau de trofia de quatro reservatórios em São Paulo: Taiacupeba, Billings, das Graças e Tanque Grande, registrou 169 táxons, distribuídos em 10 grupos taxonômicos. Chlorophyceae e Cyanobacteria foram os grupos que apresentaram os maiores números de táxons, 69 e 29 táxons, respectivamente. Quanto a avaliação das características limnológicas e do índice de estado trófico estimado para o período de estudo nos quatro sistemas estudados caracterizaram a estação de amostragem do Reservatório Billings como eutrófica e as estações de amostragens dos reservatórios Taiacupeba e das Graças, como mesotróficas e a estação de amostragens do reservatório Tanque Grande como oligo-mesotrófico.

No estado do Espírito Santo, Almeida (2015) analisando a variação espacial longitudinal da comunidade fitoplanctônica, bem como, as variáveis ambientais de duas lagoas costeiras do município da Serra, identificou 207 táxons em seis estações amostrais. A Classe Cyanophyceae foi a mais representativa numericamente e dos táxons pertencentes a essa Classe, *Synechocystis aquatilis* Sauvageau foi dominante. A presença de efluente doméstico não tratado, excreta nitrogenada, e resto de ração ofertada aos peixes nos tanques de piscicultura, favoreceu o desenvolvimento das cianobactérias.

Continuando os estudos em São Paulo, Santana e Ferragut (2016) estudando o fitoplâncton no reservatório de Rasgão, situado na cidade de Pirapora do Bom Jesus, que é um dos reservatórios da sub-bacia Pinheiros-Pirapora, identificaram 86 táxons, que foram distribuídos em 7 grupos taxonômicos: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae. Onde Chlorophyceae e Euglenophyceae mostraram o maior número de taxa: 41 e 22, respectivamente.

No mesmo estado, Santos (2016), em seu estudo analisou o fitoplâncton como discriminador ambiental dos reservatórios no sistema Cantareira, identificando 252 táxons (espécie e gênero) distribuídos em 15 classes taxonômicas, sendo Cyanophyceae (42), Chlorophyceae (66), Conjugatophyceae (20), Trebouxiophyceae (26), Klebsormidiophyceae (3), Bacillariophyceae (30), Coscinodiscophyceae (18), Fragilariophyceae (8), Cryptophyceae

(7), Dinophyceae (10), Euglenophyceae (14), Chrysophyceae (4), Synurophyceae (1), Xanthophyceae (2) e Eustigmatophyceae (1). Sendo Chlorophyceae, Coscinodiscophyceae e Cyanophyceae as três classes com maior número de espécies nos dois períodos sazonais. Enquanto que os reservatórios apresentaram diferentes graus de trofia, variando de oligotrófico a supereutrófico.

No estado do Rio de Janeiro, Puga (2016), estudando a comunidade fitoplanctônica de sete reservatórios tropicais, evidenciou representantes de 9 categorias taxonômicas principais: Cyanophyceae; Dinophyceae, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Zygnematomphyceae, Cryptophyceae, Ochromonadales (*Erkenia*), Euglenophyceae e Chlorophyceae.

3.5 Estudos da comunidade fitoplanctônica no Sul

No Paraná, Wojciechowski (2010), estudando a composição fitoplanctônica no reservatório rio verde, identificou 106 táxons, os quais foram distribuídos em 11 grupos taxonômicos. Os grupos que mais contribuíram para a densidade relativa foram Chlorophyceae (30%), Nanoflagelados (27%), Cyanophyceae (21%), Cryptophyceae (11%) e Bacillariophyceae (5%), para o mês de março. Já para coleta de julho há maior destaque para Nanoflagelados (40%), Chlorophyceae (25%), Bacillariophyceae (15%) e Cryptophyceae (11%). Quanto à riqueza, em ambos os períodos, as Chlorophyceae apresentaram um maior número de táxons, contribuindo com 43 táxons e correspondendo a aproximadamente 40% de todos os táxons inventariadas durante ambas as coletas, sendo a ordem chlorococcales a mais comum.

Ainda no Paraná, no mesmo reservatório, Fernandes et al. (2011), analisando a comunidade fitoplanctônica, identificou cerca de 130 táxons, distribuídos entre as classes Chlorophyceae (45%), Cyanophyceae (8%), Bacillariophyceae (13%), Cryptophyceae (3%), Chrysophyceae (2%), Zygnemaphyceae (1%), Euglenophyceae (1%), Dinophyceae (0,1%), Nanoflagelados (19%) e outros (5%). Sendo que, o grupo dominante foi Chlorophyceae, com 43 táxons.

No Rio Grande do Sul, Domingues e Torgan (2011) estudando a composição do fitoplâncton no Lago das Tartarugas, situado no Jardim Botânico da cidade de Porto Alegre, identificaram 49 táxons específicos e infraespecíficos. Cyanophyceae foi a classe mais bem representada, apresentando 17 espécies, seguido por Bacillariophyceae (14 espécies e duas

variedades), Euglenophyceae (seis espécies e duas variedades), Xanthophyceae (quatro espécies), Zygnemaphyceae (uma espécie e uma variedade) e Chrysophyceae e Cryptophyceae com uma espécie cada.

Ainda no sul do Brasil, Tonnetta, Petrucio e Laudares-Filho (2013) avaliando a variação temporal na comunidade fitoplanctônica da Lagoa do Peri, registraram cinco grupos, com 31 táxons, sendo que Cyanobacteria, foi o grupo mais importante representando 87% da densidade total, seguida de Chlorophyta com 11%. *C. raciborskii* foi a espécie dominante durante quase todo o período estudado, sendo substituída por *Limnothrix* sp. quando ocorreu diminuição na velocidade do vento e aumento na temperatura e na concentração de fósforo. Apesar dos dados obtidos mostrarem uma ausência de variação vertical na coluna d'água, houve uma variação temporal nesse ambiente.

No Rio Grande do Sul, Baú (2018), estudando a variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório de Passo Real, identificou 15 espécies e quatro gêneros planctônicos distribuídos em seis classes como seguem: Dinophyceae 83%, Bacillariophyceae 2%, Conjugatophyceae 0,4%, Cyanobacteria 14 %, Chlorophyceae 0,08% e Xanthophyceae 0,02%.

3.6 Estudos da comunidade fitoplanctônica no Centro - Oeste

Em Goiás, Nogueira, Gama Júnior e D'Alessandro (2011) identificaram as espécies de cianobactérias planctônicas de um reservatório artificial urbano, registrando 31 táxons de cianobactérias pertencentes aos gêneros *Dolichospermum* (cinco spp.), *Aphanocapsa* (quatro spp.), *Microcystis* (três spp.), *Pseudanabaena* (três spp.), *Radiocystis* (duas spp.), *Oscillatoria* (duas spp.), *Bacularia*, *Coelosphaerium*, *Cylindrospermopsis*, *Geitlerinema*, *Glaucospira*, *Limnothrix*, *Pannus*, *Phormidium*, *Planktolyngbya*, *Planktothrix*, *Sphaerocavum* e *Synechocystis* (uma sp. cada). No mesmo ano, em Goiás, a estrutura da comunidade fitoplanctônica do Reservatório de Cachoeira Dourada, foi estudada por Oliveira, Rocha e Peret (2011) onde registraram a ocorrência de 109 táxons, distribuídos entre as classes Cyanophyceae (30), Zygnematophyceae (25), Chlorophyceae (24) e Bacillariophyceae (18), que representaram 88,99% da comunidade. As classes com a menor representatividade foram Euglenophyceae (quatro), Chrysophyceae (quatro), Xanthophyceae (duas), Dinophyceae e Cryptophyceae com um táxon cada. Como houve ausência de florações e baixas abundâncias populacionais, a qualidade da água do reservatório continuava se mantendo dentro dos limites estipulados para seus usos múltiplos.

No Distrito Federal, Batista e Fonseca (2018), registrados na região central do Lago Paranoá 94 táxons, distribuídos em 10 classes taxonômicas, das quais as mais representativas foram Chlorophyceae (44%) e Cyanobacteria (16%). De acordo com concentrações de nitrogênio total e os grupos funcionais do fitoplâncton, o ambiente foi classificado como mesotrófico.

3.7 Estudos da comunidade fitoplanctônica no Norte

Na região Norte os estudos sobre o fitoplâncton em reservatórios são raros, isso se deve principalmente a ausência desses ambientes, pois os principais ecossistemas aquáticos são representados por lagos de inundações e grandes rios, portanto não havendo necessidade de construções de reservatórios para armazenagem da água.

No estado do Pará, Cunha (2013) estudando variação espacial e temporal do fitoplâncton no Reservatório de Tucuruí, identificou 266 espécies, distribuídas em 12 classes, 41 famílias e 83 gêneros. Com relação à quantidade de táxons as classes apresentaram a seguinte relação: Oedogoniophyceae (1 sp.), Dinophyceae (2 spp.), Euglenophyceae (4 spp.), Fragilariophyceae (4 spp.), Xanthophyceae (6 spp.), Chrysophyceae (6 spp.), Coscinodiscophyceae (9 spp.) e Chlamydomonadophyceae (9 spp.) por sua baixa diversidade foram agrupadas na categoria “Outros”. A classe mais representativa foi a Zygnematales com 90 espécies, destacando a família Desmidiaceae (88 spp.).

Em Roraima, Silva, Moura e Dantas (2013), ao estudarem a comunidade de fitoplâncton do lago dos Reis, inventariaram 43 táxons, incluindo Cyanophyta (11,6%), Chlorophyta (51,2%), Euglenophyta (16,3%), Bacillariophyta (16,3%), Chrysophyta (2,3%) e Dinophyta (2,3%). A análise sazonal mostrou a presença de 35 espécies na estação seca e 29 espécies na estação chuvosa. Chlorophyta e Bacillariophyta apresentaram o maior número de espécies na estação seca (17 spp e 6 spp, respectivamente).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Área de Estudo

O açude Canoas ($6^{\circ}52'28''\text{S}$ $39^{\circ}52'30''\text{W}$) localiza-se em Assaré, este município se encontra no sul do Estado do Ceará (Figura 2), distante 473,9 km de Fortaleza, com uma área de $1.116,331 \text{ km}^2$ e uma população de 23.191 habitantes (IBGE, 2016).

Esse importante reservatório utilizado para abastecimento público foi construído em 1999, com intuito de resolver o problema de falta de água na região, está inserido na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, apresentando uma capacidade hídrica de $69.250.000 \text{ m}^3$, possui uma vazão regularizada de $0,800 \text{ m}^3/\text{s}$ e altura máxima de 50 m dentre outras características hidrológicas e morfométricas (Tabela 1; Figura 3) (SRH, 2015).

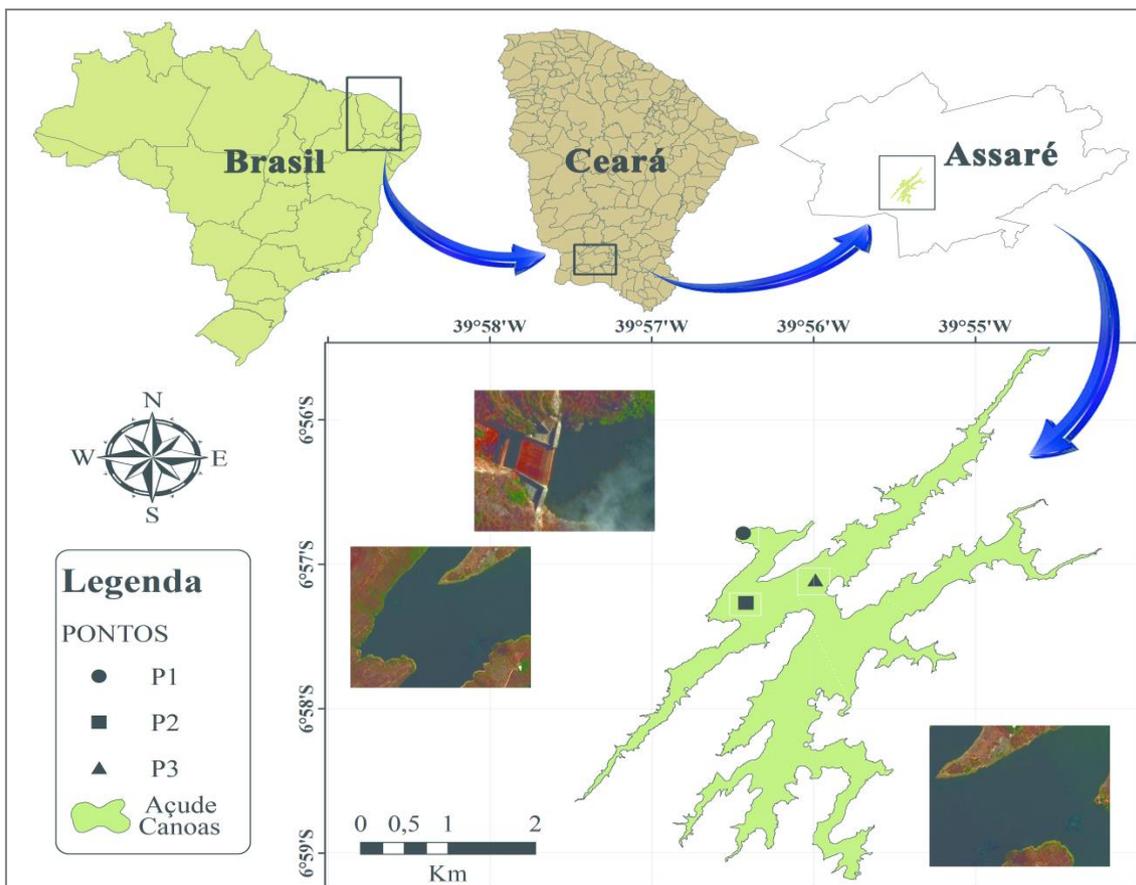


Figura 2: Localização do Reservatório Canoas, Assaré,CE e dos pontos de coleta (P1;P2;P3).

Tabela 1. Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Canoas, Assaré, CE.

Conclusão	1999
<u>Barragem</u>	
Tipo:	Concreto compactado a rolo – c
Capacidade (m³):	69.250.000
Bacia Hidrográfica (Km²):	487,180
Bacia Hidráulica (ha):	660,000
Vazão Regularizada (m³/s):	0,800
Extensão pelo Coroamento(m):	116,5
Largura do Coroamento (m):	6,00
Cota do Coroamento (m):	400,00
Altura Máxima (m):	50,80
<u>Sangradouro</u>	
Tipo:	Creager incorporado ao corpo da barragem
Largura (m):	50,0
Lâmina Máxima (m):	4,40
Cota da Soleira (m):	393,0
<u>Tomada d'água</u>	
Tipo:	Galeria com válvula dispersora
Diâmetro (mm):	500
Comprimento (m):	68
Pluviometria annual	764.1 mm/ano
Localização	Latitude: 6°52'28"S Longitude: 39°52'30"W
Bacia	Alto Jaguaribe
Rio/Riacho Barrado:	Rch. São Gonçalo

Fonte: Secretaria de Recursos Hídricos (2015)



Figura 3. Vista parcial do Reservatório Canoas, Assaré, CE, março de 2017.

A sub-bacia do Alto Jaguaribe (Figura 4) localiza-se na porção sudoeste do Estado do Ceará, limita-se a oeste com o Estado do Piauí e ao sul com o Estado de Pernambuco. Das cinco sub-bacias que compõem a bacia do rio Jaguaribe (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado) é a que possui maior região hidrográfica, sendo, também, a maior do Estado. Esta, por sua vez, se inicia nas nascentes do rio Jaguaribe e percorre uma extensão de aproximadamente 325 km até alcançar o açude Orós, seu principal reservatório, localizado próximo à sua foz. Drena uma área de 24.538 km², o equivalente a 16% do território cearense. Neste trecho, os principais afluentes do Rio Jaguaribe são os rios: Carrapateiras, Trici, Puiú, Jucás, Condado, Cariús, Trussu e o riacho Conceição. Dos 27 municípios pertencentes a esta sub-bacia, 23 estão integralmente dentro dela: Acopiara, Aiuaba, Altaneira, Antonina do Norte, Araripe, Arneiroz, Assaré, Catarina, Campos Sales, Cariús, Farias Brito, Iguatu, Jucás, Nova Olinda, Orós, Parambu, Potengi, Quixelô, Saboeiro, Salitre, Santana do Cariri, Tarrafas, Tauá; e quatro parcialmente: Caririaçu (9,90%), Crato (18,31%), Icó (1,61%), Várzea Alegre (18,57%) (SANTANA, 2009).

Esta sub-bacia apresenta grande capacidade de acumulação em termos de águas superficiais no Estado do Ceará, com um total de 4.604 reservatórios (COGERH, 2010). São destaques: o açude Orós, responsável por 70% do total armazenado nesta Sub-Bacia, além dos açudes Trussu, Arneiroz II, Canoas, Poço da Pedra e Várzea do Boi (SRH, 2013).

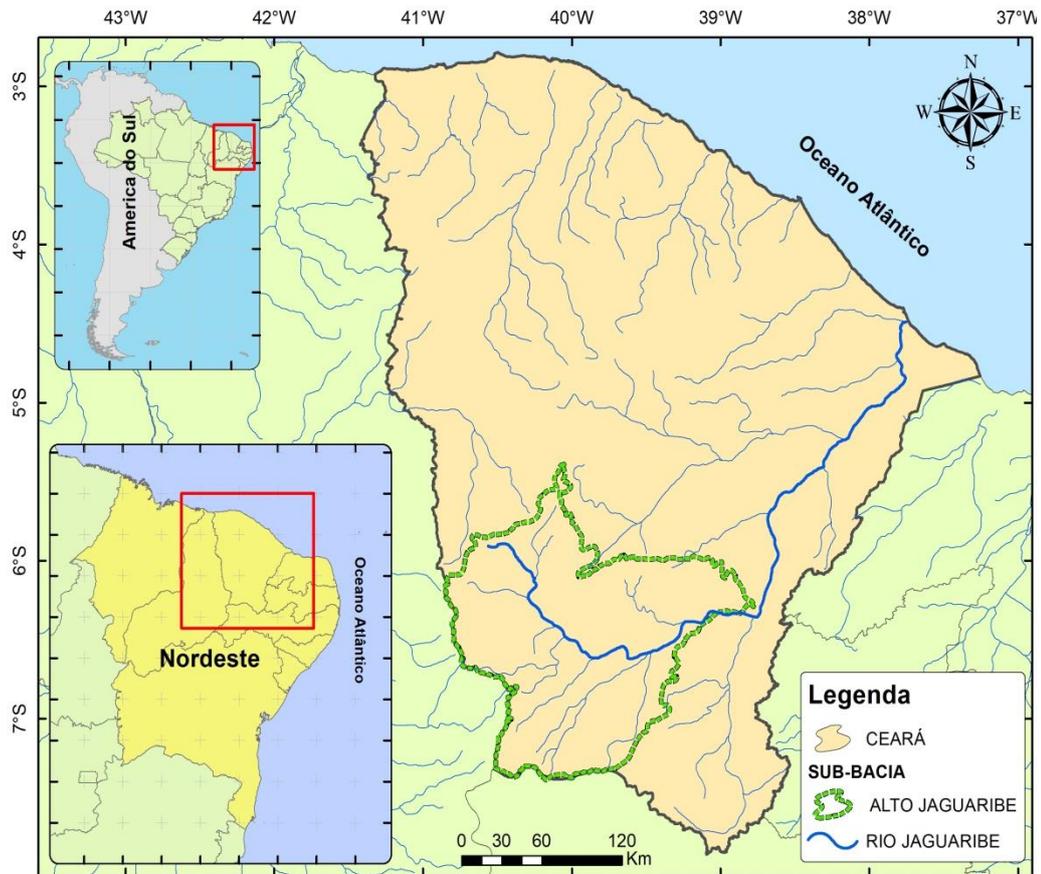


Figura 4: Mapa da Sub-bacia do Alto Jaguaribe, CE, Brasil.

O Município de Assaré apresenta um clima tropical quente semiárido com pluviometria média de 680,7 mm, com chuvas concentradas de fevereiro à abril. Possui relevo Maciço residual, com depressão sertaneja, com solos Litólicos, Latossolo vermelho-amarelo, Podzólico vermelho-amarelo, terra roxa estruturada similar. Quanto à vegetação, há floresta caducifólia espinhosa e floresta subcaducifólia tropical pluvial. Em relação à economia, a pecuária e a agricultura de subsistência e a monocultura do algodão, merecem destaque. O turismo também é uma importante fonte de renda devido à riqueza de tradições culturais da região (IPECE, 2016).

4.2 Precipitação (mm):

Os dados de pluviosidade mensais referentes ao período de outubro de 2016 a maio de 2017 foram obtidos do banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2018).

4.3 Amostragem

4.3.1 Localização dos Pontos de Amostragem

No Reservatório Canoas foram demarcados os pontos de amostragem (Tabela 2), sendo as coordenadas geográficas medidas por um GPS modelo Garmin Etrex.

Tabela 2. Localização dos pontos de amostragem (P1, P2 e P3) no Reservatório Canoas, Assaré, CE.

PONTOS	COORDENADAS	CARACTERIZAÇÃO
P1	S 06° 56' 46.9" W 039° 56' 26.1"	Próximo a parede do reservatório, onde apresenta cobertura vegetal da área marginal não preservada. Ausência de macrófitas aquáticas.
P2	S 06° 57' 15.8" W 039° 56' 25.1"	Apresenta cobertura vegetal da área marginal visualmente devastada, e marcada pela presença de caprinos e bovinos. Ausência de macrófitas aquáticas.
P3	S 06° 57' 06.5" W 039° 55' 59.4"	Ponto de captação de água, onde apresenta cobertura vegetal da área marginal visualmente devastada, e marcada pela presença de caprinos e bovinos. Ausência de macrófitas aquáticas.

4.4 Estudos Taxonômicos

4.4.1 Coleta e Tratamento das Amostras

Para a análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica foram coletadas mensalmente amostras no período de outubro de 2016 à maio de 2017, compreendendo o período seco e chuvoso, em três pontos específicos (P1, P2 e P3), por meio de arrastos horizontais, em subsuperfície com auxílio de barco motorizado e rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm. As amostras encontram-se armazenadas em frascos de polietileno, devidamente etiquetadas e preservadas com formol a 4% (NEWELL e NEWELL, 1968), e fazem parte do acervo do Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri (LaB/URCA), onde se procederam as etapas de identificação e sistematização dos táxons.

Para análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica foram coletados 500 ml de água diretamente da subsuperfície do reservatório (aproximadamente 20 cm de profundidade) e em seguida as amostras foram fixadas com solução de lugol acético na proporção de 1:100. Após a coleta, as amostras foram transportadas, armazenadas e

analisadas no Laboratório de Botânica (LaB/URCA).

As amostras de água para análises físico-químicas foram coletadas com auxílio de uma garrafa coletora do tipo Van Dorn, com capacidade de 3,5 litros. O estudo dessas variáveis (Tabela 3) foi realizado por meio da análise da temperatura da água – TAG (° C), temperatura do ar – TAR (° C), potencial hidrogeniônico – pH, condutividade elétrica – CEL (μScm^{-1}), transparência – TRA, oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e sólidos totais dissolvidos – STD (mg.L^{-1}), dos três pontos (P1, P2 e P3). Essas variáveis foram coletadas de forma direta e obtidas *in situ*, por meio do uso dos seguintes equipamentos: temperatura da água TAG (° C) – sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146; temperatura do ar – TAR (° C) – termo higrômetro digital INCOTERM; potencial hidrogeniônico – pH - pHgâmetro, digital portátil HANNA HI 8424; condutividade elétrica – CEL - Condutivímetro HANNA HI 99300; transparência – TRA- Disco de Secchi; oxigênio dissolvido – OD - Sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146; sólidos totais dissolvidos – STD – medidor de teor de sólidos dissolvidos HANNA HI 99300.

Tabela 3. Variáveis limnológicas analisadas no Reservatório Canoas, Assaré, CE.

VARIÁVEIS	UNIDADES	EQUIPAMENTOS
Temperatura da água	° C	sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146
Temperatura do ar	° C	termo higrômetro digital INCOTERM
Potencial hidrogeniônico	pH	pHgâmetro, digital portátil HANNA HI 8424
Condutividade elétrica	μScm^{-1}	Condutivímetro HANNA HI 99300
Transparência	-	Disco de Secchi
Oxigênio dissolvido	mg/L	Sensor térmico do oxímetro HANNA HI 9146
Sólidos totais dissolvido	mg.L^{-1}	medidor de teor de sólidos dissolvidos HANNA HI 99300

4.4.2 Análise Qualitativa

A análise da composição do fitoplâncton consistiu na identificação dos táxons, baseando-se na morfologia e morfometria dos indivíduos, utilizando microscópio óptico Trinocular (QUIMIS) - **Motic**, Modelo: Q711T – BA310, acoplado a uma câmera MOTICAM 3.0 MP, com sistema de visualização Motic images plus version 2.0, a partir do qual, as microalgas foram identificadas.

Foi utilizada bibliografia especializada incluindo revisões e monografias.

Os sistemas de classificação adotados foram: Round (1971) para as classes de Chlorophyta, Round et al. (1990) para as Bacillariophyceae; Komárek e Anagnostidis (1989, 1998 e 2005) e Hoffmam et al. (2005) para Cyanobacteria e Van den Hoek et al. (1995) para as demais classes.

Dentre os trabalhos especializados utilizados para identificação de gêneros e espécies destacam-se: Komárek e Fott (1983), Sant'Anna (1984), Comas (1996), Nogueira (1991), Godinho (2009), Godinho et al. (2010), Rodrigues et al. (2010), Rosini et al. (2012 e 2013a), Ramos et al. (2012) para algas verdes; Hüber-Pestalozzi (1955), Tell e Conforti (1986), Menezes (1994) para Euglenophyceae; Komárková-Legnerová e Cronberg (1994), Azevedo et al. (1996), Azevedo e Sant'Anna (1999, 2003), Komárek e Azevedo (2000), Rosini et al. (2013b) e Sant'Anna et al. (2004) para Cyanobacteria; Ferragut et al. (2005), Sant'Anna et al. (1989), Sant'Anna et al. (2012), Tucci et al. (2006) para a comunidade em geral. Atualizações taxonômicas foram realizadas com base nos trabalhos de An et al. (1999), Buchheim et al. (2005), Hegewald (1997, 2000), Hegewald e Hanagata (2000), Hegewald e Wolf (2003), Krienitz e Bock (2012), Krienitz et al. (2003).

4.4.3 Análise Quantitativa - Densidade do Fitoplâncton total

Para a análise da densidade do fitoplâncton as amostras foram homogeneizadas e colocadas para sedimentar em câmaras de 2 mL, durante 6 horas. A estas adicionou-se 5 a 10 gotas do corante Rosa de Bengala para distinguir as células fitoplantônicas dos detritos e partículas de sedimento.

A contagem do fitoplâncton foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Utermöhl (1958), em microscópio invertido Zeiss Axiovert 25, os organismos foram

contados sob o aumento de 400 vezes, com o auxílio do retículo de Whipple com régua micrométrica calibrada. O tempo de sedimentação das amostras foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara, segundo o critério de Lund et al. (1958). A contagem dos indivíduos foi realizada em campos ou transectos horizontais e/ou verticais, garantindo dessa forma a precisão dos resultados. E o limite da contagem, ou seja, o número mínimo de campos contados por câmara de sedimentação foi determinado por meio de dois critérios: a) gráfico de estabilização do número de espécies, obtido a partir de espécies novas adicionadas com o número de campos contados e b) as espécies mais abundantes, obtido pela contagem de até 100 indivíduos da espécie mais comum. No caso de ocorrência de florações de cianobactérias ou de outras microalgas, foi realizada a contagem de 100 indivíduos da segunda espécie mais comum (TUCCI, 2002).

Cada célula, colônia, cenóbio e filamento foram considerados como um indivíduo.

Os resultados foram expressos em densidade (org.mL^{-1}) e calculados de acordo com a fórmula descrita em Weber (1973):

$\text{Organismos.mL}^{-1} = (n/sc).(1/h).(F)$; onde:

n = número de indivíduos efetivamente contados;

s = área do campo em mm^2 no aumento de 40X;

c = número de campos contados;

h = altura da câmara de sedimentação em mm;

F = fator de correção para mililitro ($10^3 \text{ mm}^3/1 \text{ mL}$).

Os valores de densidade de Cyanobacteria foram comparados aos padrões propostos na resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, para classificação de águas doces classe 2, que se destina ao abastecimento público e recreação. O potencial de risco à saúde dos seres vivos, relacionados aos valores de densidade das Cyanobacteria no Reservatório Canoas, foi avaliado assumindo-se os níveis de alerta estabelecidos pela portaria N° 518/GM, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde e pelo guia da Organização Mundial de Saúde (OMS).

A partir dos resultados de Densidade Total (org.mL^{-1}) da comunidade fitoplanctônica foram calculadas as demais propriedades referentes à estrutura da comunidade.

4.4.4 Espécies dominantes e abundantes

Segundo o conceito em Lobo e Leighton (1986), espécies dominantes são aquelas cujas densidades foram $> 50\%$ da densidade total da amostra; e abundantes aquelas cujas densidades superaram a densidade média da amostra. A densidade média da amostra é calculada dividindo-se o valor da densidade total pelo número de espécies (Riqueza) encontradas na referida amostra.

4.4.5 Frequência de Ocorrência

A Frequência de Ocorrência (F) (%) das espécies foi calculada com base na presença e ausência das espécies, em relação ao número total de amostras.

Calculado a partir da fórmula:

$$\square F = (Pa / P) * 100, \text{ onde:}$$

Pa= número de amostras em que a espécie “a” está presente;

P= número total de amostras analisadas, para cada reservatório estudado;

100= fator de conversão para porcentagem.

Para interpretação dos resultados, utilizou-se as seguintes categorias de frequência, de acordo com Matteuci e Colma (1982):

Muito frequente (MF) $> 70\%$;

Frequente (F) $> 40\% \leq 70\%$;

Pouco frequente (PF) $> 10 \leq 40\%$;

Esporádica ou Rara (E) $\leq 10\%$.

4.4.6 Riqueza

A riqueza foi considerada como o número total das espécies encontradas por amostra.

4.4.7 Índice de Diversidade (H') (bits.ind⁻¹/bits.mm³)

Estimado pelo índice de Shannon e Wiener (1963). Calculado a partir da fórmula:

n

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

i-1

$p_i = n_i/n$;

P_i = probabilidade de coleta da espécie i na população;

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

n = número total de indivíduos na amostra.

Os resultados foram apresentados em bits. Cel^{-1} , considerando-se que um bit equivale a uma unidade de informação. Esses valores podem ser enquadrados nas seguintes classificações:

- $\geq 3,0$ bits. Cel^{-1} alta;
- $\geq 2,0 < 3,0$ bits. Cel^{-1} média;
- $\geq 1,0 < 2,0$ bits. Cel^{-1} baixa;
- $< 1,0$ bits. Cel^{-1} muito baixa.

4.4.8 Índice de Equitabilidade (J')

Foi avaliado de acordo com Lloyd e Ghelardi (1964). Calculado a partir da fórmula:

- $J' = H' / \log_2 S$, onde:

H' = diversidade da amostra;

S = número de táxons na unidade amostral.

Este índice varia de 0 a 1, sendo $> 0,5$ considerado significativo e equitativo, representando uma distribuição uniforme das espécies na amostra, e quanto mais próximo a 0 (zero) menor será a equitabilidade.

4.5 Análise estatística

Os dados foram organizados em EXCEL e os testes realizados com o programa R (HAMMER et al., 2001). A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapirro Wilk ($p = 0,05$). As relações entre as variáveis físico-químicas e a densidade fitoplanctônica foi realizada a correlação de Pearson (ZAR, 1984).

4.6 Normatização do Trabalho

Para normatização do trabalho, foram utilizadas as indicações da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2011), NBR 14.724 de abril de 2011 para a formatação e documentação do trabalho acadêmico a ABNT (2002), NBR 6023 para documentação das referências.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Precipitação pluviométrica (mm) em Assaré, CE

A média pluviométrica mensal mostrou a ocorrência de um ciclo sazonal, caracterizado por um período chuvoso (dez./16 a abr./17), um período pós chuvoso (mai./17) e um período de seca (out. a nov./16), tendo valor mínimo durante os meses de outubro e novembro (não houve precipitação) e de dezembro com uma precipitação de 15,2 mm e máximo de 230,4 mm no mês de março/2017 (Figura 5).

O período de maior precipitação foi representado pelos meses de janeiro, fevereiro, março e abril, caracterizando o período chuvoso. Neste período, o Município de Assaré/CE, apresentou precipitação pluviométrica alta em comparação a sua normal climatológica, com exceção do mês de abril, o qual apresentou um valor menor para o esperado durante o período de estudo.

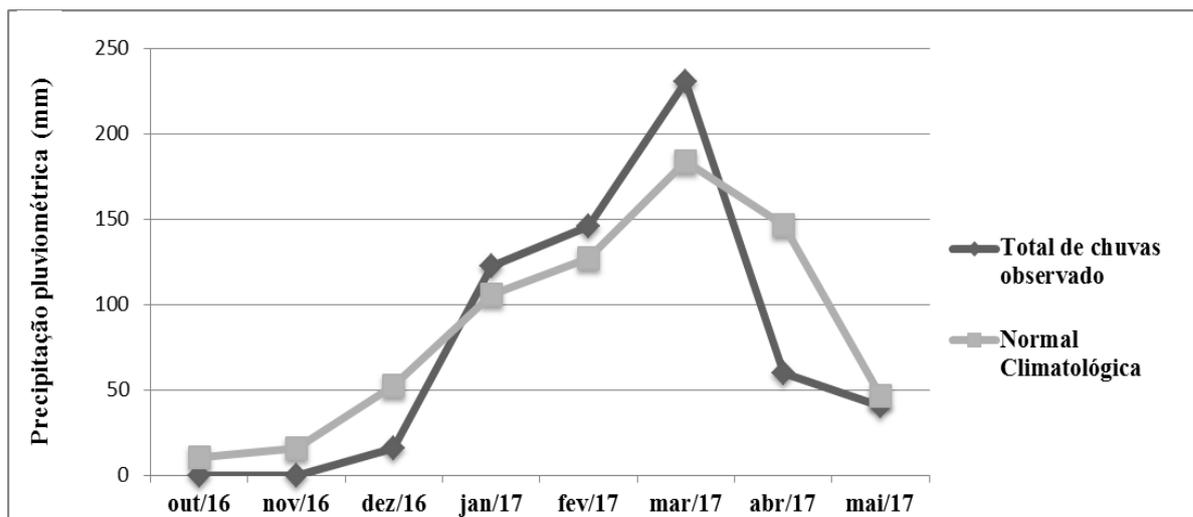


Figura 5. Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) e normal climatológica, Assaré, CE, durante outubro de 2016 a maio de 2017.

Fonte: FUNCEME, 2018.

O volume de água do Reservatório Canoas, vem sofrendo grande redução, em consequência da diminuição das chuvas no decorrer dos anos, como mostram os dados da COGERH (Figura 6).

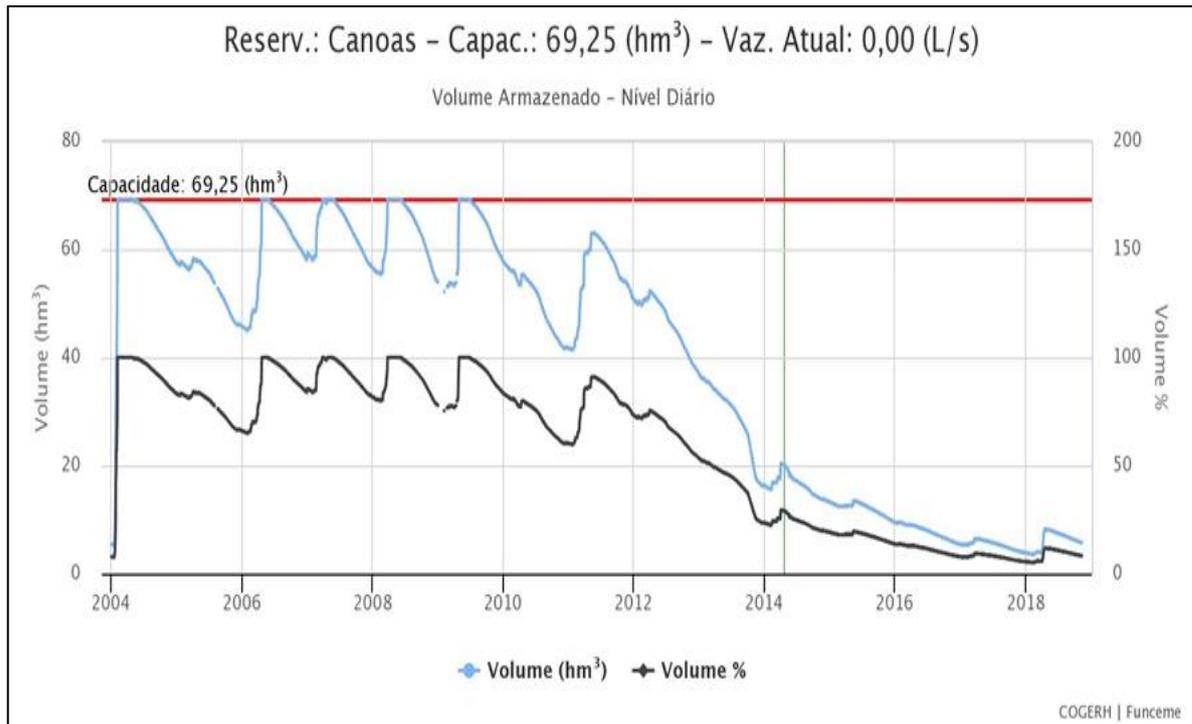


Figura 6. Volume de água armazenado do Reservatório Canoas, Assaré, CE entre os anos de 2004 e 2018.
Fonte: COGERH, 2018.

5.2 Avaliação dos dados abióticos

As propriedades físicas e químicas da água são elementos essenciais a serem considerados para avaliar a qualidade de um sistema e influenciam diretamente a composição e distribuição da comunidade fitoplanctônica. Portanto, é imprescindível conhecer quais desses fatores influenciam de fato essa comunidade, no período chuvoso bem como no período de seca (SANT'ANNA; GENTIL; SILVA, 2006).

Muitos estudos na região Nordeste brasileira mostram as associações das variáveis limnológicas com a comunidade fitoplanctônica em reservatórios (CORDEIRO-ARAÚJO et al., 2010; MOLISANI et al., 2010; DANTAS et al., 2012; LIRA et al., 2011; 2014).

A Tabela 4 apresenta os valores referentes aos parâmetros abióticos, no Reservatório Canoas, Assaré, CE, com base nas variáveis limnológicas das campanhas mensais dos anos de 2016 a 2017.

Tabela 4. Valores das variáveis limnológicas dos três pontos (P1, P2 e P3) das campanhas mensais 2016 e 2017 do Reservatório Canoas, Assaré, CE.

MÊS	PONTOS	TAG	TAR	pH	CEL	TRA	OD	STD
Out/16	P1	29,7	31,5	8,91	725	81,0	6,90	363
	P2	30,2	31,5	7,70	725	78,3	7,41	363
	P3	29,5	31,2	8,06	722	78,3	10,41	361
Nov/16	P1	26,8	28,2	8,60	740	70,2	9,78	370
	P2	26,6	29,0	7,68	706	72,9	6,75	353
	P3	26,5	29,0	8,85	746	62,1	7,14	373
Dez/16	P1	29,1	31,0	8,43	777	75,6	9,34	388
	P2	28,6	31,0	8,07	776	70,2	7,29	388
	P3	29,3	30,0	7,94	780	75,6	7,18	387
Jan/17	P1	31,8	30,3	8,00	763	62,1	9,29	381
	P2	29,8	30,8	9,20	760	67,5	7,51	380
	P3	29,3	30,3	9,77	740	62,1	6,30	370
Fev/17	P1	30,0	27,3	8,21	709	67,5	10,13	356
	P2	29,1	26,8	8,88	718	70,2	9,73	359
	P3	28,8	27,2	10,63	714	67,5	8,92	358
Mar/17	P1	31,4	28,4	9,65	684	67,5	10,54	343
	P2	30,3	27,4	9,65	679	89,1	9,61	340
	P3	29,5	28,6	10,52	682	86,4	7,03	342
Abr/17	P1	30,3	30,0	8,36	658	70,2	10,43	329
	P2	29,5	30,4	8,01	671	67,5	9,87	335
	P3	29,9	31,3	8,56	633	67,5	9,91	315
Mai/17	P1	28,8	28,8	7,90	700	72,9	8,83	353
	P2	27,4	27,8	7,54	702	72,9	9,41	354
	P3	27,4	26,8	7,43	709	75,6	9,66	355

As variáveis estão abreviadas da seguinte forma: temperatura da água – TAG (° C), temperatura do ar – TAR (°C), potencial hidrogeniônico – pH, condutividade elétrica – CEL (μScm^{-1}), transparência – TRA, oxigênio dissolvido – OD (mg/L) e sólidos totais dissolvido – STD (mg.L^{-1}).

5.2.1 Temperaturas da água e do ar

A temperatura da água apresentou-se com mínima de 26,5 °C no ponto P3 em novembro de 2016 e com máxima de 31,8 °C em P1 no mês de janeiro de 2017 (Figura 7).

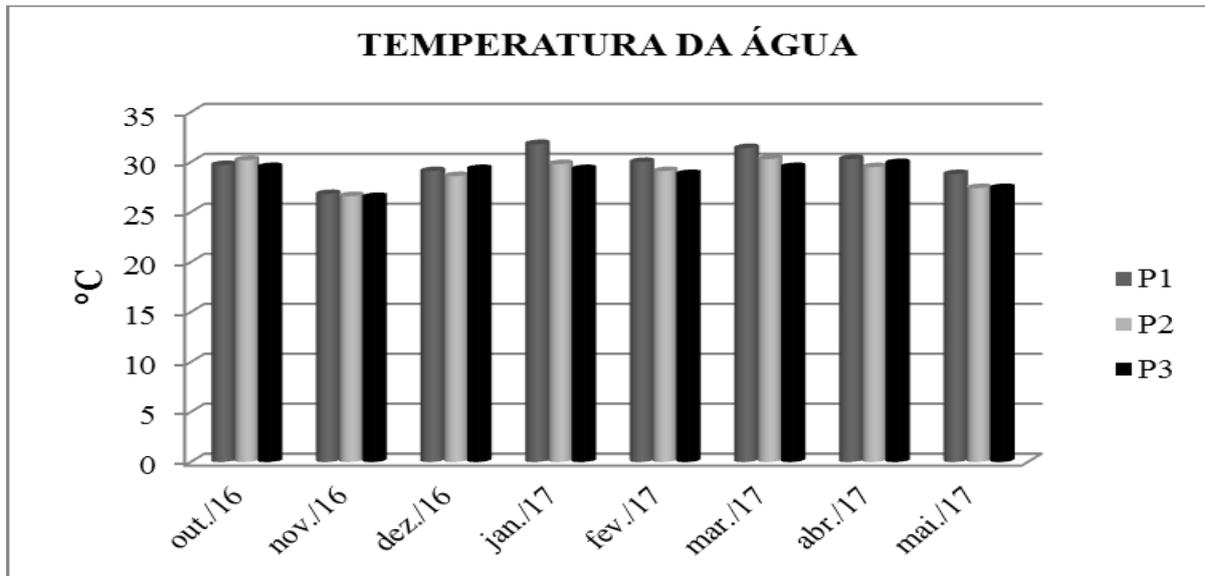


Figura 7. Variação da temperatura da água nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Resultados semelhantes ao da presente pesquisa também foram verificados por Chellappa et al. (2007), no Rio Grande do Norte, com maiores valores de temperatura no período chuvoso. Diferentemente do presente estudo, Moura et al. (2006; 2007) em reservatórios de Pernambuco; Eskinazi-Sant'Anna et al. (2007) em reservatórios eutróficos do Rio Grande do Norte e Dantas et al. (2008) no reservatório Mundaú em Pernambuco registraram maiores valores no período seco.

A temperatura do ar foi superior à da água na maioria dos pontos e meses observados conforme a Tabela 4, apresentando uma mínima de 26,8 °C em dois pontos de 2 meses distintos (no P2 para fevereiro, e no P3 para maio de 2017), sendo a máxima, 31,5 °C em outubro de 2016, nos pontos P1 e P2 (Figura 8). Tais valores não apresentaram variações significativas, corroborando com Nascimento (2010), em um reservatório eutrófico no estado de Pernambuco do semiárido nordestino.

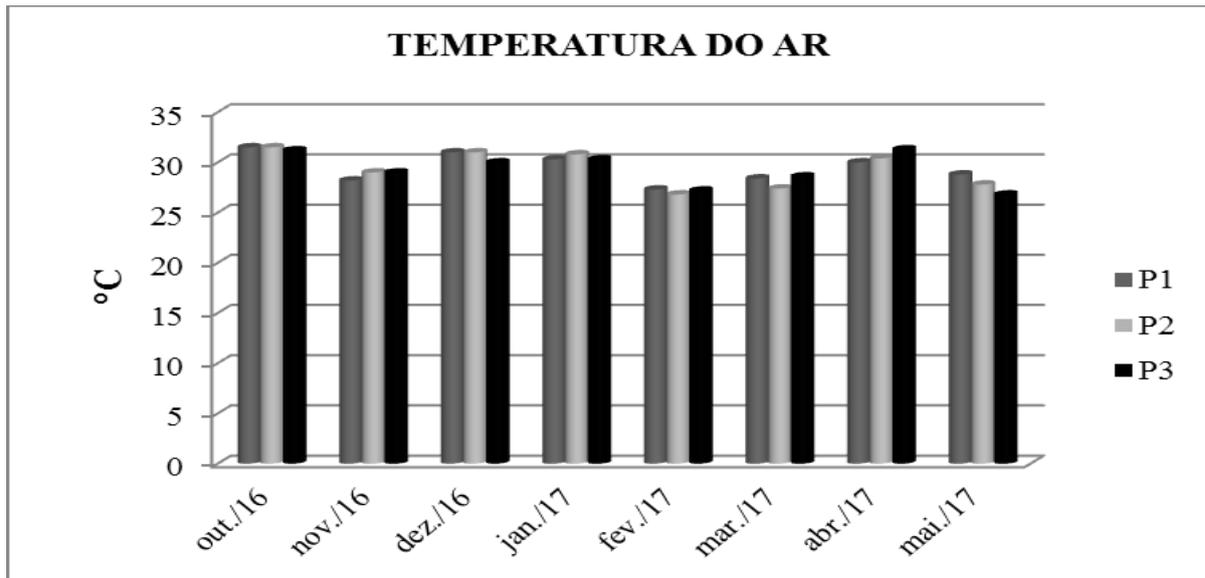


Figura 8. Variação da temperatura do ar no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

5.2.2 Potencial Hidrogeniônico

Em relação ao pH, este variou de 7,43 em P3 no mês de maio de 2017 a 10,63 no ponto P3 em fevereiro do mesmo ano, e conforme observado na Figura 9 este apresentou valores acima do recomendado pela Resolução CONAMA 357, que é de 6,0 a 9,0 nos meses de janeiro, fevereiro de março/2017.

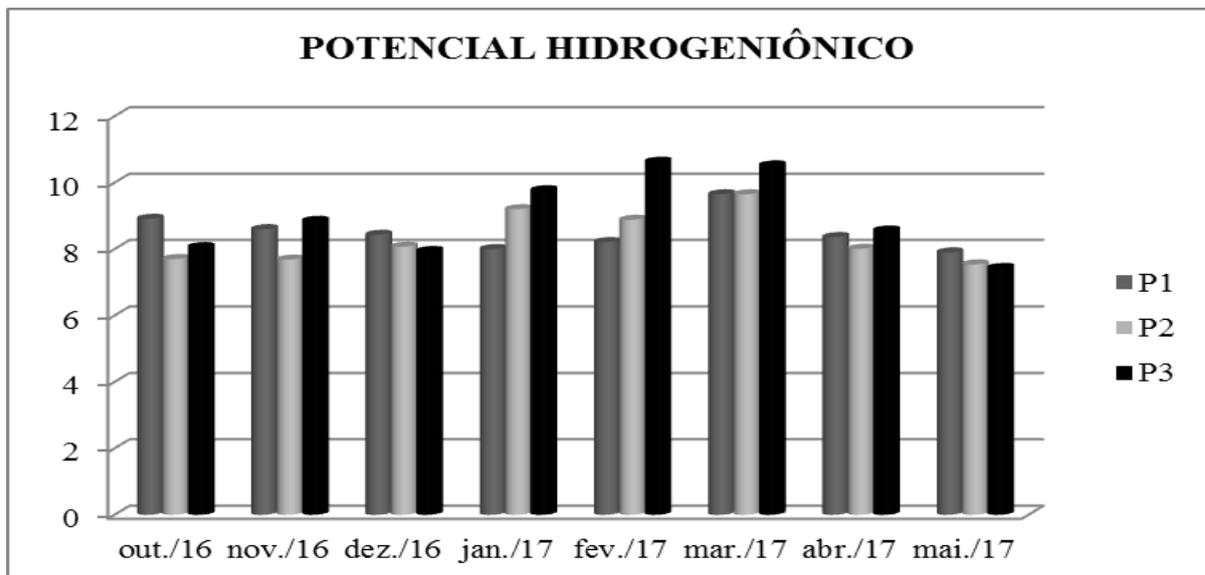


Figura 9. Variação do pH nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Tal variação do potencial hidrogeniônico no ambiente de estudo (neutroalcalino a alcalino), corrobora com os trabalhos de Carlos (2013) e Lira et al. (2014), em reservatórios

eutróficos dos Estados da Paraíba e Pernambuco, e Câmara et al. (2015) no Estado do Rio Grande do Norte.

Segundo Esteves (2011) as algas podem elevar o pH do meio através da assimilação do CO₂ durante o processo fotossintético e onde ocorrem florações de algas. Além disso, outros fatores também podem influenciar no aumento do pH, como por exemplo, a composição do solo e a entrada no ambiente de material alóctone, composto por excretas de animais (caprinos e bovinos) carreados pelas precipitações.

De acordo com Braga et al. (2005), o pH é importante porque muitas reações químicas que ocorrem no meio ambiente são intensamente afetadas pelo seu valor, sistemas biológicos também são bastantes sensíveis ao valor do pH, sendo que, usualmente, o meio aquático deve ter pH entre 6,5 e 8,5 para que os organismos não sofram grandes danos.

5.2.3 Condutividade Elétrica

Já a condutividade elétrica apresentou-se da seguinte forma: em P3 no mês de abril de 2017, como tendo o menor valor de condutividade elétrica ($633 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), e o maior no ponto P3, em dezembro de 2016 ($780 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (Figura 10). De acordo com a CETESB, (2009) para a condutividade elétrica o limite máximo estabelecido, é de $100 \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$, sendo que durante todas as campanhas, esta apresentou valores seis a sete vezes mais que o permitido.

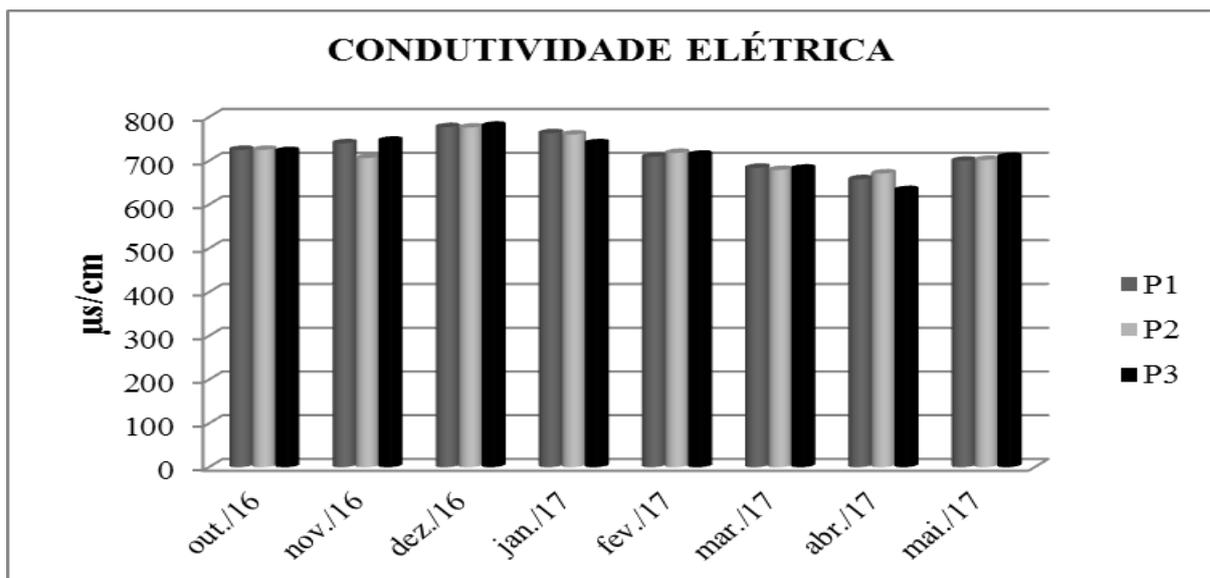


Figura 10. Variação da condutividade elétrica nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Almeida, Melão e Moura (2012); Carlos (2013) e Medeiros (2013) também verificaram maiores valores de condutividade elétrica para o período seco em reservatórios de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte (eutróficos). Por outro lado, Cordeiro-Araújo et al. (2010) ao estudarem o Reservatório Bitury/RN (mesotrófico), verificaram maiores valores no período chuvoso.

De acordo com Bouvy et al. (2003), altos valores de condutividade elétrica condicionam um aumento na biomassa fitoplanctônica em reservatórios, criando condições favoráveis ao desenvolvimento de cianobactérias.

5.2.4 Transparência da água

A transparência da água apresentou menores valores no período chuvoso, com exceção para o mês mar./17 e os maiores valores para o período seco (Figura 11).

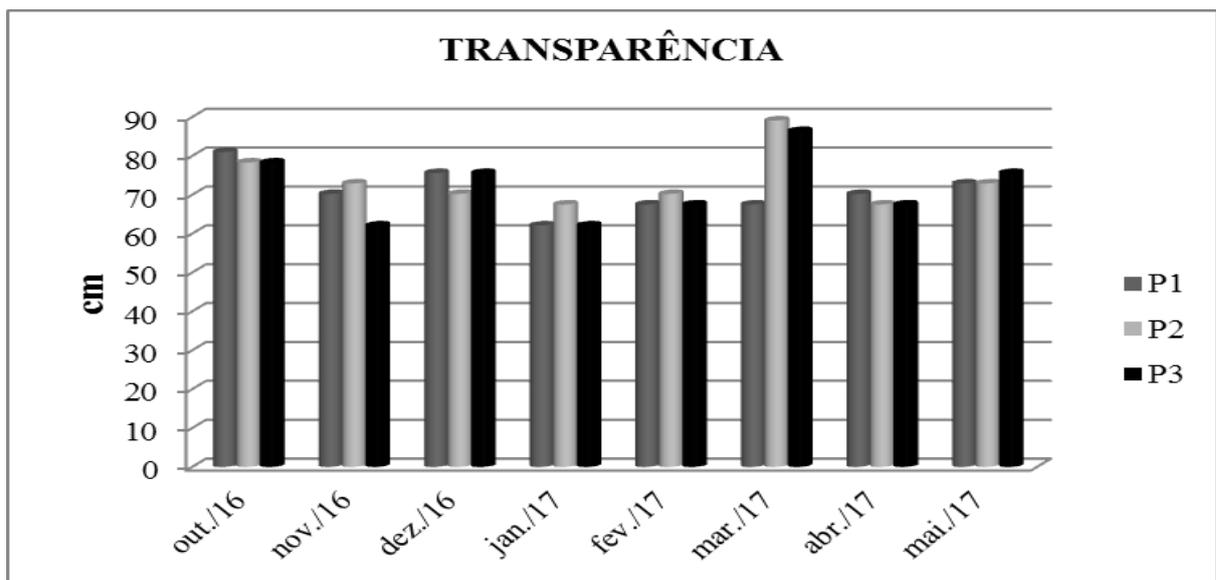


Figura 11. Variação da transparência nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Maiores valores de transparência também foram verificados no período seco, por Cunha (2013) no Reservatório de Tucuruí - PA e por Mallasen et al. (2012) no reservatório de Ilha Solteira - SP que associaram a maior transparência da água com a menor quantidade de chuvas, o que diminuiu o transporte de material alóctone via escoamento para o reservatório.

Para Esteves (2011), os valores da transparência da água são muito importantes para a distribuição do fitoplâncton, pois, é na zona eufótica que essa comunidade encontra as

melhores condições de luminosidade para o seu metabolismo.

5.2.5 Oxigênio Dissolvido

Um dos fatores físico-químico que variou bastante, foi o oxigênio dissolvido, de 6,30 mg.L⁻¹ em janeiro no ponto P3 a 10,54 mg.L⁻¹ em março no ponto P1 (Figura 12). Conforme observado, para a presente pesquisa, maiores valores de oxigênio dissolvido foram verificados no período chuvoso, corroborando com Nascimento (2010); Lira et al. (2014) que também registraram maiores valores de oxigênio no período chuvoso para reservatórios eutróficos em Pernambuco. De forma diferente, Lopes e Henry-Silva (2014) registraram maiores valores de oxigênio dissolvido no reservatório de Santa Cruz-RN (mesotrófico) no período seco.

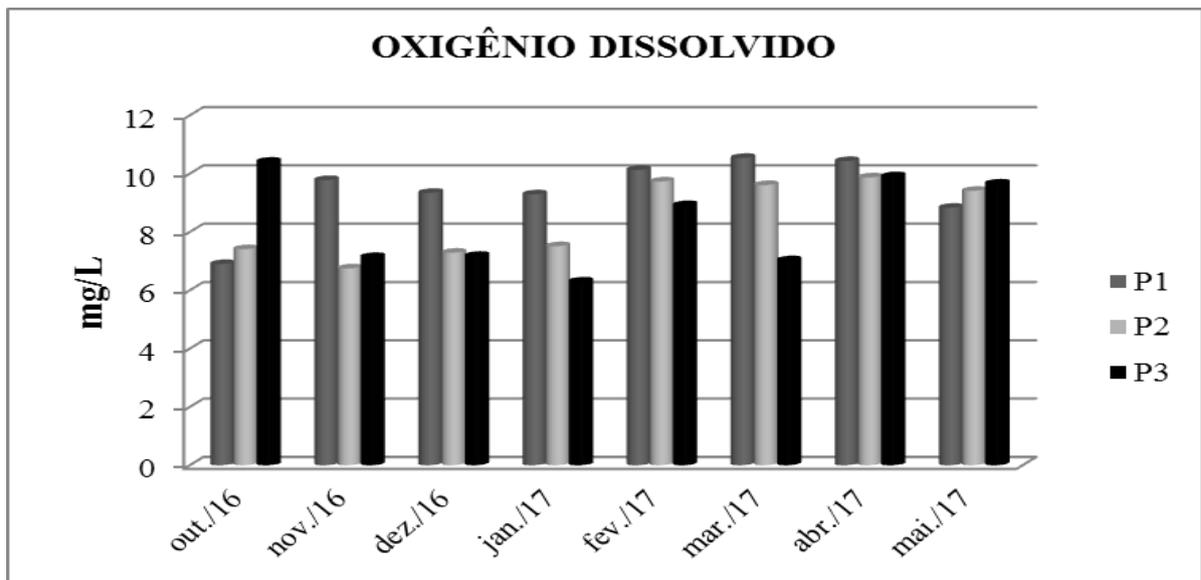


Figura 12. Variação do oxigênio dissolvido nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Segundo Esteves (1998, 2011), o oxigênio dissolvido no corpo hídrico tem uma relação íntima com a temperatura, da mesma forma que acontece com a solubilidade de qualquer gás, sendo que em reservatórios tropicais, a distribuição vertical do oxigênio é determinada, principalmente, pela alta temperatura e pelas características morfométricas do corpo hídrico. Com tudo, a diminuição do oxigênio dissolvido no ambiente pode ser provocada por diversos fatores, tais como, alto grau de trofia, que ocasiona a redução da penetração de luz na água, acréscimo de organismos aeróbicos, como algas e cianobactérias, com isso, elevando ainda mais a taxa de consumo de O₂.

Segundo a resolução 357 do CONAMA (2005) os valores do oxigênio dissolvido devem ser superiores a $5,0 \text{ mg.L}^{-1}$. Com base nisso, os valores para o Reservatório Canoas estiveram dentro da normalidade para os períodos seco e chuvoso.

5.2.6 Sólidos Totais Dissolvidos

Quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos, estes apresentaram uma variação muito similar ao da condutividade elétrica, sendo o menor valor, 315 mg.L^{-1} no ponto P3 de abril de 2017, e o maior, 388 mg.L^{-1} em dois pontos, P1 e P2 de dezembro de 2016 (Figura 13). Dentre os valores registrados nas campanhas realizadas durante o período de estudo para os Sólidos Totais Dissolvidos, tais valores encontraram-se abaixo dos permitidos pela Resolução CONAMA 357, que é até 500 mg.L^{-1} .

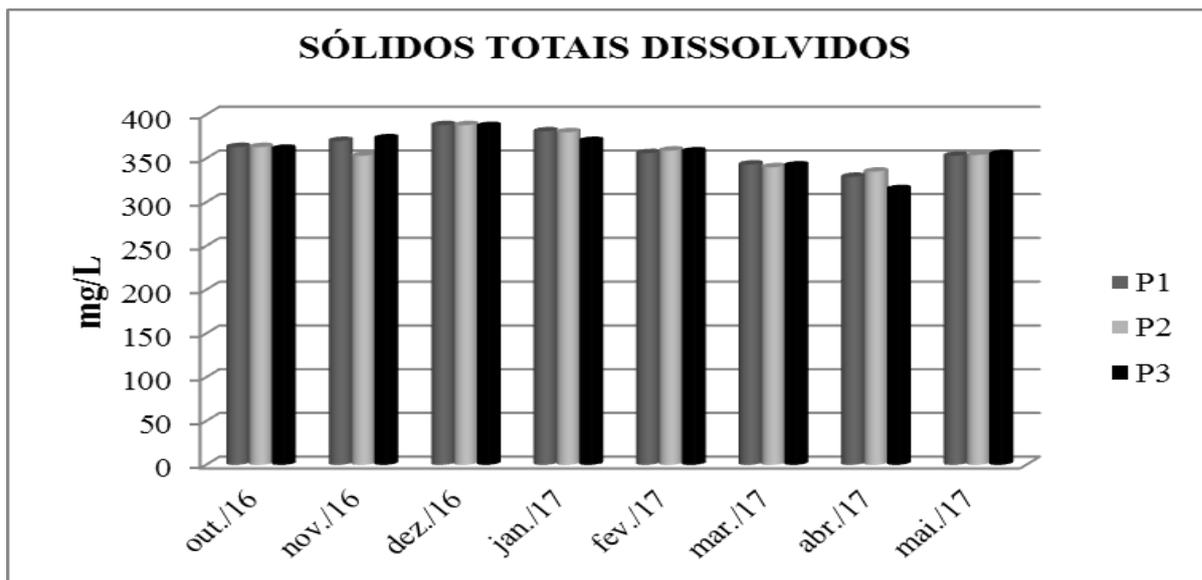


Figura 13. Variação dos sólidos totais dissolvidos nos diferentes pontos de coleta no Reservatório Canoas, Assaré, CE no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Tundisi e Matsumura Tundisi (2008) relatam que os sólidos totais dissolvidos representam todos os sais presentes na água e os componentes não iônicos, sendo que os compostos orgânicos dissolvidos também contribuem para os sólidos totais dissolvidos. E os valores de sólidos totais dissolvidos tem correlação direta e proporcional com a condutividade elétrica devido à concentração de íons presente na água.

No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de N.º 357/2005 classifica os corpos de água e efluentes e normatiza a avaliação sobre os níveis

mínimos aceitáveis da qualidade de água a serem alcançados ou mantidos, assim, os reservatórios pertencem a Classe 2 que, são águas destinadas a: abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Tendo como base essas recomendações os valores registrados nas campanhas mensuradas na presente pesquisa para alguns parâmetros, cujo valores encontraram-se dentro dos permitidos pela Resolução CONAMA 357, que é de: até 500 mg.L^{-1} para STD; $> 5,0 \text{ mg/L}$ para o oxigênio dissolvido. Porém outros parâmetros apresentaram valores acima do permitido como, a condutividade elétrica onde o limite máximo estabelecido de acordo com a CETESB, 2009, é de $100 \mu\text{S/cm}^1$ e o pH que é de 6,0 a 9,0 segundo CONAMA 357.

5.3 Composição florística da comunidade fitoplanctônica

A análise da composição da comunidade fitoplanctônica permitiu a identificação de 30 táxons, distribuídos em seis classes taxonômicas. Cyanophyceae (Cyanobacteria) e Chlorophyceae foram às classes que apresentaram os maiores números de táxons, 13 e 11, respectivamente, as quais juntas representam 80% da comunidade. Bacillariophyceae apresentou três táxons, contribuindo com 10% das espécies. As classes com menor representatividade foram, Euglenophyceae, Zygnemaphyceae e Mediophyceae com um táxon cada, totalizando 10% da comunidade (Figura 14 e Tabela 5). Os três pontos apresentaram vinte espécies comuns e seis exclusivas (P1 com duas e P2 com três e P3 com uma espécie).

A análise sazonal mostrou que dos 30 táxons registrados, 22 estiveram presentes no período seco e 24 no período chuvoso. Do total de táxons 15 foram comuns para os dois períodos, enquanto 7 apresentaram-se exclusivos do período seco e 8 no chuvoso.

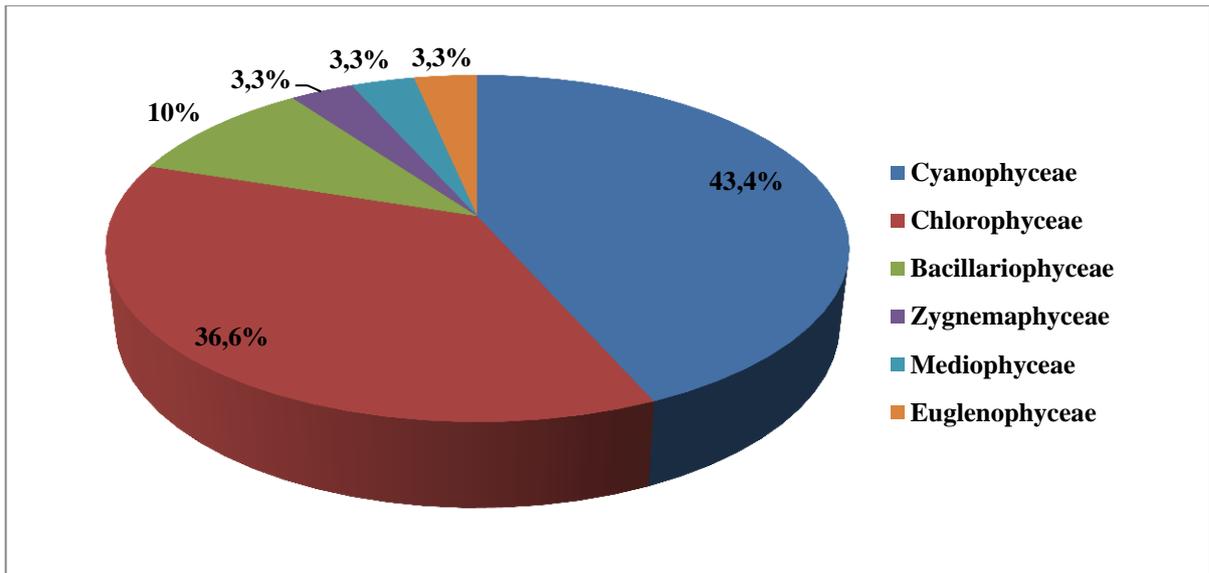


Figura 14. Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos três pontos de amostragem Reservatório Canoas, Assaré, CE, durante o período de outubro de 2016 a maio de 2017.

A composição florística da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Canoas apresentou predominância das cianobactérias e clorofíceas, corroborando com trabalhos desenvolvidos em outros reservatórios do Nordeste, como: Reservatório de Jucazinho (NASCIMENTO, 2010); Castanhão (MOLISANI et al., 2010); Reservatórios da Pedra e de Arcoverde (DANTAS et al., 2011); Carpina (LIRA et al., 2011); Arcoverde (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012); Apipucos e Prata (MOURA et al., 2012); Sítios Novos (LOPES; CAPELO NETO; ABREU, 2013); Acauã, Itatuba, Araçagi, Boqueirão do Cais, Cacimba de Várzea e Cordeiro (MENDES, 2013); Coremas – Mãe d'Água e Armando Ribeiro Gonçalves (CARDOSO et al., 2017).

A classe Cyanophyceae, representadas pelas cianobactérias, foi o grupo com maior representatividade, isso está relacionado às condições ambientais do ambiente de estudo, pois segundo Moura et al. (2007), esses organismos são mais comuns em ambientes com elevado grau de eutrofização, em especial localizados no semiárido nordestino.

Segundo Aragão (2011), no Brasil a região Nordeste é caracterizada por apresentar condições mais propícias às florações de cianobactérias, pois apresenta clima sempre quente, reservatórios com níveis baixos, ocasionado pelos recorrentes períodos de seca, falta de saneamento, dentre outros fatores que favorecem o aumento excessivo da biomassa destes organismos.

A classe Chlorophyceae constitui um grupo bem representativo em ambientes com baixo volume de água com concentração e aumento de disponibilidade de nutrientes (BARBOSA et al., 2010). Estão presente em vários ambientes, e boa parte de suas espécies,

quase 90%, é de águas continentais, com uma ampla distribuição no mundo. Representa um grupo predominante do plâncton de água doce e encontra-se em águas tropicais e subtropicais (BICUDO; MENEZES, 2006).

Tabela 5- Composição fitoplancônica registrada no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

Cyanophyceae
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn
<i>Aphanocapsa annulata</i> G. B. McGregor
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G. S. West
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju
<i>Komvophoron crassum</i> (vozhennikova) Anagnostidis e Komárek
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann
<i>Microcystis protocystis</i> Crow
<i>Microcystis</i> sp.
<i>Phormidium puteale</i> (Montagne ex Gomont) Anagnostidis e Komárek
<i>Planktolynghya limnetica</i> (Lemmermann) Komárková-Legnerová e Cronberg
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek e Komárková
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn
Chlorophyceae
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs
<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli
<i>Crucigenia quadrata</i> Morren
<i>Desmodesmus maximus</i> (West e G. S. West) Hegewald
<i>Kirchneriella lunares</i> (Kirchner) Mobius
<i>Oedogonium subellipsoideum</i> Tiffany
<i>Oocystis lacustris</i> Snow
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat
<i>Scenedesmus bernardii</i> G. M. Smith
<i>Schroederia setigera</i> (Schroder) Lemmermann
Bacillariophyceae
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg
<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith
Zygnemaphyceae
<i>Closterium leibleining</i> Kützing ex Ralfs
Mediophyceae
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing
Euglenophyceae
<i>Euglena</i> sp.

A riqueza de espécies do reservatório estudado apresentou um baixo número de táxons (30 spp.), pois houve floração de cianobactérias em todo o período de estudo. Para Calijuri, Alves e Santos (2006), esses organismos possuem uma série de estratégias que lhes permitem dominar os ambientes lacustres eutróficos, como: capacidade de produção de pigmentos acessórios necessários à absorção mais eficiente da luz em qualquer habitat; habilidade para, em seu citoplasma, estocar nutrientes essenciais e metabólicos, capacidade para fixar nitrogênio atmosférico e para acumular gás em vesículas (vacúolos gasosos ou aerótopos) que permitem movimento e ajuste de posição na coluna de água.

A baixa riqueza de espécies encontrada na área de estudo foi semelhante aos estudos em reservatórios da região Nordeste, desenvolvidos por: Silva, Costa e Guedes (2011)/AL (com 27 spp.); Aragão (2011)/PE (com 26 spp.); Mendes (2013)/PB (com 22 spp.); Aragão-Tavares, Moura e Bittencourt-Oliveira (2013)/PE (com 23 spp.); Chaves (2013)/CE (com 20 spp.).

A respeito dos períodos de amostragem (seco e chuvoso), verificou-se uma discreta variação na riqueza, Cyanophyceae se destacou sobre as demais classes contribuindo com dez e 11 táxons, respectivamente, Chlorophyceae apresentou oito e dez táxons (seco e chuva, respectivamente), seguidas de Bacillariophyceae (dois em cada período), Zygnemaphyceae e Euglenophyceae apresentaram um representante cada uma exclusivo para o período seco, e Mediophyceae um táxon exclusivo para o chuvoso (Figura 15).

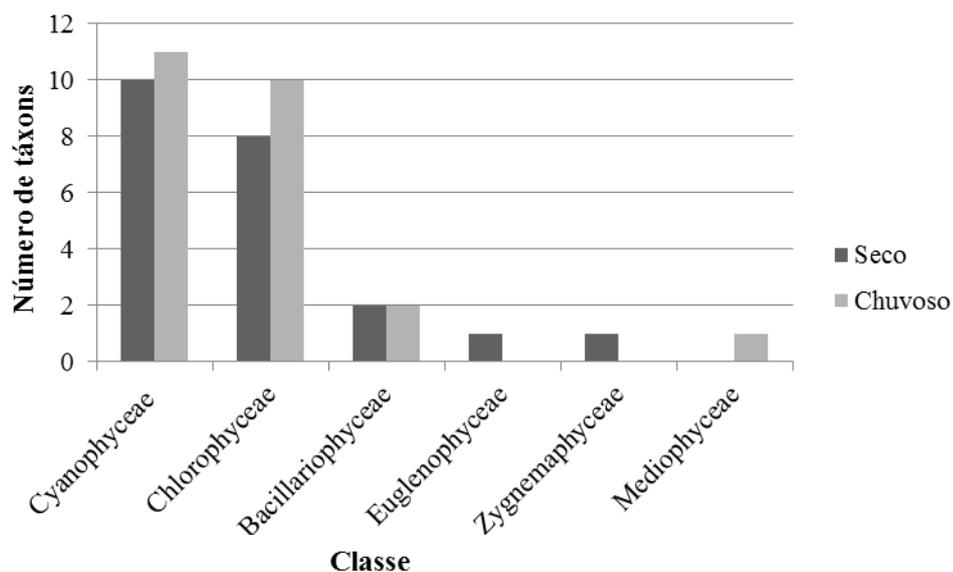


Figura 15. Riqueza de espécies total por classe taxonômica no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

Foi observada uma maior contribuição da classe Cyanophyceae em relação à riqueza específica, no período seco, porém no período chuvoso as Chlorophyceae também estiveram bem representadas, apresentando o mesmo número de táxons que as Cyanophyceae, tais resultados também foram encontrados em outros estudos realizados em águas continentais brasileiras como: Reservatório de Cachoeira Dourada/GO (OLIVEIRA; ROCHA; PERET, 2011); Represa de Furnas/MG (BRESSANE; SANTOS; MENDES, 2013); Lagoa do Peri/SC (TONNETA; PETRUCIO; LAUDARES-FILHO, 2013); Lagoa Juara e Lagoa Jacuném/ES (ALMEIDA, 2015).

Segundo Bittencourt-Oliveira e Molica (2003), as cianobactérias são predominantes no fitoplâncton de águas continentais, onde possuem uma ampla diversidade de formas, devido às adaptações morfológicas, bioquímicas e fisiológicas adquiridas durante seu processo evolutivo. Alguns gêneros, tais como *Microcystis*, *Cylindrospermopsis*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* e *Planktothrix* formam florações liberando toxina por meio da lise celular. Com exceção de *Aphanizomenon*, todos os outros gêneros ocorreram na presente pesquisa e apesar da maioria deles apresentarem contribuição discreta, *Cylindrospermopsis* apresentou um melhor desenvolvimento ao longo do período estudado, corroborando com estudos desenvolvidos por Cordeiro-Araújo et al. (2010); Nogueira, Gama Júnior e D'Alessandro (2011); Carlos (2013), Monteiro (2016); Lima (2017).

Segundo Pacheco (2009), *Cylindrospermopsis raciborskii* têm sido cada vez mais frequentes em reservatórios brasileiros, devido a sua alta competitividade nos ambientes tropicais eutróficos. Para Bittencourt-Oliveira; Molica, (2003), esta cianobactéria possui várias estratégias adaptativas, tais como resistência à herbivoria, tolerância às baixas irradiações, possibilidade de migração na coluna d'água buscando estratos ricos em nutrientes e luz, tolerância às altas concentrações iônicas, armazenamento e utilização de reservas intracelulares de fósforo, alta afinidade ao NH_4^+ (forma energética mais acessível de nitrogênio) ou na sua falta, podem fixar o N_2 atmosférico e flexibilidade às grandes variações de condutividade elétrica.

5.4 Densidade total (org.mL^{-1})

A densidade total do fitoplâncton variou de $18.830 \text{ org.mL}^{-1}$ (out./16, período seco) a $235.704 \text{ org.mL}^{-1}$ (mai./17, chuvoso) em P1 e foi de $37.783 \text{ org.mL}^{-1}$ (mar./17, chuvoso) a $158.590 \text{ org.mL}^{-1}$ (mai./17, chuvoso) no P2, e no P3 foi de $31.098 \text{ org.mL}^{-1}$ (mar./17,

chuvoso) a $177.280 \text{ org.mL}^{-1}$ (jan./17, chuvoso) apresentando variação entre os pontos de amostragem, com maiores valores no P1 (Figura 16).

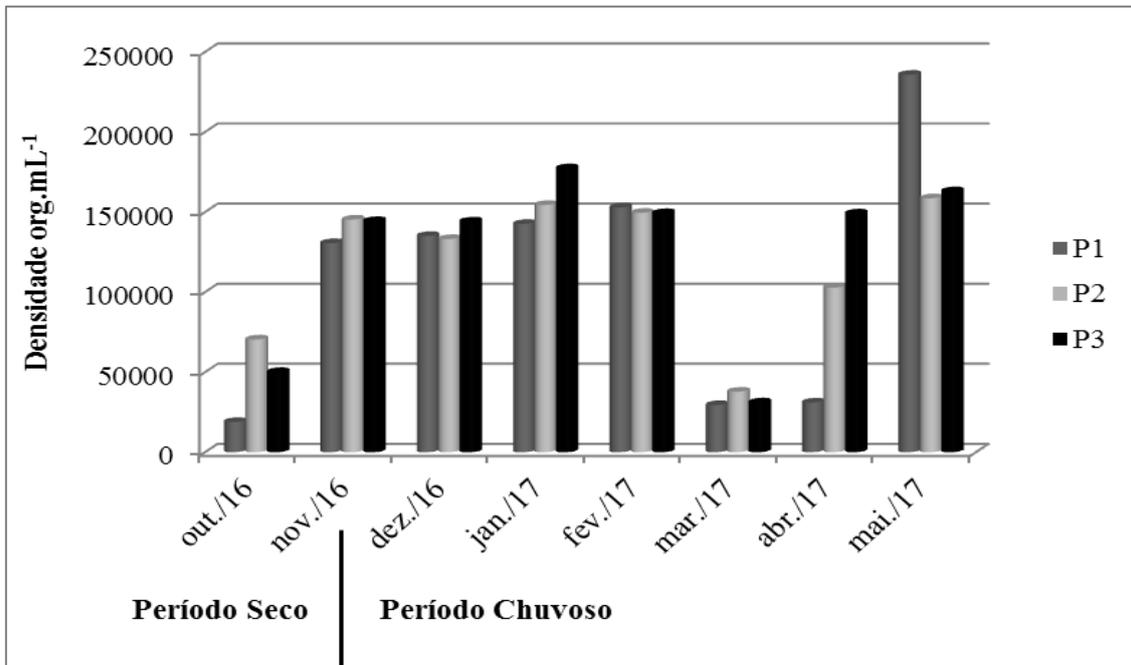


Figura 16. Variação sazonal nos valores de Densidade total de organismos fitoplanctônicos (org.mL^{-1}) no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

No P1 no mês de maio de 2016 (chuvoso) houve um pico na densidade ($235.704 \text{ org.mL}^{-1}$), em relação aos demais pontos, isto se justifica pelo grande acréscimo da densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju que contribuiu com 43,2% da densidade total ($101.895 \text{ org.mL}^{-1}$) e de *Pseudanabaena catenata* Lauterborn que contribuiu com 17,6% ($41.614 \text{ org.mL}^{-1}$), assim, estes resultados caracterizaram uma floração. Segundo, Sant'Anna et al. (2006) florações são definidas em termos de concentrações de células, dessa forma valores ≥ 20.000 céls. de cianobactérias. mL^{-1} representam uma floração.

De acordo com Aragão (2011), a região Nordeste possui características propícias à ocorrência de florações de cianobactérias, pois apresenta clima sempre quente, reservatórios com níveis baixos, devido aos longos períodos de seca, ausência de saneamento, dentre outros fatores que contribuem para aumento exagerado da biomassa destes organismos.

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju e *Pseudanabaena catenata* Lauterborn estiveram presentes nos três pontos amostrais e apresentaram dominância durante todo período de estudo, sendo os táxons mais representativos e com elevada densidade. Segundo Franceschini, et al. (2010), *C. Raciborskii* é uma espécie planctônica com bom desenvolvimento em águas eutrofizadas. Para Buch e Bittencourt-Oliveira (2010), esses organismos são formadores de florações, capaz de produzir hepatoxinas, neurotoxinas e citotoxinas.

De acordo com Bittencourt-Oliveira et al. (2011), a desestratificação térmica na estação chuvosa favorece o aumento nas populações de *Cylindrospermopsis raciborskii*, fornecendo condições mais adequadas para seu crescimento, ou seja, menor intensidade de luz e menor temperaturas, que são características do período de chuvas na região do interior do estado do Ceará no nordeste do Brasil. No presente estudo, a dominância desta cianobactéria persistiu especialmente durante a estação chuvosa.

Pseudanabaena é um gênero bem distribuído no mundo e bem comum em água doce, possui várias espécies planctônicas, ticoplanctônicas, metafíticas ou perifíticas, em reservatórios de águas oligo, meso e até eutróficas (FRANCESCHINI et al., 2010). A espécie *Pseudanabaena catenata* é um organismo de ambiente com temperatura média, porém pode se adaptar a temperaturas acima de 15 °C, e a presença de maior incidência de luz pode provocar um efeito substancial sobre suas características morfológicas (KHAN et al., 2017).

A classe com maior contribuição para a densidade total, considerando os três pontos e os dois períodos (seco e chuvoso) foi Cyanophyceae, apresentando grande participação na estrutura da comunidade, seguida da classe Chlorophyceae (Figura 17).

Durante o período seco, Cyanophyceae contribuiu com 97% da densidade total (546.292 org.mL⁻¹) e no chuvoso com 98% (2.235.720 org.mL⁻¹). Já, Chlorophyceae contribuiu com 2% e 1,15% nos períodos seco e chuvoso (10.973 org.mL⁻¹ e 24.104 org.mL⁻¹, respectivamente). Com isso pode-se observar que as clorofíceas apresentaram um aumento da densidade no período chuvoso.

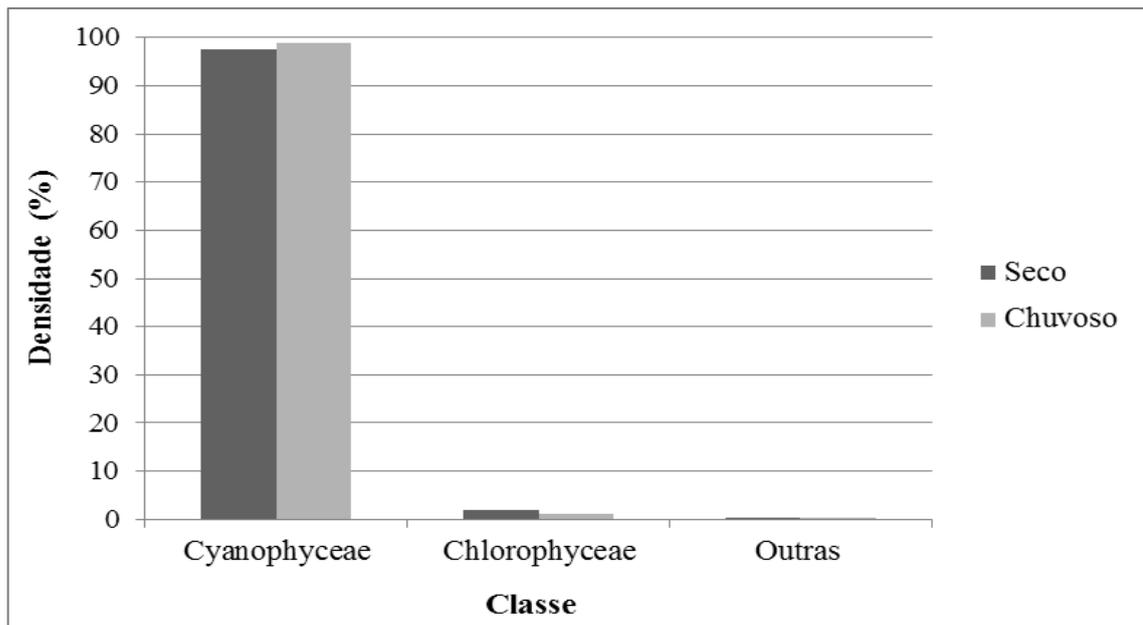


Figura 17. Variação da Densidade das classes nos períodos seco e chuvoso, no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

De forma geral, a classe Cyanophyceae nos pontos estudados não apresentou uma sazonalidade uma vez que, esteve predominante durante todo período de estudo. Percebe-se ainda que, apesar da riqueza de espécies do ambiente ser considerada baixa e com algumas outras classes representadas, em relação à densidade, houve dominância da classe Cyanophyceae, com mais 90% da densidade total, nos dois períodos. Desta forma, esses altos valores de densidade desses organismos podem estar relacionados a grande concentração de Sólidos Totais Dissolvidos e a elevação da temperatura da água no ambiente, principalmente no período seco. Com isso, foi observada correlação significativa ($p < 0,05$) entre essas variáveis física e química e a densidade.

A maior contribuição desta classe também foi verificada em outros estudos com enfoque na comunidade fitoplanctônica como no reservatório Cruzeta/RN, com uma densidade de 99% (MEDEIROS, 2013), assim como observado no Reservatório Armando Ribeiro, no mesmo estado, com mais de 90% da densidade (VIEIRA; CARDOSO; COSTA, 2015). Tais reservatórios são classificados como eutróficos.

Em estudos realizados em outros reservatórios da Região Semiárida do Nordeste do Brasil, como nos Reservatórios Argemiro de Figueiredo e Epitácio Pessoa no estado da Paraíba (MONTEIRO, 2016), no Reservatório de Carpina/PE (LIRA et al., 2011); no Reservatório de Arcoverde/PE (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012), no Reservatório Jucazinho/RN (MOURA et al., 2012); e no Reservatório Castanhão/CE (MOLISANI et al.,

2010) evidenciaram também a predominância quantitativa de Cyanophyceae.

As cianobactérias geralmente estão relacionadas à ambientes eutrofizados, sendo que suas formas coloniais são consideradas indicadoras de águas com grande aporte de nutrientes e as populações unicelulares são indicativas de condições oligotróficas para mesotróficas (BELLINGER; SIGEE, 2010). Sendo que, para o presente estudo, as formas coloniais foram bem representativas.

Levando-se em consideração os dois períodos de estudo, percebeu-se um aumento da densidade do fitoplâncton no período chuvoso (P1= 726.560, P2= 736.154 e P3= 802.067 org.mL⁻¹) em relação ao seco (P1= 149.396, P2= 209.526 e P3= 192.119 org.mL⁻¹), nos pontos de amostragem.

Para o período de chuva, outra classe apresentou uma melhor contribuição na densidade, a Bacillariophyceae, esta foi favorecida pela maior concentração de oxigênio dissolvido e redução da temperatura da água no reservatório. Desta forma, foi observada correlação significativa ($p < 0,05$) entre essas variáveis e a densidade desse grupo durante esse período. Quanto às demais variáveis, como o pH, condutividade elétrica e transparência da água, mesmo apresentando variações durante o período de estudo, não houve correlação significativa ($p > 0,05$) entre essas variáveis e a densidade das classes.

A elevação da riqueza e densidade das classes Cyanophyceae e Chlorophyceae durante o período chuvoso pode estar relacionada à uma maior estabilidade térmica da coluna d'água, bem como, à uma menor intensidade luminosa e transparência da água observada neste período. E essa predominância tem sido observada, devido esses dois grupos de algas serem mais comuns em reservatórios localizados no Nordeste brasileiro, sendo que sua distribuição é relacionada às condições ambientais em cada ecossistema (COSTA et al., 2010). Esse aumento de riqueza e densidade no período chuvoso, também foram observados nos estudos realizados por Lira et al. (2011) no Reservatório de Carpina/PE; Moura et al. (2013) nos Reservatórios Pedra e Funil/BA; Lucas et al. (2015) no reservatório Rosário/CE.

De acordo com Sant'Anna, Gentil e Silva (2006), no período chuvoso, há um aumento de turbidez na água e a quantidade de partículas em suspensão na água aumenta, devido as chuvas, que promovem o carreamento de várias substâncias para os corpos hídricos. Isso contribui para redução da incidência de luz que atravessa a coluna d'água, reduzindo sua transparência. Essas características permite um melhor desenvolvimento de cianobactérias, que conseguem manter sua atividade fotossintética, e formar grande biomassa, mesmo em baixa intensidade luminosa.

5.5 Densidade de Cianobactérias (org.mL⁻¹)

A densidade de células de cianobactérias variou entre 18.626 org.mL⁻¹ (out./16) e 230.120 org.mL⁻¹ (mai./17) ambos no P1. Sendo que, a maioria dos meses apresentaram valores acima do valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357, que permite 50.000 org.mL⁻¹ para água doce de classe 2, enquanto que para out./16 (P1 e P2), mar./17 nos três pontos e abr./17 (P1) os valores se encontraram dentro do limite permitido (Figura 18).

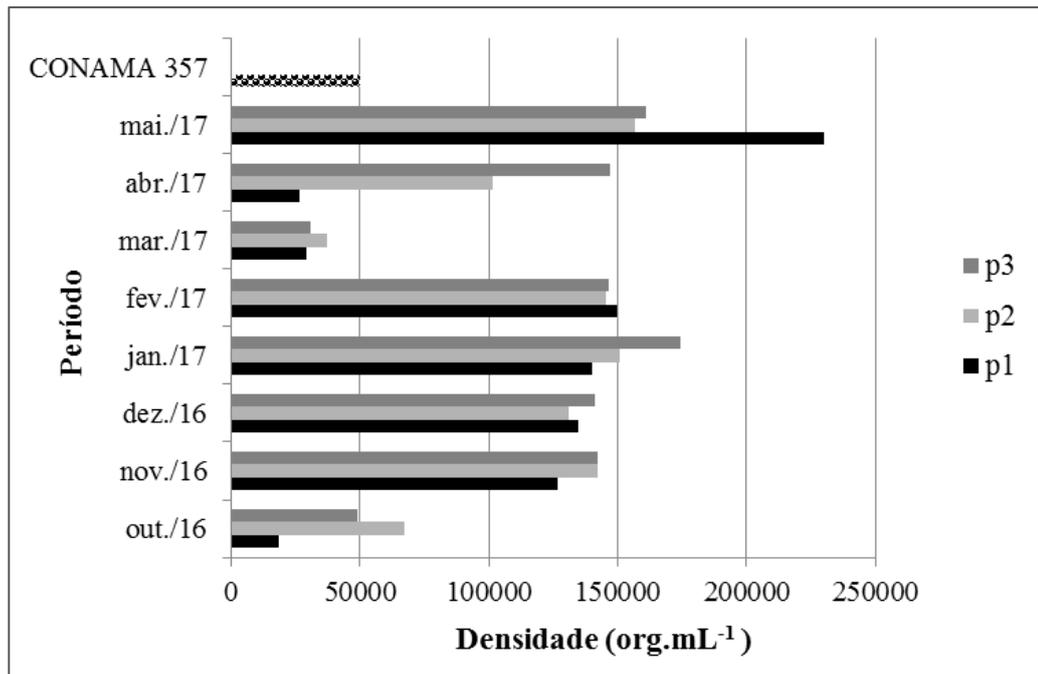


Figura 18. Densidade de Cianobactérias (org.mL⁻¹) nos pontos de amostragem no reservatório Canoas, Assaré, CE, no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Florações mistas de Cyanophyceae estiveram presentes no reservatório, compostas principalmente por *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju (1.796.062 cel.mL⁻¹), *Pseudanabaena catenata* Lauterborn (325.576 cel.mL⁻¹), *Komvophoron crassum* (vozhennikova) Anagnostidis e Komárek (263.661 cel.mL⁻¹) *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová e Cronberg (217.922 cel.mL⁻¹). A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* prevaleceu entre as demais nos períodos seco e chuvoso.

Planktolyngbya é um gênero planctônico com 15 espécies, algumas das quais são exclusivas de regiões tropicais e subtropicais (BICUDO; MENEZES, 2006). Já o gênero *Komvophoron*, contém cerca de 14 espécies, de distribuição ainda não bem conhecida, sendo que algumas possuem áreas de distribuição limitadas, porém são comuns em reservatórios, fundos arenosos ou lodosos de lagos (FRANCESCHINI, et al., 2010).

A Portaria do Ministério da Saúde – MS 2914/2011 – definiu normas de potabilidade de água para consumo humano no Brasil, estabelecendo um padrão de no máximo 20.000 org.mL⁻¹, incluindo a obrigatoriedade do monitoramento da ocorrência de gêneros de cianobactérias potencialmente nocivas, por serem produtoras de cianotoxinas, e com isso, definiu planos de amostragem de acordo com a concentração de células na água (BRASIL, 2011). Visto que, para esse estudo, com exceção do mês de março, todo o período de amostragem apresentou níveis de densidade muito superiores aos aceitáveis nessa portaria. Portanto, os resultados observados servem de alerta para riscos iminentes à saúde pública, pois o reservatório é utilizado para o abastecimento humano.

As Cianobactérias representam o grupo mais importante em termos de interesse sanitário, pois apresentam espécies potencialmente tóxicas, tais como, *Microcystis*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Synechocystis*, *Geitlerinema*, *Aphanocapsa*, *Coelosphaerium*, as quais em sua maioria foram detectadas em baixas densidades na presente pesquisa, porém o gênero *Cylindrospermopsis* esteve representado pela espécie de maior contribuição na densidade, formando florações, pois apresentou-se dominante durante o período de estudo.

Tais gêneros são comuns e dominantes em reservatórios brasileiros, como observados em trabalhos desenvolvidos na região Nordeste nos Estados da Paraíba (CARLOS, 2013), Pernambuco (ARAGÃO-TAVARES; MOURA; BITTENCOURT-OLIVEIRA, 2013; LIMA, 2017; LIRA et al., 2014), Rio Grande do norte (CÂMARA et al., 2015), na região Sudeste no Estado de Minas Gerais (BRESSANE; SANTOS; MENDES, 2013), Espírito Santo (ALMEIDA, 2015), na região Sul no Estado de Santa Catarina (TONNETA; PETRUCIO; LAUDARES-FILHO, 2013), na região Centro-Oeste, em Goiás (NOGUEIRA; GAMA JÚNIOR; D’ALESSANDRO, 2011) e na região Norte, em Roraima (SILVA; MOURA; DANTAS, 2013).

5.6 Dominantes e Abundantes

Dos 30 táxons registrados, foram considerados dominantes, apenas duas Cyanobacteria: *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Pseudanabaena catenata*, as quais foram as espécies que mais contribuíram com a densidade.

Cylindrospermopsis raciborskii foi dominante nos três pontos amostrais, em P1 em todos os meses (de out./16 a mai./17), exceto dez./16, abr./17 e mai./17 (compreendendo os

períodos seco e chuvoso). Em P2, foi a única espécie dominante para todos os meses, sendo que apenas no mês de abril, não foi dominante. No P3, *Cylindrospermopsis raciborskii* também foi a única espécie dominante durante todos os meses de amostragem, com exceção apenas do mês de abr./17. Já *Pseudanabaena catenata* foi dominante apenas em P1, no mês de dez./16 (período chuvoso), porém durante todo o restante do período amostral e para todos os pontos foi abundante.

As espécies abundantes, cuja ocorrência foi superior ao valor médio de organismos da amostra, foram em número de cinco, predominando as pertencentes as seguintes classes: Cyanophyceae (quatro spp.) e Bacillariophyceae (uma sp.). Foram representadas por: *Chroococcus turgidus*, *Komvophoron crassum*, *Pseudanabaena catenata* e *Planktolyngbya limnetica* (Cyanophyceae). *Nitzschia palea* (Bacillariophyceae), sendo que esta só foi abundante apenas no P1 em abr./17.

Essa maior abundância em termos de número de espécies da classe Cyanophyceae são resultados frequentemente observados em corpos de água do Nordeste (TORQUATO, 2012; MOURA, et al., 2012; MEDEIROS, 2013).

As Cianobactérias foram representadas principalmente pelas Chroococcales, Nostocales e Oscillatoriales, corroborando com resultados encontrados por Aragão (2011) no Estado de Pernambuco; Dantas et al. (2011) em Pernambuco; Carlos (2013) na Paraíba. Dentre os táxons encontrados, alguns apresentam dominância em ambientes eutróficos brasileiros (LIRA et al., 2011; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012; MOURA et al., 2012).

5.7 Frequência de Ocorrência

Em relação aos táxons encontrados, 12 (40%) foram muito frequentes, sete pertencentes a Cyanophyceae: *Anabaena spiroides* Klebahn, *Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju, *Komvophoron crassum* (vozzhennikova) Anagnostidis e Komárek, *Merismopedia tenuissima* Lemmermann, *Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová e Cronberg, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, Chlorophyceae com quatro táxons: *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, *Coelastrum microporum* Nägeli, *Crucigenia quadrata* Morren, *Scenedesmus bernardii* G. M. Smith, e Bacillariophyceae com um táxon: *Nitzschia palea*

(Kützing) W.Smith, ocorrendo em ambos os períodos estudados e sendo resistentes às variações temporais. Enquanto que dois táxons (6,6%) foram classificados como frequentes, sendo pertencentes à classe Chlorophyceae: *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat e *Schroederia setigera* (Schroder) Lemmermann. Sete táxons foram considerados pouco frequentes (23,3%) e os táxons classificados como esporádicos totalizaram nove espécies (30%) sendo assim, sensíveis às variações do ambiente (Figura 19).

As espécies, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Pseudanabaena catenata* apresentaram frequência de ocorrência de 100% na presente pesquisa.

A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, representa um importante componente entre as espécies que formam florações, pois esta é produtora de cianotoxinas (cilindrospermopsinas e neurotoxinas) (BUCH; BITTENCOURT-OLIVEIRA, 2010). Segundo Lira et al. (2010), este táxon apresenta habilidade para melhor desenvolvimento em ambientes com altos valores de turbidez e sólidos totais dissolvidos, com baixa transparência, bem como, pouca luminosidade.

O gênero *Pseudanabaena* apresenta mais de 30 espécies, das quais várias são cosmopolitas e subcosmopolitas, apesar de apresentar preferência por águas continentais, ocorrem em ambiente de água salobra (FRANCESCHINI et al., 2010).

Pereira (2012), estudando a composição de fitoplâncton da Barragem Norte, Espírito Santo, detectou que a espécie *Pseudoanabaena catenata* foi um dos táxons de maior contribuição numérica. Segundo este pesquisador, com base em Anagnostidis e Komárek (1988) o gênero *Pseubanabaena* pode possuir adaptação cromática que confere vantagens competitivas em ambientes com pouca luminosidade, o que foi observado nos pontos de coleta de sua pesquisa.

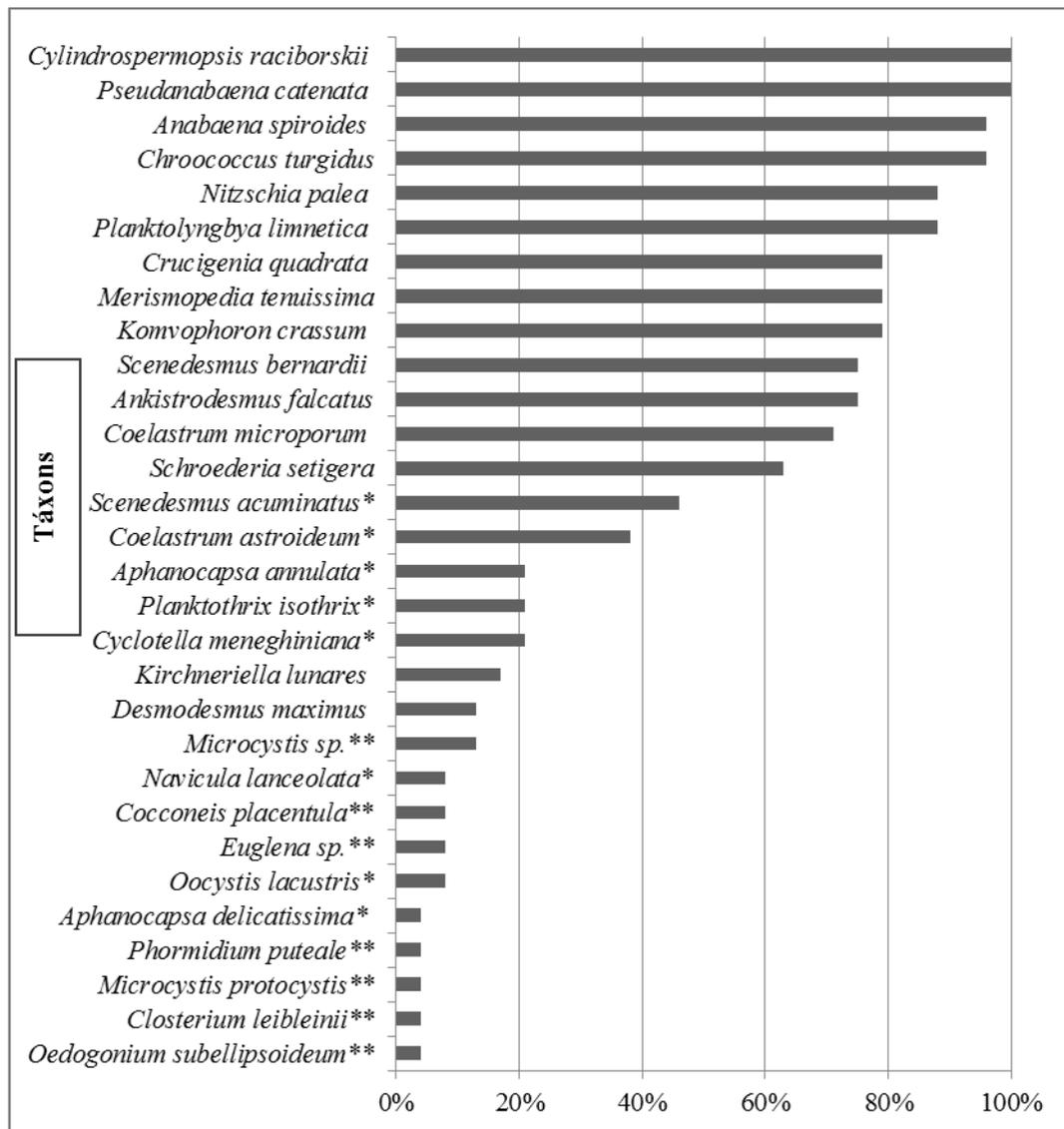


Figura 19. Frequência de ocorrência dos táxons registrados no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017. (*: táxons exclusivos do período de chuva, **: táxons exclusivos da seca).

5.8 Riqueza, Índices de Diversidade e Equitabilidade

A riqueza, diversidade e equitabilidade representam importantes indicadores da caracterização da estrutura da comunidade fitoplancônica, pois estão intimamente relacionado um ao outro. Segundo Margalef (1983), a diversidade é dependente do número de espécies (riqueza) na comunidade e na distribuição dos organismos entre as espécies (equitabilidade). Em geral, a diversidade está associada diretamente à estabilidade da comunidade ou a complexidade de teia alimentar, e inversamente ao grau de alterações dos sistemas.

Em relação à riqueza de táxons, esta variou entre os pontos de coleta, bem como, ao longo do período de amostragem. No P1, a riqueza variou de seis táxons em dez./16 (chuvoso) a 18

em fev./17 (chuvoso), para o P2, variou de oito táxons em mar./17 a 17 em out./2016, jan./17 e fev./17 (períodos seco e chuvoso), e P3 com variação de sete táxons em mar./17 a 16 em jan., fev., abr./17. (chuvoso). O P1 apresentou o maior número de táxons para o período de estudo, o qual ocorreu em fev./17 (chuvoso) (Figura 20).

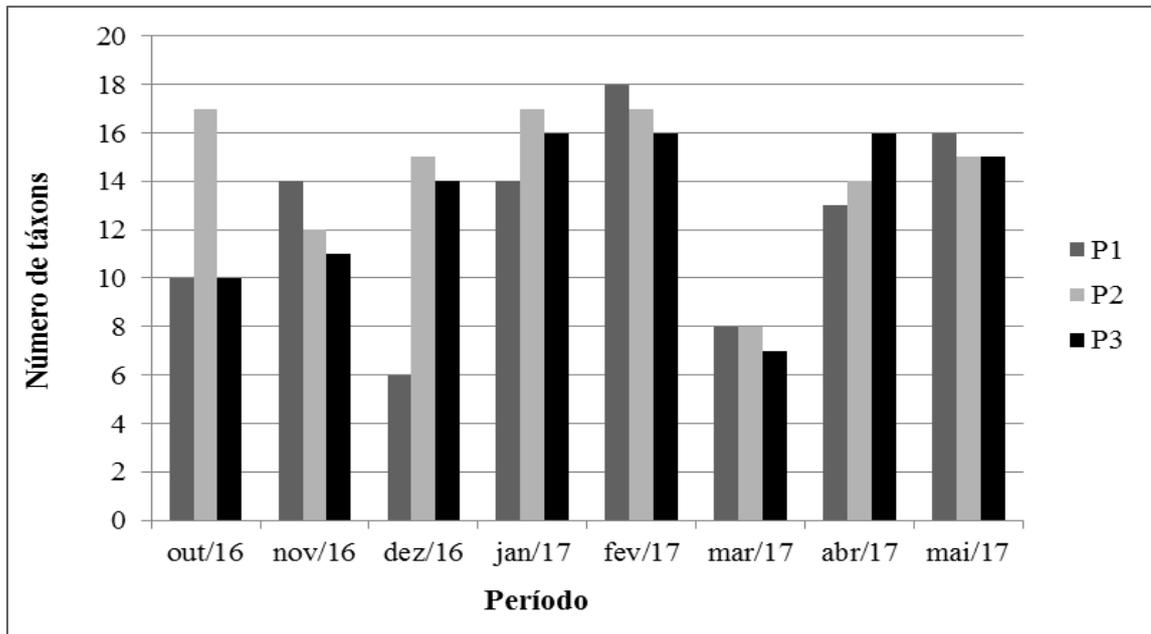


Figura 20. Variação do índice de riqueza de espécies fitoplantônicas nos pontos de amostragem no Reservatório Canoas, Assaré, CE, período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Os índices de diversidade e equitabilidade apresentaram pequenas variações entre os pontos durante o período de estudo (Tabela 6).

Tabela 6. Valores dos índices de diversidade (H') e equitabilidade (J') nos pontos estudados no Reservatório Canoas, CE, no período de outubro de 2016 a maio de 2017.

Meses	H' (bits.ind ⁻¹)			Equitabilidade J'		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Outubro/16	1,20	1,35	1,48	0,36	0,33	0,44
Novembro/16	1,71	1,63	1,59	0,45	0,45	0,46
Dezembro/16	1,24	1,58	1,64	0,48	0,41	0,43
Janeiro/17	1,59	1,77	2,07	0,42	0,43	0,52
Fevereiro/17	1,78	1,85	1,73	0,43	0,45	0,43
Março/17	1,18	1,82	1,60	0,39	0,61	0,57
Abril/17	1,86	2,29	2,35	0,50	0,66	0,59
Mai/17	2,37	1,68	1,73	0,59	0,55	0,44

Os valores do índice de diversidade variaram entre 1,18 bits.ind⁻¹ no período chuvoso e

2,37 bits.ind⁻¹ no período seco, considerando os três pontos, sendo que o P1 no mês de março apresentou o menor valor (1,18) e o mesmo ponto no mês de maio o maior valor (2,37) (Tabela 6, Figura 21,22 e 23). De forma geral, a maioria dos pontos estudados apresentaram baixa diversidade fitoplanctônica. Com exceção dos seguintes pontos: P1 (maio/17), P2 e P3 (abril/17) que apresentaram uma média diversidade. E tais dados podem indicar que a estrutura da comunidade no reservatório esteve representada por 87,5% considerada de baixa e 12,5% média diversidade. Tanto no período seco, quanto no chuvoso, prevaleceu a baixa diversidade.

Quanto aos valores observados entre o maior e o menor, percebe-se que há uma inversão com relação à densidade fitoplanctônica total. E essa relação entre densidade e diversidade fitoplanctônica foi registrada por Margalef (1983), indicando que em elevadas densidades específicas, ocasionadas por poucas espécies dominantes, provoca a redução dos valores de diversidade.

O índice de equitabilidade, não apresentou variação expressiva, com o menor valor deste índice (0,33) sendo obtido para a comunidade fitoplanctônica no P2, no período seco, no mês de out./16, e o maior valor do índice (0,66) no mesmo ponto no mês de abr./17, período chuvoso (Tabela 9; Figura 21,22 e 23).

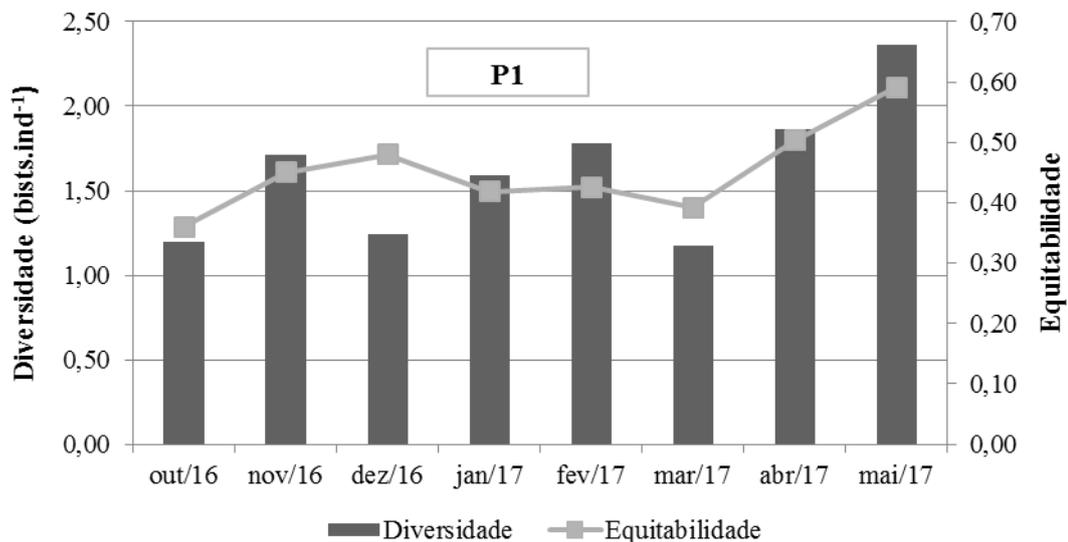


Figura 21. Índice de Diversidade (bits.org⁻¹) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P1 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

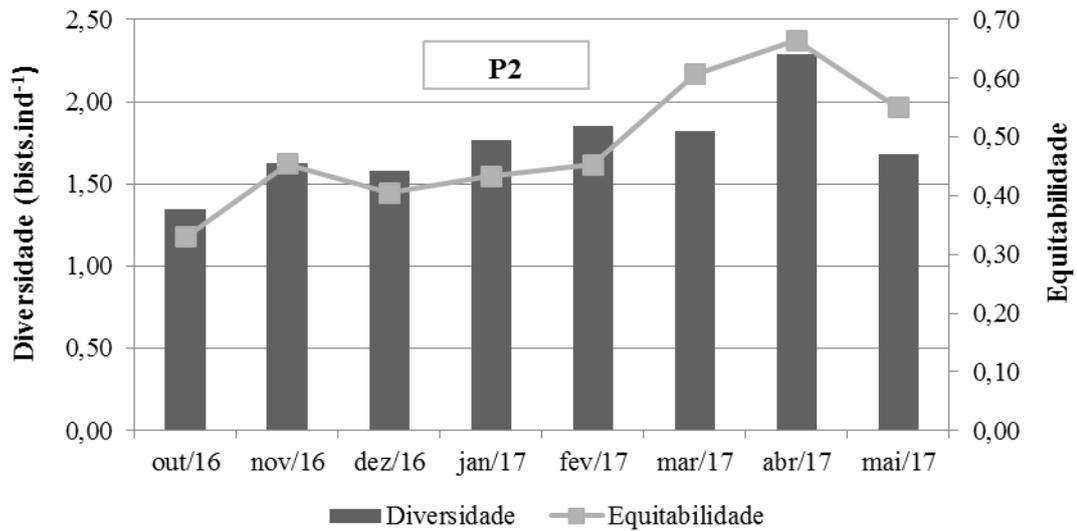


Figura 22. Índice de Diversidade (bits.org⁻¹) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P2 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

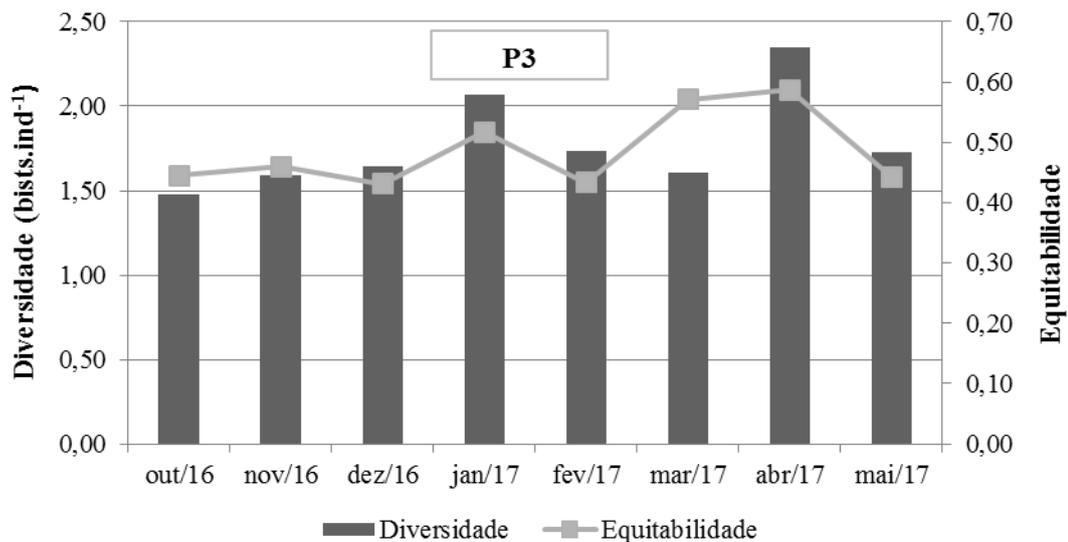


Figura 23. Índice de Diversidade (bits.org⁻¹) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no P3 no Reservatório Canoas, Assaré, CE, de outubro de 2016 a maio de 2017.

Em relação à equitabilidade, a comunidade fitoplanctônica apresentou em 33,4% das amostras distribuição uniforme durante o período de estudo, indicando uma melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, e distribuição não uniforme 66,6%, onde os valores estiveram abaixo de 0,50 confirmando o domínio de poucas espécies.

Os baixos valores para os índices de diversidade e equitabilidade são comuns em reservatórios eutróficos, pois as condições ambientais em situação de trofia tendem a favorecer um pequeno número de espécies oportunistas e competitivas que se alternam na dominância da comunidade, formando altas densidades (CHELLAPPA; COSTA, 2003).

Tais dados explicam a elevada densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Pseudanabaena catenata*, em função da dominância dessas espécies durante todo o estudo, justificando-se assim, os valores de diversidade e equitabilidade encontrados.

De acordo com Ramírez (1996), diminuição de riqueza, diversidade e equitabilidade ocorrem, especialmente, em ambientes que se tornam extremos num certo momento e, conseqüentemente, favorecem o desenvolvimento de uma determinada espécie. Com isso, essas espécies estarão representadas por número excessivo de indivíduos que levam ao aumento dos valores de dominância.

As maiores densidades observadas para espécies da classe Cyanophyceae alertam para possíveis riscos à saúde pública, visto que esse reservatório é utilizado para o abastecimento público, com isso torna-se relevante a necessidade de monitoramento constante para prevenir e minimizar possíveis transtornos que possam ocorrer pela presença da grande concentração desses organismos na água.

6 CONCLUSÕES

1 - A comunidade fitoplanctônica no Reservatório Canoas, Assaré, CE esteve representada por 30 táxons, distribuídos em seis classes taxonômicas: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e Mediophyceae.

2- Cyanophyceae foi a classe com maior riqueza específica e também a que mais contribuiu para a densidade, houve dominância desta classe, com mais 90% da densidade total. Foram ainda, registradas para a área espécies indicadoras de poluição, demonstrando um comprometimento da qualidade ambiental.

3- De forma geral, a comunidade fitoplanctônica esteve dominada quantitativamente por espécies de cianobactérias, com maior contribuição da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, tal espécie é característica de ambientes meso a eutróficos.

4- De acordo com as análises estatísticas, algumas variáveis abióticas influenciaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica, como a temperatura da água e os Sólidos totais Dissolvidos que apresentaram correlação significativa ($p < 0,05$) com a densidade de organismos da classe Cyanophyceae e o oxigênio dissolvido que apresentou correlação significativa com a densidade da classe Bacillariophyceae.

5- As espécies de cianobactérias dominantes no Reservatório são consideradas formadoras de florações no Brasil.

6- Foram identificados, gêneros considerados potencialmente tóxicos, como *Microcystis*, *Cylindrospermopsis*, *Planktothrix* e *Aphanocapsa*, embora a maioria deles, com exceção de *Cylindrospermopsis*, apresentaram baixas densidades.

7- A diversidade específica foi baixa, confirmada pelo predomínio de algumas espécies, indicando que o ambiente sofre a ação de impactos antrópicos. A equitabilidade apresentou uma distribuição não uniforme da comunidade indicando desequilíbrio ambiental.

8- As densidades de células de cianobactérias estiveram acima dos valores estabelecidos pela resolução N° 357 do CONAMA. E segundo a portaria N° 2914/2011 do MS, faz-se necessária

à implementação de medidas de controle de Cianobactérias e monitoramento de cianotoxinas, no sentido de prevenir possíveis problemas que as florações desses organismos podem vir a ocasionar e assim, garantir o não comprometimento da saúde das populações que utilizam este reservatório para seu abastecimento.

9- Todas as espécies identificadas representam o primeiro registro para o Reservatório Canoas, bem como a presente pesquisa voltada para estrutura da comunidade fitoplanctônica, também é pioneira. Portanto, levando-se em consideração a importância dos estudos da flora dos ambientes aquáticos, torna-se pertinente a continuidade dos estudos para ampliar o conhecimento da ficoflórula no estado do Ceará e também em todo o país.

REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios do Brasil**. Maringá, Eduem, 501 p. 2007.

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.

ALMEIDA, L. B. **Variação espacial longitudinal da comunidade fitoplanctônica, estado trófico e variáveis ambientais de duas lagoas costeiras do município da Serra/ES: lagoa Juara e lagoa Jacuném**. 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

ALMEIDA et al. Comunidade fitoplanctônica do lago cajari, baixada maranhense, no período de cheia. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**. Maranhão. 2005.

ALVES-DA-SILVA, S. M.; LAITANO, C. S. Euglenaceae pigmentadas do Banhado do Jacaré, em um parque de proteção ambiental, Triunfo, R.G.S, Brasil. **Iheringia**, v.45, p.89-116. 1994.

AN, S. S., FRIEDEL, T.; HEGEWALD, E. Phylogenetic relationships of Scenedesmus and Scenedesmus-like coccoid green algae as inferred from ITS-2 rDNA sequence comparisons. **Plant biology**, v. 1, p. 418-428, 1999.

ANAGNOSTIDIS, K.; KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3 - Oscillatoriales. **Algological Studies**, 50-53, p. 327-472, 1988.

ARAGÃO, N. K. C. V. **Taxonomia, distribuição e quantificação de populações de cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)**. 2011. 157 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

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.

AZEVEDO, M.T.P., NOGUEIRA, N.M.C.; SANT'ANNA, C.L. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 8: Cyanophyceae. **Hoehnea**, v. 23, p.1-38, 1996.

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. Coelosphaerium evidenter-marginatum, a new planktonic species of Cyanophyceae/Cyanobacteria from São Paulo State, Southeastern Brazil. **Algological Studies**, v.94, p.35-43, 1999.

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. Sphaerocavum, a new genus of planktic Cyanobacteria from continental water bodies in Brazil. **Algological Studies**, v.109, p.79- 92, 2003.

BAÚ, A. C. **Variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica em uma seção do reservatório de Passo Real, RS, Brasil.** 2018. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, 2018.

BARBOSA, F. A. R. **Ecologia de processos e qualidade de água.** Laboratório de Limnologia do ICB/UFMG, 2005 Disponível em <<http://www.icb.ufmg.br/~limnos/fitoplancton.htm>> Acesso em: ago. 2017.

BARBOSA, J. E. L.; BRASIL, J.; MONTENEGRO, A. K. A.; FRANCA, J. C.; OLIVEIRA, F. M. F. Variação interanual do fitoplâncton e variáveis limnológicas em um açude raso, típico do semiárido brasileiro (Açude Taperoá II, Paraíba). IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo.** Bauru-SP: Nupeea, 576 p, 2010.

BATISTA, B. D.; FONSECA, B. M. Fitoplâncton da região central do Lago Paranoá (DF): uma abordagem ecológica e sanitária. **Eng. Sanit. Ambiental**, v.23 n.2, p. 229-241, 2018.

BELLINGER, E. G.; SIGEE, D. C. **Freshwater algae: Identification and use as bioindicators.** Wiley-Blackwell, Oxford, 285p, 2010.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de Algas de Águas Continentais do Brasil (chave para identificação e descrições).** 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006, 502 p.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC., MOURA, AN., HEREMAN, TC. DANTAS, EW. Increase in Straight and Coiled *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) populations under conditions of thermal de-stratification in a shallow tropical reservoir. **Journal of Water Resource and Protection**, vol. 3, no. 4, p. 245-252, 2011.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DIAS, S. N.; MOURA, A. N.; CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; DANTAS, E. 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.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. ; MOLICA, R. Cianobactéria Invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Edição nº 30, p. 82-90 ,2003.

BOUVY, M.; NASCIMENTO, S. M.; MOLICA, R. J.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V.; AZEVEDO, S. M. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, v. 493, n. 1-3, p. 115-130, 2003.

BOZELLI R.L.; HUSZAR V.L.M. Comunidades Fito e Zooplanctônicas Continentais em Tempo de Avaliação. **Limnotemas 3.** Sociedade Brasileira de Limnologia. 2003.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L. de; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à**

Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

BRASIL. Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Brasília: Ministério da Saúde (MS), 2011. 8 p.

BRASIL. Resolução nº 357 de 15 março de 2005. Brasília: Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), 2005. 27 p.

BRESSANE, L. W.; SANTOS, R. M.; MENDES, R. B. Análise da comunidade fitoplanctônica na represa de furnas em barranco alto – MG. **IX Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 9, n. 2, p. 51-68, 2013.

BUCH, B.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Caracterização genética de linhagens de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju de corpos d'água do nordeste e sudeste do Brasil. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru-SP: Nupeea, 576 p, 2010.

BUCHHEIM, M., BUCHHEIM, J., CARLSTON, T., BRABAND, A., HEPERLE, D., KRIENITZ, L. HEGEWALD, E.; WOLF, M. Phylogeny of the Hydrodictyaceae (Chlorophyceae): Inferences From rDNA Data. **Journal of Phycology**, v.41, p.1039-1054, 2005.

CALIJURI, M. do C.; ALVES, M. S. A. A.; SANTOS, A. C. A. dos. **Cianobactérias e Cianobactérias em Águas Continentais**. São Carlos: RiMa, 2006. 118 p.

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.; 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 Ambiental**, v. 22 n. 2, p. 261-269, 2017.

CARDOSO, M. P.; SILVA, R. D. S.; OLIVEIRA, D. A.; SEVERIANO, J. S.; BARBOSA, J. E. L. Estrutura do fitoplâncton em reservatório da Paraíba, Brasil: Análise comparativa dos períodos pré e pós-transposição do Rio São Francisco. **III CONAPESC**, Universidade Estadual da Paraíba, 11p, 2017.

CARLOS, A. C. **Dinâmica da população de cianobactérias em um reservatório eutrófico do semiárido brasileiro no período de seca**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

CHAVES, F. I. B. **Dinâmica de fitoplâncton e variáveis limnológicas no reservatório de General Sampaio, semiárido do Ceará**. 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal do Ceará, 2013.

- CHELLAPPA, N.T.,; COSTA M.A.M. Dominant and co-existing species of cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v.24, p. 3-10, 2003.
- CHELLAPPA, N. T.; BORBA, J. L. de M.; OLIVEIRA, R. K. de; LIMA, A. K. A. de. Diversidade, co-existência e dominância na comunidade fitoplanctônica da Barragem Cruzeta, Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, p. 126-128, 2007.
- COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, Cartilha informativa hidroambiental – **vamos conhecer o Salgado - Bacia hidrográfica do Salgado**. 2. ed. Crato, Ceará, 23 p. 2010.
- COGERH - Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos- **Portal hidrológico**. Disponível em <<http://www.hidro.ce.gov.br>> Acesso em: nov. 2018.
- COMAS, A. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. **Bibliotheca Phycologica** 99, Cramer,192p. 1996.
- COMPÈRE, P. Algues de La région dulacthad. V – Chlorophycophytes (1^a partie). **Serie Hydrobiol**,v. 10, n. 2, p. 77-118, 1976.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; CAVALCANTE-SILVA, E.; SANTOS, V. P.; DIAS, S. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; SEVERI, W.; MOURA, A. N. Diversidade Fitoplanctônica de Lagoas Marginais no Reservatório de Sobradinho-Bahia. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTAL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru, SP: Nupeea, 576 p, 2010a.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; FUENTES, E.V.; ARAGÃO, N.K. V.;BITTENCOURT OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A. N. Dinâmica fitoplanctônica relacionada às condições ambientais em reservatório de abastecimento público do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n.4, p. 592-599, 2010.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; OGAVA, L. E.; MOURA, A.N.; PICCIN-SANTOS, V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Cianobactérias planctônicas de Reservatórios do Oeste Paulista, Brasil: condições naturais versus controladas **Revista Brasileira Engenharia de Pesca**, v. 5, n.3, p. 74-88, 2010b.
- COSTA, C.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA JÚNIOR, A. M.; ZICKEL, C. S.; MOURA, A. N. Composição Florística e Variação Espaço-Temporal do Microfitoplâncton no Reservatório de Carpina – PE. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT- OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Recife- PE: NUPEEA, 2010.
- CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. C. Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 822-831, 2011.

CUNHA, C. J. S. **Variação espacial e temporal do fitoplâncton do reservatório da usina hidrelétrica de Tucuruí - Pará.** 2013. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca) - Universidade Federal do Pará, 2013.

DANTAS, Ê. W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory. **Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters**, v. 42, n. 1, p. 72-80, 2012.

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.

DANTAS, Ê. W.; MOURA, A. do N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; ARRUDA NETO, J. D. de T.; CAVALCANTI, A. de D. C. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 970-982. 2008.

DESIKACHARY, T. V. **Cyanophyta.** New Delhi: Indian Council of agricultural Research, 686 p.1959.

DINIZ, A. S. **Classificação morfo-funcional do fitoplâncton e a relação com o micro/mesozooplâncton em reservatórios tropicais.** 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

DOMINGUES, C. D.; TORGAN, L. C. Fitoplâncton (exceto Chlorophyceae) de um lago artificial urbano no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.3, p.463-480, 2011.

ESKINAZI-LEÇA, E. ;KOENING, M. L.; SILVA-CUNHA, M. G. G. O fitoplâncton: estrutura e produtividade. IN: BARROS, H.M., ESKINAZI-LEÇA, E., MACEDO, S.J. and LIMA, T. (Orgs.). **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais.** Recife: Editora Universitária UFPE. p. 67-74, 2000.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M.; MENEZES, R.; COSTA, I. S.; PANOSSO, R. F.; ARAÚJO, M. F.; ATTAYDE, J. L. Composição da comunidade zooplanctônica em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 11, n. 3, p. 410-421, 2007.

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia, 2ª ed. Rio de Janeiro, Interciência FINEP, p. 602, 1998.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FERNANDES, L. F.; GUTSEIT, K. C.; WOJCIECHOWSK, J.; LAGOS, P. E. D.; XAVIER, C. F. Ecologia do fitoplâncton no reservatório rio verde. IN: CUNHA, C. L. N., CARNEIRO, C. GOBBI, E. F., ANDREOLI, C.V. **Eutrofização em Reservatórios: Gestão Preventiva. Estudo Interdisciplinar na Bacia do Rio Verde,** PR. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 516 p, 2011.

FERRAGUT, C, LOPES, M.R.M., BICUDO, D.C., BICUDO, C.E.M.; VERCELLINO, I.S. Ficoflora perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo). **Hoehnea**, v. 32, p.137-184,2005.

FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J.F. RÉZIG, S.H. **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Artmed Editora, 332 p. 2010.

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em < www.funceme.br/index.php/tempo/chuvas-mensais-município >. Acesso em outubro de 2018.

GODINHO, L.R. 2009. **Família Scenedesmaceae no Estado de São Paulo: Levantamento florístico**. Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo, 2009.

GODINHO, L.R., COMAS, A.A.; BICUDO, C.E.M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Algas**, 30: Chlorophyceae (família Scenedesmaceae). **Hoehnea**, v. 37, n.3, p. 513-553, 2010.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T. e RYAN, P.D. 2001. PAST - Palaeontological statistics.<http://folk.uio.no/ohammer/past/>. Acesso em fevereiro de 2009.

HEGEWALD, E. Taxonomy and phylogeny of Scenedesmus. *Algae (Korean) Journal of Phycology*, v.12, p.235–246, 1997.

HEGEWALD, E. New combinations in the genus Desmodesmus (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). **Algological Studies**, v.96, p.1-18, 2000.

HEGEWALD, E.; HANAGATA, N. Phylogenetic studies on Scenedesmaceae (Chlorophyta). **Algological Studies**, v.100, p. 29–49, 2000.

HEGEWALD, E.; WOLF, M. Phylogenetic relationships of Scenedesmus and Acutodesmus (Chlorophyta, Chlorophyceae) as inferred from 18S rDNA and ITS-2 sequence comparisons. **Plant Systematics and Evolution**, v. 241, p. 185–191, 2003.

HENRY, R.; NUNES, M. A.; MITSUKA, P. M.; LIMA, N. de E.; CASANOVA, S. M. C. Variação espacial e temporal da produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 4, p. 571-590, 1998.

HOFFMANN, L., KOMARÉK, J.; KASTOVSKY, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) state in. **Algological Studies**, v.117, p.95-115, 2005.

HÜBER-PESTALOZI, G. **Das phytoplankton des Süßwassers: systematik und biologie: Euglenaceen**. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, v.16, n.4, 1955, 605 p.

HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M., DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C.L., Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, v. 424, p. 67-77, 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>>, Acesso em: ago. 2017.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Ceará em Mapas**, 2007. Disponível em: < <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo11/11/123x.htm> >. Acesso em: 19 ago. 2017.

KHAN, Z.; WAN OMAR, W. M.; MERICAN, F. M. M. S.; AZIZAN, A. A.; FOONG, C. P.; CONVEY, P.; NAJIMUDIN, N.; SMYKLA, J.; ALIAS, S. A. Identification and phenotypic plasticity of *Pseudanabaena catenata* from the Svalbard archipelago. **Polish Polar Research**.v. 38 n.4, p. 445–458, 2017.

KOMÁREK, J. e ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 4 – Nostocales. Archiv für Hydrobiologie, **Algological Studies**, v.56:, p. 247- 345, 1989.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales**. In Süßwasserflora von Mitteleurop (H.Ettl, G.Gärtner, H.Heynig; D.Möllenbauer eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v.19/1. 1998,548 p.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales**. In Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel G. Gärtner, L. Krientitz e M. Schagerl eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v. 19/2. 2005. 759 p.

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.

KOMÁREK, J.; FOTT, B. **Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales**. In: Huber Pestalozzi, G., Heynig, H.; Mollenbauer, D.(eds) des Süßwassersflora Band (1). Gustav Fischer, Jena, 1983.1044 p.

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.

KRIENITZ, L.; BOCK, C. Present state of the systematics of planktonic coccoid green algae of inland waters. **Hydrobiologia**, 2012.

KRIENITZ, L., HEGEWALD, E., HEPPELLE, D.; WOLF, M. The systematics of coccoid green algae: 18S rRNA gene sequence data versus morphology. **Biologia**, v.58, p. 437–446, 2003.

LOPES, I.K.C.; CAPELO NETO, J.; ABREU, A.Z. Determinação de toxicidade de cianobactérias da comunidade fitoplanctônica do Açude Sítios Novos, Caucaia- Ce. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos- Água, Desenvolvimento econômico e socioambiental**, Bento Gonçalves/RS, 2013.

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

LIMA, P.L.S.C. **Comunidade Fitoplanctônica e qualidade da água da Lagoa do Jiqui, Parnamirim/RN**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática)-

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2010.

LIMA, P. L. S. C.; PESSOA, E. K. R.; CHELLAPPA, S.; CHELLAPPA, N. T. Phytoplankton diversity and physical-chemical aspects of water quality of Lake Jiqui, Rio Grande do Norte, Brazil. **Biota Amazônia**, v. 3, n. 3, p. 97-112, 2013.

LIRA, G. A. S. T.; 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.

LIRA, G. A. S. T.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; ARAÚJO, E. L. Comunidade fitoplanctônica e aspectos ecológicos de dois reservatórios eutróficos do Nordeste do Brasil. IN: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT- OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Recife- PE: NUPEEA, 2010.

LIRA, G. A. S. T.; MOURA, A. N.; VILAR, M. C. P.; CORDEIRO-ARAÚJO, 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.

LLOYD, M.; GHELARDI, R.J. A table for calculating the equitability component of species diversity. **Journal of 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**, n. 22, p. 1-29, 1986.

LOPES, Y. V. A.; HENRY-SILVA, G. G. Efeito da criação de tilápia-do-nilo sobre variáveis limnológicas de um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte em um período de 24 horas. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 3, p. 299-313, 2014.

LUCAS, F. H. R.; RANGEL JÚNIOR, A.; AMORIM, C. A.; COSTA, A. R. S.; CAVALCANTE, F. C.; LACERDA, S. R. Variação temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Rosário/CE. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 14, n. 2, p. 35-43, 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.

MALLASEN, M. CARMO, C. F.; TUCCI, A.; BARROS, H. P.; ROJAS, N. E. T.; FONSECA, F. S.; YAMASHITA, E. Y. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 15-30, 2012.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona, Omega S. A. 1983. 1010p.

MATEUCCI, S. D.; COLMA, A. La metodología para el Estudio de La Vegetacion. Collection de Monografias Científicas, [s. 1.], n. 22, p. 168, 1982.

MEDEIROS, L. C. **O efeito do regime hidrológico do semiárido na composição de espécies durante dominância de cianobactérias em um reservatório tropical.** 2013. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2013.

MELO, G.; MORAIS, M.; SOBRAL, M. do C.; GUNKEL, G.; CARVALHO, R. Influência de Variáveis Ambientais na Comunidade Fitoplanctônica nos Reservatórios Receptores do Projeto de Integração do Rio São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, n.6, p. 17, 2012.

MENDES, C. F. **Avaliação da qualidade da água e análise de microcistina em pescado de tanques-redes em reservatórios de abastecimento público.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 2013.

MENEZES, M. **Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d' água da região sul do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil.** 1994. 700 f. Tese (Doutorado em Botânica), Universidade de São Paulo. 1994.

MIZUNO, T. **Illustrations of the freshwater plankton of Japan.** Osaka: Hoikuscha, 1968. 351 p.

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

MONTEIRO, F. M. **Presença de macrófitas submersas altera a dinâmica do fitoplâncton em reservatórios do semiárido?** 2016. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, 2016.

MOURA, A. N.; ARAÚO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo.** Recife: Editora NUPEEA. 576 p, 2010.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; CHIA, M. A.; SEVERIANO, J. S. Co-occurrence of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju and *Microcystis panniformis* Komárek et al. in Mundaú reservoir, a semiarid Brazilian ecosystem. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 3, p. 322-329, 2015.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MENDONÇA, D. F. P.; OLIVEIRA, H. S. B.; DANTAS, E. W.; PIMENTEL, R. M. M. Microalgas e Qualidade da Água de Manancial Utilizado Para Abastecimento Público Localizado na Região Metropolitana da cidade de Recife, PE, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 2, 2007.

MOURA, A. N.; PIMENTEL, R. M. M.; LIRA, G. A. S. T.; CHAGAS, M. G. S.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no Reservatório de Botafogo. **Revista de Geografia**, v. 23, n. 3, 2006.

MOURA, A. N.; NASCIMENTO, E. C.; DANTAS, E. 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, Ê. 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.

NASCIMENTO, E.C. **Variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semi-árido do Nordeste (Pernambuco-Brasil)**. 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, 2010.

NEWELL, G.E.; NEWELL, R.C. *Marini and Plankton: a practical guide*. London: Hutchuson Educational, 1968. 221 p.

NOGUEIRA, I.S. **Chlorococcales sensu lato (Chlorophyceae) do município de Rio de Janeiro e arredores, Brasil: inventário e considerações taxonômicas**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1991. 356p.

NOGUEIRA, I. S.; GAMA JÚNIOR, W. A.; D’ALESSANDRO, E.B. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 34, n. 4, p.5 75-592, 2011.

OLIVEIRA, T. M. A; ROCHA, O. B.; PERET, A. C. C. Structure of the phytoplankton community in the Cachoeira Dourada reservoir (GO/MG), Brazil. **Brazilian Journal of Biololy**, v.71, n. 3, p. 587-600, 2011.

PACHECO, C. H. A. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado: açude Acarape do Meio-CE**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande – PB. 2009.

PARRA, O. O.; BICUDO, C. E. M. **Introducción a labiología y sistemática de las algas de águas continentales**. Concepción: Ediciones Universidad de Concepción. Santiago, Chile, 268 p. 1993.

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, 1983. 151 p.

PEREIRA, B. G. **Comunidade fitoplanctônica da lagoa Mãe-bá e Barragem Norte (ES): variação espacial, temporal e Grupos funcionais**. Dissertação (Mestrado em

Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes - RJ. 2012.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western Great Lakes Area**. 6. ed., Cranbrook Institute of Science, 1975. 977 p.

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., 1962. 300 p.

PUGA, A. L. **Biomassa em carbono nas comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica de sete reservatórios tropicais**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Neotropical) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

RAMIREZ, J.J.; DIAZ, A. Caracterización limnológica y estructura de la comunidad fitoplanctónica en la laguna del Parque Norte, Medellín, Colombia. **Hoehnea**, v.21, p. 7- 28. 1994.

RAMÍREZ, R., J.J. 1996. **Variações espacial vertical e nictemeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no Lago das Garças, São Paulo**. Tese de Doutorado. São Paulo: Universidade de São Paulo. 283 p. 1996.

RAMOS, G.J.P., BICUDO, C.E.M., GÓESNETO, A.; MOURA, C.W.N. Monoraphidium and Ankistrodesmus (Chlorophyceae, Chlorophyta) from Pantanal dos Marimbus, Chapada Diamantina, Bahia State, Brazil. **Hoehnea**, v.39, n.3, p. 421-434, 2012.

RODRIGUES, L. L., SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, v.33, p. 247-264, 2010.

ROSAL, C. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de quatro reservatórios com diferentes graus de trofia, Bacia do Alto Tietê, SP, Brasil**. 2014. 97 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2014.

ROSINI, E.F., SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A. Chlorococcales (exceto Scenedesmaceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, v. 39, n. 1, p.11-38, 2012.

ROSINI, E.F., SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A. Scenedesmaceae (Chlorococcales, Chlorophyceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, v. 40, n.4, p. 661-678, 2013a.

ROSINI, E.F., SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A. Cyanobacteria de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo, Brasil. **Rodriguésia**, v. 64, n.2, p. 399-417, 2013b.

ROUND, F. E. **Biologia das algas**. 2. ed., Rio de Janeiro: ed. Guanabara Dois, 1983. 263 p.

- ROUND, F. E.; CRAWNFORD, R. M.; MANN, D. G. **The diatoms: biology e morphology of the genera.** New York: Cambrigde University Press, 1992, 747 p.
- ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta II. **British Phycological Journal**, v.6, p. 235-264, 1971.
- ROUND, F.E., Crawford, R.M. e Mann, D.G. **The diatoms: biology and morphology of the genera.** Cambridge: Cambridge University Press. 1990.
- SANT'ANNA, C. L. **Chloroccales (chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil.** Germany: STAUSS; CRAMER, 1984, 348 p.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, L. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: Estudo Taxonômico e Aspectos Ecológicos. **Hoehnea**, v.16, p. 89-131, 1989.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SENNA, P.A.C.; KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n.2, p. 213-227, 2004.
- SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T.; AGUJARO, L. F.; CARVALHO, M. do C.; CARVALHO, L. R.; SOUZA, R. C. R. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras.** Rio de Janeiro. Interciência: São Paulo. Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, 58p. 2006.
- 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.
- SANTANA, E. W. **Caderno Regional da Sub-bacia do Salgado / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos.** Assembléia Legislativa do Estado do Ceará; Fortaleza: INESP, 2009.
- SANTANA, L. M.; FERRAGUT, C. Structural changes of the phytoplankton and epiphyton in an urban hypereutrophic reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 28 e 29, 2016.
- SANTOS, L. G. **O fitoplâncton como discriminador ambiental dos reservatórios do sistema Cantareira (SP).** 2016. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Estadual Paulista, 2016.
- SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará (Açude Canoas, Assaré).** 2015. Disponível em: <
http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura/fotos.php?cd_acude=206&status=1&objeto=acudes>. Acesso em: ago. 2017.
- SHANNON, C.E.; WEAVER, W. **The mathematical theory of communication.** University of. 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, K. P. B. da; COSTA, M. M. da S.; GUEDES, E. A. C. Variação temporal do fitoplâncton de um lago pertencente à Área de Proteção Permanente no estado de Alagoas, nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 890-898, 2011.

SILVA, I. G.; MOURA, A. N.; DANTAS, Ê. W. Phytoplankton community of Reis lake in the Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 649-663, 2013.

SIMPSON, E.H., **Measurement of diversity**. Nature, 163:688.1949.

SOMMER, U.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S. P.; JUHÁSZ-NAGY, P. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiologia**, v. 249, n.1-3, p. 1-7, 1993.

TELL, G.; CONFORTI, V. **Euglenophyta pigmentadas de la Argentina**. Bibliotheca Phycologica, 75. 301p. 1986.

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

TORQUATO K. C. **Ocorrência de cianobactérias em reservatórios de bacias hidrográficas do estado da Paraíba**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, 2012.

TUCCI, A. **Sucessão da comunidade fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 274 p. 2002.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L.; GENTIL, R.C.; AZEVEDO, M.T.P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea**, v.33, p.147-175, 2006.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI. Enfrentando a Escassez**. São Carlos: RiMa, IEE, 2. ed., 2005. 248 p.

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

VAN-DEN-HOEK, C., MANN, D.G.; JANHS, H.J.A. **An Introduction to Phycology**. University of Cambridge Press, Cambridge. 1995.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. do C. E. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à bioremediação e à química analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 1, p.139-145, 2004.

VIEIRA, P. C. S.; CARDOSO, M. M. L.; COSTA, I. A. S. D. Vertical and temporal dynamics of phytoplanktonic associations and the application of index assembly in tropical semi-arid eutrophic reservoir, northeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 1, p. 130-144, 2015.

WEBER, C.I. 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 of surface water and effluents. p.1-17.1973.

WOJCIECHOWSK, J. **Variação Nictemeral do Fitoplâncton no Reservatório Rio Verde, Paraná**. 2010. 53 f. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, 2010.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 2 ed. 1984.