



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
EM UM RESERVATÓRIO NO CEARÁ**

ANNE JUSSARA RANGEL

**CRATO – CE,
2015**

ANNE JUSSARA RANGEL

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
EM UM RESERVATÓRIO NO CEARÁ**

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: Profa. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda

**CRATO – CE,
2015**

Rangel, Anne Jussara.

R196c Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em um reservatório no Ceará/ Anne Jussara Rangel. – Crato-CE, 2015
73p.; il.

Dissertação submetida ao programa de pós-graduação da Universidade Regional do Cariri – URCA. Área de concentração: Biodiversidade

Orientadora: Profa. Dra. Síreles Rodrigues Lacerda

1. Reservatório; 2. Comunidade fitoplanctônica
3. Cyanobacteria; 4. Monitoramento; I. Título.

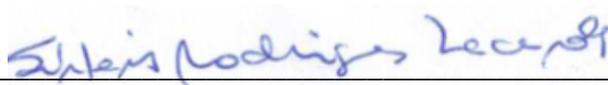
CDD: 579.39

ANNE JUSSARA RANGEL

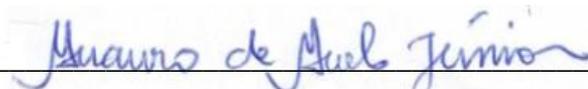
**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA
EM UM RESERVATÓRIO NO CEARÁ**

Dissertação apresentada e aprovada pela banca examinadora em 27 de fevereiro de 2015.

BANCA EXAMINADORA



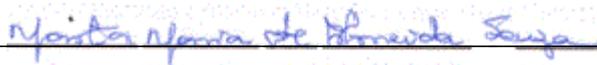
Profa. Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Orientadora)



Prof. Dr. Mauro de Melo Júnior
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
(Membro Avaliador)



Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro Avaliador)



Profa. Dra. Marta Maria de Almeida Souza
Universidade Regional do Cariri – URCA
(Membro Suplente)

Dedico aos meus pais, Antônio e Irismar que estiveram ao meu lado tanto nos momentos de felicidade quanto nos de dificuldade e que sempre me apoiaram e depositaram toda confiança em mim. Sempre fizeram de tudo para me manter em busca de meus sonhos. A realização deste trabalho, sem dúvidas, se deve a eles. Por quem continuei a "lutar" até o final, sem pensar em desistir, mesmo diante de tantos momentos difíceis. Por vocês meus pais queridos!!!

Ofereço a minha vizinha Francisca Ferreira (in memoriam), que partiu pouco antes de eu dar início a esse importante passo em minha vida. Sempre tão preocupada com a educação de seus netos e orgulhosa ao ver cada conquista. Ela nos deixou muitos ensinamentos e muito amor. Obrigada vizinha por ter sido tão especial e maravilhosa em minha vida. Te Amo!!!

AGRADECIMENTOS

Ao Divino criador de todos os seres, por ser a luz em minha vida e em meus caminhos. Por realizar tantas maravilhas em minha vida e me permitir concretizar meus sonhos. Por me dar forças a cada dia para suportar todas as dificuldades, a enfrentar e vencer todas as barreiras, e por me fazer sempre acreditar, sem nunca desistir.

Aos meus Pais amados: Antônio Rangel e Irismar Rangel, exemplo, carinho, dedicação e amor incondicional. Pelo apoio, investimento e confiança, sempre compreensivos durante essa trajetória. Responsáveis pela minha formação humana e profissional. Obrigada por serem tudo em minha vida e por me darem incentivo a cada dia para realizar as minhas metas.

Às minhas irmãs queridas, Samara Rangel e Emylli Rangel, pela compreensão, carinho, amor, conversas e pela paciência comigo em alguns momentos bem difíceis. Também me deram força para seguir.

Aos meus avós Tarcísio Rangel e Maria Gomes, Otoniel Rangel (in memorian) e Francisca Ferreira (in memorian), que sempre me deram carinho, amor e bons conselhos, os quais levarei para o resto da vida, e por quem tenho bastante admiração.

À minha orientadora Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda, por abrir as portas do Laboratório de Botânica me permitindo conhecer a "vida científica", por qual tenho muita admiração. Assim como pelos ensinamentos pessoais, que me acrescentaram muito, por me ensinar a ser forte acima das dificuldades e a superá-las a cada dia, enfim, obrigada pelo apoio, paciência e compreensão.

À Dra. Andréa Tucci, da seção de Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo, simplesmente por ser uma pessoa tão especial e iluminada por Deus, por seu sorriso sincero e contagiante todas as manhãs, assim como seu abraço caloroso e seus cuidados de MÃE que me renovava e dava forças para continuar a cada dia. Por seu apoio, paciência, dedicação e profissionalismo, em sua colaboração para a realização deste trabalho.

A todos da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (alunos, professores e funcionários) pelo acolhimento e atenção

À Dr^a Célia Sant' Anna por seu acolhimento ao abrir as portas do Instituto de Botânica e, assim, permitir a realização e concretização deste trabalho.

À doutoranda Edna Rosini, pela atenção, pelas conversas, paciência, disponibilidade e todo o apoio e colaboração. A João Osti por toda atenção, ajuda, conversas e conselhos. A Fernanda Rios, Watson Junior e Cecília Hissami pelo carinho e atenção.

À Universidade Regional do Cariri - URCA, pelos aprendizados que adquiri. Aos pesquisadores que compõem o colegiado do curso de Mestrado em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri. À coordenação do curso, às secretárias: Andeciele Rolim e Lenira Pereira, por toda disponibilidade e apoio. Ao motorista Frederico (Fred) pela disponibilidade, gentileza e paciência.

À COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos) pela parceria, disponibilidade de dados e bibliografia, importantes à realização desta pesquisa. Ao barqueiro Marcial pela paciência e todo o auxílio durante as coletas, como também a sua esposa Socorro por ter me recebido sempre de braços abertos em sua casa.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa para financiamento da pesquisa.

Às professoras Dra. Imeuda Peixoto Furtado e Dra. Marta Maria de Almeida Souza, avaliadoras na minha banca de qualificação, por suas observações e importantes sugestões.

À banca de defesa, Dr. Mauro de Melo Júnior, Dr. Álamo Feitosa Saraiva e Dra. Marta Maria de Almeida Souza por aceitarem avaliar e, desta forma colaborarem com a melhoria deste trabalho.

A toda minha família querida pelo amor, compreensão, carinho, união que sempre me deu forças para continuar. Obrigada por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Aos meus primos queridos "Rangel's", em especial Renata, Lídia, Renato, João Paulo, Lucas, Igor, Rubens, pelos momentos de alegrias compartilhadas, que também me deram forças para continuar nessa trajetória.

À Nara, amiga-irmã que Deus colocou em minha vida, por ter me ajudado a suportar e superar tantos momentos difíceis. Pelo apoio incondicional que sempre me deu. Obrigada pelo amor, atenção, preocupação, conselhos, amizade, enfim, por existir em minha vida.

Ao meu primo-amigo querido, Junior Rangel, que esteve de meu lado todos os dias, n momentos bons, como também nos mais difíceis, sempre me dando forças e me fazendo sorrir, independente da situação. Obrigado por sua amizade, por todo apoio, ajuda, conversas e sorvetes... rsrs.

À minha amiga Karla Jaqueline, por todos os momentos que passamos nessa caminhada, muitos felizes, outros bem complicados. Por seu apoio, atenção e cuidados, sua disponibilidade em ajudar e me ouvir e aconselhar sempre que eu preciso. Obrigada por tornar essa "batalha" mais simples de ser vencida.

À minha amiga Irismã Libório, por todo apoio, paciência, por seus sábios conselhos e por seus cuidados de mãe. Sempre preocupada, disponível a ouvir e disposta a ajudar. Obrigada por fazer parte dessa caminhada e torná-la mais simples de ser seguida. Também ao seu esposo Francisco Vieira e suas filhas Bárbara e Mariane que sempre me acolheram muito bem em sua casa e me apoiaram sempre que precisei.

A todos que compõem ou que fizeram parte do Laboratório de Botânica, por todos os momentos especiais, pelas risadas e acontecimentos do dia a dia, obrigada pela companhia de vocês: Karla Jaqueline, Irismã, Andréa, Fernanda, Renato, Soraya, Simoni, Marília, Hildete, Angélica, Cihelio, Paulo, Delmacia, Maria, Bianca, Liana, Dayane, Manuele, Julimery, Samara, Jessica, Karla Karen, Fátima.

Aos amigos e companheiros nessa "luta" diária: Andréa Sampaio, Fernanda Cavalcante, Renato Juciano, Soraya Macêdo, Simoni Oliveira, Marília Muryel. Obrigada por todos os momentos especiais, conversas, conselhos e pela disposição em ajudar.

Às minhas amigas especiais, que conheci em um período crucial desta pesquisa e que me deram todo o apoio necessário: queridas amigas do "aloja": Ana Margarida, Krysna, Leilyane, Josy, obrigada pela companhia, carinho, passeios, risadas e por todos os conselhos. Esta experiência única não seria a mesma sem vocês.

Às queridas amigas do "aloja", mais especificamente do "Quarto 4", Obrigada pela recepção calorosa, pelo companheirismo, pelas conversas, risadas, pelas noites acordadas nos esperando chegar!! rsrs. Obrigada Vera e Camila pela paciência. Quanta sorte em conhecer vocês.

Ao Dr. Lucas Lopes, por suas palavras e atenção, que em uma fase muito complicada me ajudou a enxergar que é possível vencer, mesmo diante das dificuldades, e que devemos sempre acreditar e ter forças para seguir... Obrigada por seu apoio em um momento tão difícil em que eu já não encontrava mais forças para continuar.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho, me muito obrigada.

RESUMO

Em reservatórios na região nordeste há uma preocupação com a perda da qualidade da água, em decorrência dos acelerados processos de nutrição artificial. Desta forma, torna-se importante a avaliação do componente biológico, como ferramenta de avaliação ambiental nesses corpos hídricos. Com base nisso, analisou-se a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica do Reservatório Cachoeira, utilizado para abastecimento público, localizado no município de Aurora/CE (6° 56' 33" S, 38° 58' 03" W). Foram realizadas coletas mensais (set./13 a abr./14), em dois pontos de amostragem. As coletas para análise da composição fitoplanctônica foram realizadas com rede de plâncton de 20 µm, por meio de arrastos horizontais na subsuperfície da água, sendo as amostras fixadas com formol a 4%. Aquelas destinadas à quantificação da comunidade foram obtidas diretamente na subsuperfície da água e fixadas com lugol acético 1%. A análise taxonômica da comunidade fitoplanctônica consistiu na identificação das microalgas utilizando-se microscópio óptico binocular Carl Zeiss. A contagem foi realizada em microscópio óptico binocular Carl Zeiss Axioplan 20, com aumento de 400 vezes, segundo o método de Utermöhl. 60 espécies, pertencentes a seis classes taxonômicas foram identificadas: Chlorophyceae (31), Cyanophyceae (18), Zygnemaphyceae (seis), Bacillariophyta (três), Euglenophyceae e Cryptophyceae, ambas com uma espécie. As Chlorophyceae apresentaram maior riqueza taxonômica, destacando-se *Monoraphidium* como o gênero mais representativo, com nove espécies identificadas. O segundo maior contribuinte foi o gênero *Aphanocapsa* (Cyanophyceae) (sete spp.). Nove espécies foram classificadas como muito frequentes, sendo seis clorofíceas e três cianobactérias. As maiores densidades ocorreram durante o período chuvoso, e foram atribuídas às Cyanophyceae, representada pela espécie *Cyanodictyon* sp. (90%). Quanto às espécies descritoras da comunidade, destacaram-se: *Cyanodictyon* sp. (62%) e *Leptolyngbya* sp. (18%). Ocorreram três espécies dominantes: *Aphanocapsa delicatissima* West e G.S.West, *Cyanodictyon* sp. e *Monoraphidium arcuatum* Korshikov. Os índices de diversidade específica da comunidade fitoplanctônica foram de baixa a média e a equitabilidade mostrou a distribuição uniforme da comunidade durante o estudo. Apesar das Cyanophyceae, terem se destacado durante o estudo, suas densidades encontram-se abaixo do limite estabelecido pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). No entanto, considerando-se a importância do reservatório de abastecimento, é necessário o monitoramento e controle das Cyanophyceae, no sentido de prevenir possíveis danos que possam vir causar a saúde pública.

Palavras-chave: Reservatório, Comunidade fitoplanctônica, Cyanobacte
Monitoramento.

ABSTRACT

In reservoirs in the northeast there is a concern with the loss of water quality, due to the accelerated processes of artificial nutrition. Thus, it becomes important to evaluate the biological component, such as environmental assessment tool such water bodies. Based on this, we analyzed the composition and structure of the phytoplankton community of Cachoeira Reservoir, used for public supply, located in the city of Aurora / CE (6° 56' 33'' S, 38° 58' 03'' W). Have been collected monthly (September / 13 to April / 14), in two sampling points. The samples for analysis were performed with phytoplankton composition of plankton of 20 µm, network by means of horizontal sweeps subsurface water, and the samples fixed in 4% formalin. Those for the quantification of the community were made directly to water subsurface and fixed with 1% acetic lugol. The taxonomic analysis of phytoplankton was the identification of microalgae using binocular optical microscope Carl Zeiss. Counting was carried out for binocular Carl Zeiss Axioplan optical microscope 20, with 400-fold increase, by the Utermöhl method. 60 species belonging to six taxonomic classes have been identified: Chlorophyceae (31) Cyanophyceae (18), Zygnemaphyceae (six), Bacillariophyta (three), and Euglenophyceae Cryptophyceae, both with a kind. The Chlorophyceae showed higher taxonomic richness, highlighting *Monoraphidium* as the most representative genus with nine species identified. The second largest contributor was the *Aphanocapsa* gender (Cyanobacteria) (seven spp.). Nine species were classified as very common, six and three green algae Cyanobacteria. The highest densities occurred during the rainy season, and were attributed to Cyanophyceae, represented by the species *Cyanodicyton* sp. (90%). As for descriptors species of the community, included: *Cyanodicyton* sp. (62%) and *Leptolyngbya* sp. (18%). There were three dominant species: *Aphanocapsa delicatissima* West and GSWest, *Cyanodicyton* sp. and *Monoraphidium arcuatum* Korshikov. The species diversity index of phytoplankton were low to medium and equitability showed uniform distribution of the community during the study. Despite Cyanophyceae, have stood out during the study, their densities are below the limit set by the National Environmental Council (CONAMA). However, considering the importance of the supply reservoir, monitoring and control of Cyanophyceae is necessary in order to prevent possible damage that might cause public health.

Keywords: Reservoir, Phytoplankton Community, Cyanobacteria , Monitoring.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Vista parcial do Açude Cachoeira, Aurora, Ceará.....	27
Figura 2 - Localização do Açude Cachoeira, Aurora, Ceará.....	28
Figura 3 - Banco de Macrófitas Aquáticas as Margens do Açude Cachoeira, Aurora-CE.....	30
Figura 4 – Desenvolvimento de atividades pecuárias as margens do Açude Cachoeira, Aurora/ CE....	31
Figura 5 – Localização dos pontos de amostragem, Açude cachoeira, Aurora, Ceará. Fonte: Google Earth, 2014.....	33
Figura 6 – Estações de amostragem: A - P1: tanques-redes utilizados para a criação de peixes; B - P2: Banco de macrófitas aquáticas e desenvolvimento de pecuária as margens do Açude Cachoeira, 2013.....	33
Figura 7 – Precipitação (mm) no Município de Aurora - CE, durante o período de amostragem. Fonte: FUNCEME, 2014.....	39
Figura 8 – Distribuição percentual por classes taxonômicas das espécies de microalgas planctônicas ocorrentes no Açude Cachoeira – Aurora/CE, de set./13 a abr./14.....	40
Figura 9 – Número de táxons registrados; exclusivos dos períodos seco e chuvoso e comuns em ambos os períodos sazonais, no Reservatório Cachoeira, de set./13 a abr./14.....	47
Figura 10 - Densidades das classes fitoplanctônicas (org. mL ⁻¹) no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE, set./13 a abr./14.....	50
Figura 11 – Riqueza de espécies no Reservatório Cachoeira, Aurora, CE, de set./13 a abr./14.....	55
Figura 12 – índices de Diversidade (bits.ind ⁻¹) e Equitabilidade (J') no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE, de set./13 a abr./14.....	57
Figura 13 - Dominância (DS') no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE, de set./13 a abr./14.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variáveis limnológicas registradas no Reservatório Cachoeira, Aurora- CE.....	32
Tabela 2 - Sinopse dos táxons registrados no Açude Cachoeira, Aurora/CE.....	41
Tabela 3 – Frequência de Ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados no Açude Cachoeira (P1: Ponto 1, P2: Ponto 2, C: chuva, S: seca, %: frequência de ocorrência, *: táxons exclusivos do período de chuva, **: táxons exclusivos do período de seca).....	48
Tabela 4 - Espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica, com base na Densidade total, com suas respectivas porcentagens de contribuição (%); P1 (Ponto 1), P2 (Ponto 2).....	53

SUMÁRIO

RESUMO	ix
ABSTRACT	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
1 INTRODUÇÃO	15
OBJETIVOS	17
Geral.....	17
Específicos.....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Brasil	18
2.2 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Nordeste.....	21
3 MATERIAL E MÉTODOS	27
3.1 Descrição da Área de Estudo.....	27
3.2 Definição dos pontos de coleta.....	32
3.3 Coleta e fixação das amostras.....	34
3.4 Análise e tratamento das amostras.....	34
3.4.1 Frequência de ocorrência da comunidade fitoplanctônica.....	35
3.4.2 Densidade Total da Comunidade Fitoplanctônica (org.mL ⁻¹).....	35
3.4.3 Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica.....	36
3.5 Normatização.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
Precipitação Pluviométrica (mm).....	39
Composição Florística.....	40
Frequência de Ocorrência	44
Densidade Total.....	49
Densidade de Cianobactérias.....	52
Espécies Descritoras.....	52
Espécies Dominantes e Abundantes.....	53
Riqueza.....	55
Índice de Diversidade.....	56
Índice de Equitabilidade.....	56
Índice de Dominância.....	58

5 CONCLUSÕES.....	60
REFERÊNCIAS.....	62

1 INTRODUÇÃO

O Brasil concentra uma das maiores reservas de água doce do mundo, representando um importante patrimônio natural. Todavia, os problemas relacionados à distribuição espacial e temporal da água têm representado desafios para milhares de brasileiros (MARQUES; CUNHA; MELO, 2011).

Nas regiões semiáridas do país (Agreste e Sertão) a demanda por água potável é muito grande. Desse modo, vários reservatórios foram construídos com o intuito de minimizar os impactos da seca (NASCIMENTO, 2010). Reservatórios são ambientes lacustres de transição entre rios – sistemas lóticos e lagos naturais – sistemas lênticos, criados pelo homem a fim de atender finalidades específicas, tais como abastecimento de água, geração de energia e contenção de enchentes (ALMEIDA, 2011).

Em reservatórios no Nordeste brasileiro, as cargas externas, pontuais ou difusas, de nutrientes, em especial fósforo e nitrogênio, promovem a eutrofização artificial e causam uma série de prejuízos a esses ambientes (MENEZES, 2008). Esta crescente eutrofização tem sido produzida, principalmente, pelas descargas de esgotos domésticos e industriais dos centros urbanos e pela poluição difusa originada nas regiões agricultáveis. O que produz mudanças na qualidade da água, incluindo o aumento da incidência de florações de microalgas e cianobactérias, com consequências negativas sobre a eficiência e o custo do tratamento da água (BICUDO; TUNDISI; SCHEUENSTUHL, 2010).

Entre as comunidades biológicas que habitam os ecossistemas aquáticos, destaca-se o fitoplâncton, por sua relevância na cadeia alimentar como produtores primários (MONTEIRO; NASCIMENTO; MOURA, 2007). O fitoplâncton é constituído por um conjunto de diversificados grupos taxonômicos, capazes de realizar fotossíntese, que têm diferentes necessidades fisiológicas (CALIJURI, 2006). São importantes ao ambiente aquático, pois, dentre outras funções, são responsáveis por grande parte do oxigênio liberado no ambiente aquático.

O levantamento florístico do fitoplâncton é uma das ferramentas que possibilita compreender a dinâmica ecológica dos ecossistemas aquáticos, uma vez que, esses organismos são bioindicadores das condições tróficas do meio, auxiliando na avaliação e estudo da conservação desses ambientes (CORDEIRO-ARAÚJO et al., 2010a).

Mudanças ocorrentes num determinado ambiente aquático ao longo de uma escala temporal variada são responsáveis por desencadear diferentes respostas por parte da

comunidade fitoplanctônica, e esta, por sua vez, pode ser utilizada como parâmetros em estudos limnológicos. A utilização dessa comunidade como bioindicadora se fundamenta na avaliação da base de uma cadeia ou teia alimentar, na qual os efeitos oriundos dessas alterações serão refletidos em todos os seus componentes e, conseqüentemente, no bioma como um todo (MACEDO, 2006). Portanto, o seu estudo em sistemas artificiais pode fornecer subsídios indicativos do grau de trofia desses sistemas (MACEDO; SIPAÚBA-TAVARES, 2005).

Em reservatórios utilizados para abastecimento, o fitoplâncton pode ser muito diverso, devido ao tempo elevado de permanência da água nesses ambientes, particularmente, na região Nordeste, uma vez que, apresentam condições de alta temperatura, alta luminosidade, baixos índices de precipitação pluviométrica e altos teores de nutrientes (MOURA et al., 2006). Um grupo que vem chamando bastante atenção é o das cianobactérias, estas apresentam grande importância ecológica, atuando como importantes indicadoras da qualidade da água.

Os estudos com organismos fitoplanctônicos em reservatórios representam significativos avanços no diagnóstico da qualidade da água destes mananciais (LIRA, 2009). Deste modo, é fundamental que seja realizado um monitoramento adequado, sendo importante a realização de análise quali e quantitativa do fitoplâncton, principalmente do grupo das cianobactérias, para assegurar a qualidade da água tratada (MÜLLER; CYBIS; RAYA-RODRIGUEZ, 2011).

Várias espécies de cianobactérias são produtoras de toxinas, as chamadas cianotoxinas: neurotoxinas, hepatotoxinas e dermatotoxinas. O acelerado processo de eutrofização dos sistemas aquáticos tem favorecido a proliferação e a predominância dessas espécies, acarretando a elevação dos custos do tratamento de águas de abastecimento e conseqüências, principalmente à saúde da população. Uma importante base para estudos de manejo de ecossistemas aquáticos é a identificação deste grupo (CORDEIRO-ARAÚJO, et al., 2010b). No Brasil, entre os gêneros de cianobactérias potencialmente nocivas à saúde humana destacam-se: *Microcystis*, *Anabaena*, *Cylindrospermopsis*, *Oscillatoria*, *Planktothrix* e *Aphanocapsa* (CALIJURI, 2006).

Diante da importância do componente biológico no índice de qualidade da água em reservatórios, realizou-se um levantamento da microflora do Açude Cachoeira, localizado no Município de Aurora, Ceará.

1.1 OBJETIVOS

Geral

Caracterizar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica do Reservatório Cachoeira, Município de Aurora - Ceará, e avaliar a qualidade da água do reservatório.

Específicos

- Inventariar as espécies de microalgas planctônicas ocorrentes no local de estudo;
- Avaliar os padrões de distribuição espacial e temporal (sazonal) das microalgas planctônicas envolvidas com o funcionamento do reservatório estudado;
- Apontar as espécies de microalgas indicadoras da qualidade ambiental;
- Avaliar a qualidade da água do Reservatório Cachoeira a partir dos valores de densidade de cianobactérias, dentro dos níveis aceitáveis, estabelecidos pela resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357 de 2005.

2 REVISAO DE LITERATURA

No Brasil, inúmeros estudos têm demonstrado a importância da análise da comunidade fitoplanctônica no monitoramento biológico em sistemas aquáticos. As pesquisas em reservatórios geralmente abrangem duas áreas de estudo: análises taxonômicas e investigações ecológicas (LIRA, BITTENCOURT-OLIVEIRA; MOURA, 2009). A quantidade de estudos sobre esta comunidade aumentou bastante na última década, havendo um acréscimo de trabalhos desenvolvidos no Nordeste (NASCIMENTO, 2010), Embora, trabalhos desenvolvidos nessa região ainda sejam escassos.

De acordo com Melo, Morais e Sobral (2011), os reservatórios fornecem não só importantes características ecológicas, como também exibem informações relevantes sobre as atividades humanas exercidas nas bacias hidrográficas nas quais estão inseridos. Desse modo é essencial a proteção desses ecossistemas e do uso de sua água. Portanto, o estudo da gestão dos recursos hídricos, em particular aquele direcionado à qualidade da água em reservatórios de acumulação, tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos, tanto em nível nacional como internacional.

2.1 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Brasil (Exceto o Nordeste)

Em Ribeirão Preto/ SP, Silva (1999) realizou trabalho no Lago Monte Alegre, sobre a composição florística da comunidade fitoplanctônica, no qual registrou 119 táxons pertencentes a nove classes taxonômicas, sendo, 55 Chlorophyceae, 15 Zygnemaphyceae, 14 Euglenophyceae, 13 Cyanophyceae, seis Chrysophyceae, cinco Bacillariophyceae, quatro Cryptophyceae, quatro Dinophyceae e três Xanthophyceae. Dos táxons registrados 59% pertencem à divisão Chlorophyta, sendo *Scenedesmus* o gênero mais representativo. Em todos os seus resultados, a flora do lago estudado, caracterizou-se como típica de ambientes eutróficos.

No Estado de Goiás, Silva, Train e Rodrigues (2001) caracterizaram a comunidade fitoplanctônica nas estações à montante e jusante do Reservatório de Corumbá, e obtiveram em seu levantamento taxonômico a identificação de 162 táxons, estando esses distribuídos em nove classes taxonômicas. Sendo a classe Chlorophyceae a melhor representada em número de táxons, destacando-se os gêneros *Scenedesmus* e *Monoraphidium* pelo maior número de espécies registradas (15 e 8, respectivamente). A estação à jusante do reservatório

diferenciou-se por sofrer a ação dos vertedouros, com registro de 48 táxons abundantes e dominantes, dentre os quais, *Cylindrospermopsis raciborskii* ([Woloszynska](#)) [Seenayya e Subba Raju](#) e *Scenedesmus protuberans* [F. minor S.H. Li](#) destacaram-se como espécies dominantes.

Em São Paulo, Ferreira et al. (2005) realizaram monitoramento no Reservatório da Usina Hidrelétrica Americana (UHE), para comparar a estrutura da comunidade fitoplanctônica em diferentes condições de trofia, por meio da densidade, diversidade, equidade e análise de toxicidade. A comunidade fitoplanctônica apresentou 103 táxons, distribuídos nas classes: Chlorophyceae com 39 táxons (38%); Bacillariophyceae, com 25 (24,3%); Cyanophyceae, com 16 (15,5%), Euglenophyceae com 9 (8,7%); Cryptophyceae com 7 (6,8%); Zygnemaphyceae com 4 (3,9%); Chrysophyceae com 2 (1,9%) e Dinophyceae com 1 (1%). O reservatório apresentou uma grande densidade de cianofíceas, no entanto, os valores de toxicidade não foram significativos em todo o período, já que o encontrado esteve sempre abaixo do limite permitido.

No Espírito Santo, Martins e Fernandes (2006) avaliaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica e registraram um total de 34 táxons, distribuídos em quatro classes, sendo a classe Chlorophyceae a mais representativa (55,9%), seguida das classes Cyanophyceae (23,5%), Bacillariophyceae (14,7%) e Dinophyceae (menos representativa) com 5,9 %. As Chlorophyceae foram representadas pelas Chlorococcales, destacando-se o gênero *Scenedesmus*, com seis espécies.

No Paraná, Borges, Train e Rodrigues (2008), analisaram as variações temporais na estrutura da comunidade fitoplanctônica em escala diária no Reservatório de Rosana e registraram 86 táxons distribuídos nas divisões: Chlorophyceae (27,1%), Cyanobacteria (24,7%) e Bacillariophyceae (17,6%). Quanto à riqueza de espécies, foram registrados baixos valores, sendo o maior valor médio de 24 táxons registrado no 4º dia de coleta e o menor, no 11º dia (10 táxons). Segundo as autoras, as águas do reservatório podem ser enquadradas na Classe 4 (CONAMA/2005), sendo classificada como hipereutrófica.

Ainda no Paraná, Lagos (2009) em estudo realizado no Reservatório Irai, registraram 65 espécies, distribuídas nas classes: Cyanobacteria (14 spp.), Bacillariophyceae (10 spp.), Chlorophyceae (18 spp.), Zygnematophyceae (quatro), Euglenophyceae (três), Dinophyceae (três), Chrysophyceae (duas), Xanthophyceae e Cryptophyceae (uma). As cianobactérias foram dominantes em 56% e abundantes em 40% das amostras. *Aphanocapsa delicatissima* [West e G.S. West](#) foi dominante e esteve presente em todo o período de estudo

As represas Billings e Guarapiranga são responsáveis pelo fornecimento de água para grande parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Com base nessa importância, Rodrigues, Sant'Anna e Tucci (2010), realizaram pesquisas para conhecer a biodiversidade de Chlorophyceae planctônicas dessas represas, visando contribuir com o monitoramento da qualidade de suas águas. Foram identificados 36 táxons de clorofíceas distribuídos em duas ordens, dez famílias e 24 gêneros. Deste total, 10 táxons foram registrados pela primeira vez para as duas represas. Segundo os autores, o aumento verificado entre a biodiversidade de clorofíceas das represas parece indicar que a transposição de água do Braço Taquacetuba (Billings) para a Guarapiranga, desde 2000, está contribuindo para uniformizar a composição fitoplanctônica destes corpos de água.

Já na região do Oeste Paulista, Cordeiro-Araújo et al. (2010b) realizaram estudos, sobre a taxonomia, bem como a diversidade biológica das cianobactérias em três reservatórios na região, intensamente utilizados pela população local para recreação e pesca. Foram identificados 16 táxons nos locais amostrados, onde a família Pseudanabaenaceae apresentou o maior número de táxons (nove), seguida por Nostocaceae (três), Microcystaceae, Merismopediaceae, Oscillatoriaceae e Phormidiaceae, com um táxon cada. A maior riqueza de espécies foi verificada no Reservatório do Clube de Campo da Usina Santa Rita (12 dos 16 táxons). Os autores sugerem que este fato pode estar correlacionado com a atividade agrícola, contribuindo com o aumento de nutrientes (adubos, fertilizantes, matéria orgânica) carregados ao reservatório.

Em Belém/ PA, Costa et al. (2010) realizaram pesquisa sobre a estrutura taxonômica do microfitoplâncton do Lago Água Preta, através de sua composição específica e variações de abundância. O fitoplâncton do Lago esteve representado por 106 espécies, distribuídas em 10 classes, 22 ordens, 35 famílias e 52 gêneros, pertencentes aos filos Chlorophyta, Charophyta, Bacillariophyta, Cyanobacteria, Myzozoa, Euglenozoa e Heterokontophyta. As autoras concluíram que, de forma geral, a estrutura florística do Lago está de acordo com outros ecossistemas lacustres brasileiros, com o predomínio das algas verdes em termos de riqueza de espécies. Observaram ainda, a presença de três espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas: *Aphanocapsa* sp., *Anabaena* sp. e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing.

Em São Paulo, no Reservatório de Itupararanga, Cunha e Calijuri (2011) identificaram 74 táxons pertencentes a oito classes taxonômicas: Chlorophyceae (40,5%), Cyanophyceae (18,9%), Bacillariophyceae (12,2%), Euglenophyceae (2,2 %), Chrysophyceae (5,4%), Cryptophyceae (5,4%), Chlamydomonadales (4,1%) e Dynophyceae (1,4%). A comunidade

fitoplanctônica apresentou diversidade significativa de grupos funcionais com presença marcante desses grupos. Houve variação sazonal significativa da abundância relativa dos grupos nas estações amostradas, o que foi atribuído, principalmente, à dinâmica temporal das características físicas e químicas da água.

No Rio Grande do Sul, Torgan e Hentschke (2011), realizaram estudo na Lagoa do Casamento e do Butiazal de Tapes. As duas áreas mostraram-se ricas em espécies de Chlorococcales, com 73 táxons específicos e infra-específicos, sendo 59 na área da Lagoa do Casamento e 48 na área do Butiazal de Tapes. O gênero mais bem representado foi *Desmodesmus* com 19 espécies e três variedades, seguido de *Scenedesmus* com 15 espécies e uma variedade taxonômica. Os autores observaram que o regime hidrológico da água e a temperatura foram fatores importantes na distribuição das Chlorococcales.

No Paraná, Serpe et al. (2013) realizaram estudo no Reservatório de Foz do Areia, no qual foram identificados 37 táxons, pertencentes a seis classes: Chlorophyceae (19 spp.), Cyanophyceae (nove spp.), Chrysophyceae (duas spp.), Bacillariophyceae (quatro spp.), Zygnematophyceae (duas spp.) e Euglenophyceae (uma espécie). Apesar das clorofíceas terem apresentado maior riqueza específica, as cianobactérias representaram aproximadamente 100% da densidade total da comunidade fitoplanctônica. Os autores observaram que a região fluvial do reservatório, mesmo sendo uma região menos propícia ao desenvolvimento da comunidade, apresentou características de ambiente eutrofizado, devido à ocorrência de floração. Concluíram ainda que a dominância da espécie *Microcystis aeruginosa*, a baixa diversidade de espécies, o baixo índice de equitabilidade e a elevada concentração de fósforo ocorrente, são evidências claras de um ambiente poluído.

2.2 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Nordeste Brasileiro

Na maioria dos casos, nas zonas semiáridas, sujeitas à erosão, há uma tendência natural para os reservatórios perderem as suas características oligotróficas. Deste modo, é importante vistoriar continuamente todas as massas de água, nomeadamente as que abastecem populações, para que seja possível garantir água em quantidade e em qualidade, que não coloque em risco a saúde pública (VIEGAS, 2010).

Na região Nordeste do Brasil, há uma preocupação com a perda da qualidade da água dos reservatórios, uma vez que, estes apresentam importância significativa, sendo fundamental na minimização dos impactos gerados pelas secas. Uma importante ferramenta

de avaliação das condições tróficas nesses mananciais consiste no biomonitoramento, a partir do estudo da comunidade fitoplanctônica, a fim de assegurar a qualidade da água para abastecimento público.

Na Paraíba, Barbosa (2002) realizou pesquisa no Açude Taperoá II, sendo a comunidade fitoplanctônica representada por 125 táxons, distribuídos em 58 gêneros, pertencentes a sete classes taxonômicas: Chlorophyceae (48; 38,4%), Bacillariophyceae (43; 34,45%), Cyanophyceae (15; 12%), Euglenophyceae (10; 8%), Xanthophyceae (4; 3,2%) e Chrysophyceae (1; 0,8%). Foram observadas modificações temporais na composição e distribuição dos táxons nos diferentes períodos climáticos (seco e chuvoso).

No Estado de Pernambuco, Moura et al. (2006) avaliaram as características ecológicas do Reservatório Botafogo, utilizado para abastecimento público, abrangendo dois períodos sazonais: chuvoso (jul/03) e seco (jan/04). Os autores constataram que o fitoplâncton no reservatório esteve representado por 29 espécies pertencentes às Chlorophyta (13 spp.), Cyanophyta (nove spp.), Bacillariophyta (três spp.), Euglenophyta (duas spp.), Pyrrophyta e Chrysophyta (com uma sp. cada). Sendo o maior número de espécies identificadas na superfície nos dois períodos sazonais (seco e chuvoso) e a maior diversidade foi encontrada no período seco. Enquanto, as maiores densidades da comunidade ocorreram durante o período chuvoso.

No Reservatório de Carpina, em Pernambuco, Aragão et al. (2007) identificaram 21 táxons, distribuídos em cinco classes e nove ordens, pertencentes às divisões: Cyanobacteria (48%), Chlorophyta (29%), Chrysophyta (19%) e Euglenophyta (5%). As Cyanobacteria apresentaram maior diversidade de táxons, pertencentes às ordens Chroococcales, Nostocales e Oscillatoriales. Apresentaram também maior contribuição na densidade, com 99,61% do total da comunidade fitoplanctônica, seguida por Chlorophyceae (0,36%), Chrysophyceae (0,02%) e Euglenophyceae (0,01%). Conclui-se que a comunidade fitoplanctônica do reservatório, que é utilizado para consumo de populações ribeirinhas e produção de pescado, encontra-se caracterizada por intensa proliferação de cianobactérias, as quais apresentaram altos valores de densidade, predominaram em riqueza de espécies, abundância relativa e frequência de ocorrência, constituindo um indicativo de grande potencial tóxico com relação à presença de cianotoxinas, sendo necessária a implementação de medidas de controle de Cyanobacteria e monitoramento de cianotoxinas, no sentido de amenizar os possíveis danos que as florações desses organismos podem vir a ocasionar a saúde pública.

Ainda em Pernambuco, Moura et al. (2007) no Reservatório Duas Unas, identificaram 51 táxons, pertencentes a seis divisões: Chlorophyta (26 spp.), Bacillariophyta (13 spp.),

Cyanophyta (sete spp.), Euglenophyta (três spp.), Dinophyta e Cryptophyta (uma sp.). Constataram que, mesmo o reservatório não sendo eutrofizado, o mesmo tem uma forte tendência para o estabelecimento deste estado trófico futuramente, caso não sejam resolvidos os problemas relacionados a seus principais contribuintes de nutrientes, advindos de sua bacia de drenagem.

Também em Pernambuco, Dantas et al. (2008), no Reservatório de Mundaú, registraram a ocorrência de 66 táxons fitoplanctônicos, sendo a maior riqueza de espécies pertencentes a divisão Chlorophyta, correspondente a 54,2% dos táxons infragenéricos identificados, seguido por Cyanophyta (19,4%), Bacillariophyta (15,3%), Euglenophyta (8,3%), Dinophyta (1,4%) e Cryptophyta (1,4%). O fitoplâncton apresentou variações sazonais, influenciado por variáveis abióticas, sendo a temperatura da água e o fósforo, os fatores que apresentaram maior influência sobre distribuição espacial e temporal dessa comunidade.

No Ceará, Oliveira et al. (2008) realizaram estudos sobre a comunidade fitoplanctônica do Açude Thomaz Osterne de Alencar e identificaram 76 táxons, distribuídos nas divisões: Chlorophyta (46%), Cyanophyta (41%), Bacillariophyta (11%), Euglenophyta e Dinophyta (1%), sendo Chlorophyceae a classe que apresentou maior riqueza taxonômica, com 33 espécies identificadas. A representatividade da família Desmidiaceae e o destaque de ocorrência do dinoflagelado *Peridinium gatunense* [Nygaard](#) podem sugerir condições de oligotrofia do ambiente.

Na Bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Assu, Costa et al. (2009) realizaram estudo em seis Reservatórios: Armando Ribeiro Gonçalves (ARG), Itans (ITA), Gargalheiras (GARG), Passagem das Traíras (PT), Sabugi (SAB) e Boqueirão de Parelhas (BOQ), no semiárido nordestino. Verificaram que a comunidade fitoplanctônica dos reservatórios do Rio Grande do Norte esteve amplamente representada por espécies bem adaptadas a ambientes rasos tropicais eutrofizados. Foram identificados 123 táxons distribuídos em sete classes taxonômicas: Chlorophyceae, com 45% (54 táxons), seguida de Cyanobacteria, com 33% (41 táxons) e Bacillariophyceae, com 20% (20 táxons). As classes Euglenophyceae (2%), Xanthophyceae (1%), Chrysophyceae (1%) e Cryptophyceae (1%) foram “pobrememente” representadas. As Cyanobacteria foram representadas pelas ordens Chroococcales, Nostocales e Oscillatoriales.

Em estudos realizados em dois reservatórios no Pernambuco, Lira (2009a) inventariou 71 táxons, distribuídos em seis divisões: 37 Chlorophyta (52%); 22 Cyanobacteria (31%); cinco Bacillariophyta (7%); quatro Euglenophyta (6%); dois Dinophyta (2,5%) e um Chrysophyta (1,5%), sendo a divisão Chlorophyta a mais diversificada, que somada as Cyanobacteria representaram 85% da comunidade no Reservatório de Mundaú. No

Reservatório de Carpina foram registrados 61 táxons distribuídos em cinco divisões: 27 Chlorophyta (44%); 20 Cyanobacteria (33%); oito Bacillariophyta (13%); quatro Euglenophyta (7%) e dois Dinophyta (3%). As Chlorophyta apresentaram maior contribuição para a riqueza de táxons, com o maior número de espécies ocorrentes durante o período chuvoso, enquanto as Cyanobacteria apresentaram nesta mesma estação decréscimo de táxons.

Também em Pernambuco, Dias (2009) avaliou a ecologia do fitoplâncton no Reservatório Arcoverde, através de um estudo nictemeral e sazonal e registrou 38 táxons infragenéricos distribuídos entre Chlorophyta (15 spp.), Cyanophyta (13 spp.), Heterokontophyta (cinco spp.), Cryptophyta (três spp.), Dinophyta e Euglenophyta (uma sp.). No reservatório, foi observada baixa riqueza de espécies e maior densidade para as Cyanophyceae.

No Ceará, Pacheco (2009) realizou pesquisa em um reservatório eutrofizado (Açude Acarape do Meio) com ocorrência de cianobactérias, no período de um ano. Foram identificados nove táxons, distribuídos em três ordens, cinco famílias e nove gêneros, sendo o as ordens que apresentaram os maiores números de espécies (33% cada): Oscillatoriales, representada pela família Pseudanabaenaceae e Chroococcales com a família Merismopediaceae, seguidas do grupo das Nostocales (11%) e Phormidiaceae (11%). Em relação à avaliação sazonal, os meses chuvosos apresentaram uma maior riqueza de espécies quando comparado ao período seco.

Também no Ceará, Molisani et al. (2010) realizaram pesquisa em um reservatório eutrofizado (Castanhão). A comunidade fitoplanctônica esteve composta por 105 táxons, distribuídas nas divisões: Cyanophyceae (27%), Chlorophyceae (25%), Bacillariophyceae (13%), Euglenophyceae (10%), Fitoflagelados não identificados (<15 µm) (9%), Cryptophyceae (7%), Zygnemaphyceae (5%), Dinophyceae e Xanthophyceae, ambas com 2%. O reservatório é mesotrófico, no entanto, as atividades desenvolvidas tanto no açude como nas bacias hidrográficas (urbanização, agricultura, pecuária, aquicultura) podem tornar-se fontes de poluição propensa à indução ou aceleração de condições eutróficas, considerando seu estado mesotrófico.

No Município de Belo Jardim/ PE, Cordeiro-Araújo et al. (2010c) realizaram pesquisa a fim de conhecer a estrutura e a dinâmica espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Bitury. A comunidade esteve representada por 92 táxons distribuídos em 8 classes: Chlorophyceae (40), Bacillariophyceae (25), Cyanophyceae (12), Euglenophyceae (8), Cryptophyceae (2), Chrysophyceae (2), Dinophyceae (2) e Xanthophyceae (1). No

período de temperatura mais elevada, a estabilidade térmica favoreceu o desenvolvimento de cianobactérias, que permaneceram em níveis aceitáveis pelas normas preconizadas pelo CONAMA, embora a sua presença constante ao longo de todo o estudo possa indicar sinais de alerta.

Ainda no mesmo ano, também em Pernambuco, Nascimento estudou a dinâmica sazonal e espacial do fitoplâncton no Reservatório de Jucazinho. Registrou 53 espécies, sendo 24 Chlorophyta (45,28%), 16 Cyanophyta (30,19%), oito Bacillariophyta (15,09%) e uma variedade, duas Euglenophyta e Cryptophyta (3,77%) e apenas uma Chrysophyta (1,89%). Não foram observadas diferenças significativas no número de espécies, tanto espacialmente como entre os períodos sazonais.

Já Marques, Cunha e Melo (2011) realizaram um levantamento em reservatórios de abastecimento público no Estado de Pernambuco, no qual identificaram 32 gêneros, evidenciando a riqueza das cianobactérias do Estado, dentre estes: *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Geitlerinema*, *Leptolyngbya*, *Synechococcus* e *Synechocystis*. Os autores concluíram que o levantamento evidenciou a necessidade de uma ferramenta para subsidiar a tomada de decisão por parte dos gestores públicos, a fim de prever com antecedência quando um reservatório vai ser alvo em potencial de ocorrência de floração.

Em Alagoas, Silva, Costa e Guedes (2011) realizaram trabalho no Lago Azul, avaliando a variação temporal do fitoplâncton, sendo identificados 27 táxons, predominando as Chlorophyta (63%), destacando-se como espécies dominantes *Desmidiium swartzii* var. *quadrangulatum* (62,3%) e *D. cylindricum* Greville (55,1%), seguidas das Bacillariophyta (26%) e Cyanobacteria (11%). Os autores concluíram que o Lago é um sistema que sofre grande influência das atividades antropogênicas, contribuindo dessa forma, para a acidez do ambiente, reduzindo a riqueza de espécies fitoplantônicas e favorecendo o surgimento das desmídias, fato esse não observado para lagos da região Nordeste.

Na Paraíba, Costa (2011) realizou pesquisas na lagoa Solon de Lucena e no Reservatório das Águas Minerais (coletas bimestrais, totalizando 10 meses de amostragem). Foram registrados um total de 36 táxons nos dois ambientes estudados. Na Lagoa ocorreu predominância de Chlorophyceae (52,8%), seguida de Cyanophyceae (27,8%). No reservatório foi observado a influência das macrófitas aquáticas sobre a comunidade fitoplantônica, resultando na introdução de espécies metafíticas e epifíticas.

No Município de Pedra/ PE, Bittencourt-Oliveira et al. (2012) avaliaram a dinâmica sazonal de cianobactérias em um reservatório eutrófico (Arcoverde) e verificaram que não houve variações na avaliação nictemeral, pois não ocorreram mudanças na composição

taxonômica ou na distribuição das populações de cianobactérias entre as diferentes horas do dia, tanto na estação chuvosa quanto seca, sendo observadas variações somente na análise sazonal, sendo a Cyanobacteria *Geitlerinema amphibium* ([C.Agardh ex Gomont](#)) [Anagnostidis](#) abundante durante o estudo.

Na Paraíba, pesquisas realizadas por Mendes (2013) em cinco reservatórios, para avaliar a qualidade da água por meio de análise de microcistina em pescado de tanques-redes, registrou 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 (nove táxons) e Chlorophyta, sendo a segunda divisão de maior riqueza com cinco táxons nos Reservatórios Acauã e Araçagi. As Cyanobacteria apresentaram maior contribuição de 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 Ceará, Cavalcante (2014) em estudo realizado no Reservatório Rosário no Município de Lavras da Mangabeira, registrou 33 táxons, distribuídos em cinco classes, 12 ordens, 18 famílias, 23 gêneros. Com maior riqueza atribuída as Chlorophyceae com 13 táxons (39%), seguida por Cyanobacteria com 12 táxons (36%), Zygnemaphyceae com três táxons (9%), Euglenophyceae com três táxons (9%) e Xanthophyceae dois táxons (6%). A autora destaca a importância dos estudos da flora dos ambientes aquáticos, principalmente, por ocasião do processo de eutrofização, ressaltando a importância da continuidade de estudos para o Reservatório Rosário, assim como em outros reservatórios do Estado do Ceará.

O Nordeste sofre com os impactos das secas constantes, desse modo é fundamental a construção de reservatórios para armazenamento de água. Portanto, a maior parte dos trabalhos levantados foi desenvolvida nessa região.

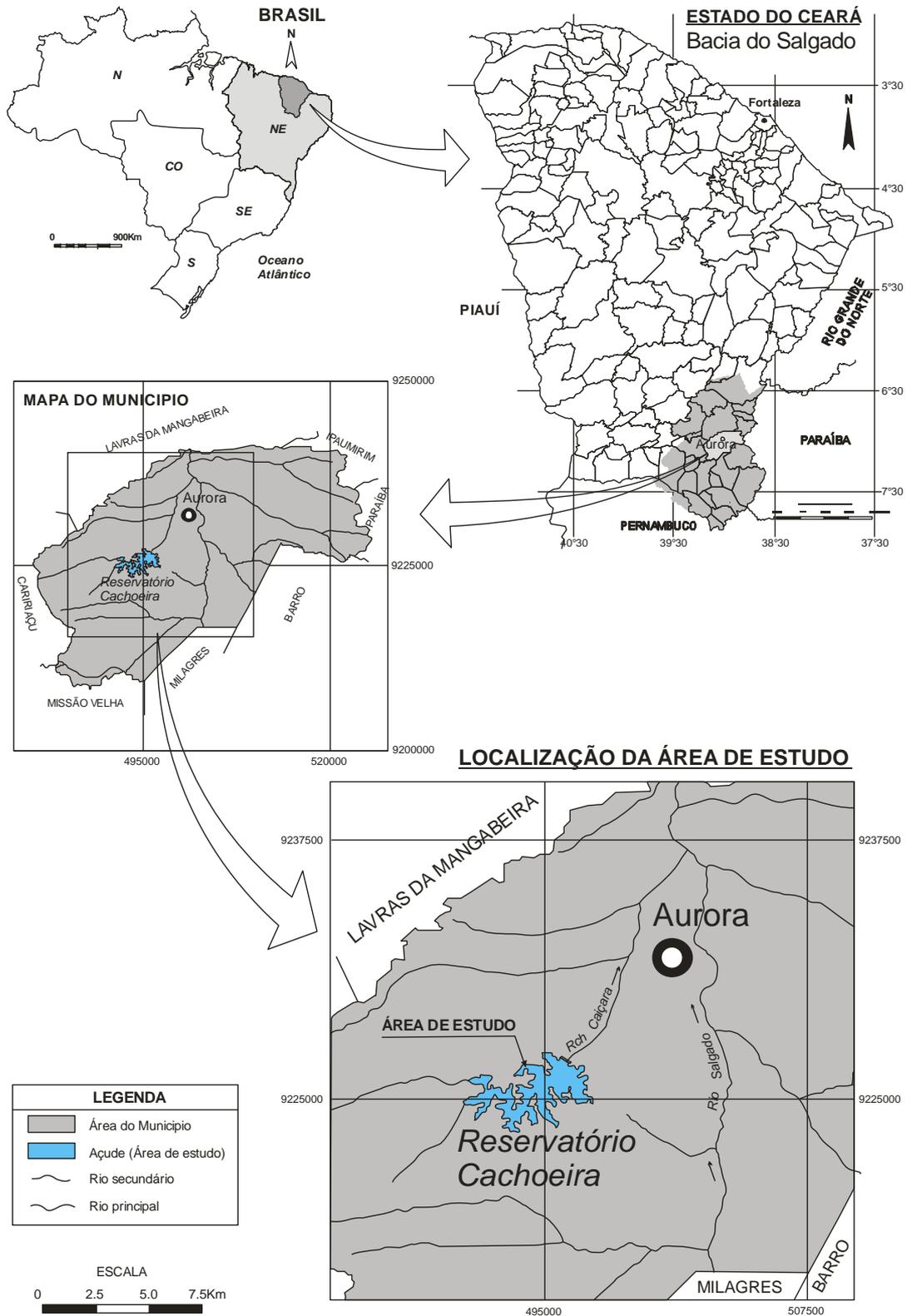
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área de Estudo

O Reservatório Cachoeira (Figura 1), localizado no Município de Aurora, Sul do Estado do Ceará (Figura 2), encontra-se inserido na Sub-Bacia do Salgado, faz parte da micro bacia II, e é formado pelo represamento do Riacho Caiçara (SANTANA, 2009; SRH, 2013). Segundo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH, 2011), a bacia hidrográfica do açude possui dois municípios integrantes: Aurora e Caririaçu.



Figura 1 – Vista parcial do Reservatório Cachoeira, Aurora, Ceará.



FONTE: Mapa de Infraestrutura hídrica- SRH-ce/Cogerh.

Figura 2- Localização do Reservatório Cachoeira, Aurora/CE.

A sub-bacia do rio Salgado posiciona-se na porção meridional do Estado do Ceará, limita-se a Oeste com a sub-bacia do Alto Jaguaribe, ao Sul com o Estado de Pernambuco, ao Leste com o Estado da Paraíba e a Nordeste com a sub-bacia do Médio Jaguaribe (SANTANA, 2009). É composta por 23 municípios, que devido a sua abrangência foi dividida em cinco micro-bacias. Apresenta um potencial de acumulação de águas superficiais de 447,41 milhões m³ e os seus terrenos são formados por 85% de rochas cristalinas e 15% de rochas sedimentares, sendo a caatinga, a vegetação predominante. Os solos são utilizados em sua maioria para o desenvolvimento da agropecuária, e as técnicas de preparação do mesmo são rudimentares (em destaque as queimadas e coivaras), tornando-o empobrecido e estéril (SOUZA; ARAÚJO; COSTA, 2010).

Em toda a sub-bacia, que drena uma área de 135,44 km², a média pluviométrica anual é de 967,6 mm e o clima é do tipo Quente Semiárido, que condiciona médias térmicas anuais que variam entre 24° a 26°C. O Rio Salgado, principal rio desta sub-bacia no Estado do Ceará, nasce na região montanhosa da Serra do Araripe no município do Crato/CE e escoar no sentido Sul-Norte, para o rio Jaguaribe, próximo à cidade de Icó, possui uma extensão de 308 km e drena uma área de 12.623,9 Km², o equivalente a 9% do território cearense (SANTANA, 2009; COGERH, 2011).

A estação chuvosa no Estado do Ceará é compreendida de dezembro a maio, sendo dividida em dois períodos: pré-estação chuvosa (dezembro e janeiro) e chuvosa (fevereiro a maio). A pós-estação chuvosa envolve o período de junho a novembro (FUNCEME, 2014).

O município de Aurora (6° 56' 33" S, 38° 58' 03" W), situado ao Sul do Ceará, Foi criado no ano de 1883, (COGERH, 2011). Compreende uma área de 886 km² e 283 m de altitude, com uma população de 24.658 habitantes, onde 11.830 habitam na zona urbana e 12.743, maioria, na zona rural. Localiza-se a uma distância (em linha reta) de 358 km da capital, Fortaleza. Os seus limites ocorrem com os municípios de Ipaumirim e Lavras da Mangabeira ao Norte, com Caririaçu, Missão Velha, Milagres e Barro ao Sul, com Barro, Estado da Paraíba e Ipaumirim a Leste, e com Caririaçu a Oeste (IPECE, 2013; IBGE, 2002; 2010).

Tem como climas característicos o Tropical Quente Semiárido e solos predominantes do tipo: Bruno não cálcico, Litólico e Podzólico Vermelho-Amarelo. A vegetação predominante é do tipo Caatinga Arbustiva Aberta, Caatinga Arbustiva Densa e Floresta Caducifolia Espinhosa (COGERH, 2011). O município abrange um total de 79.7 % domicílios com abastecimento de água e 28.9 % com instalações sanitárias adequadas (SEINFRA, 2006).

Segundo a (COGERH, 2011) o reservatório teve seu projeto e início de construção no final da década de 1990, sendo finalizada em 2000 pela Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) e Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA). Possui extensão de 6,30 km, capacidade hídrica de 34.330.000 m³, apresenta 0,200 m³/s de vazão regularizada e área passível de irrigação de 19 hectares (COGERH, 2012), tendo altura máxima de 25,5 m e 80 m comprimento de (SRH, 2013).

Foi construído para as finalidades de irrigação das localidades próximas e para o abastecimento de água da cidade de Aurora, beneficiando uma população de 8.820 de habitantes (COGERH, 2011). Também contribui economicamente para a região com atividades de pesca (criação de peixes em tanques-rede) e lazer. O reservatório foi classificado como mesotrófico (SRH, 2013), e é visível o desenvolvimento de bancos de Macrófitas Aquáticas às suas margens (Figura 3).



Figura 3 – Banco de Macrófitas Aquáticas as Margens do Reservatório Cachoeira, Aurora-CE, 2014.

A geologia as margens do reservatório está representada em quase sua totalidade por uma associação de rochas da unidade Granjeiro. A vegetação nativa compreende formações hiperxerófilas da forma de arbustos entrelaçados e lenhosas (caules finos, troncos retorcidos), algumas espinhosas, com tapete herbáceo estacional, apresentando-se verde somente na época das chuvas (COGERH, 2011).

O entorno do reservatório apresenta áreas de ocupação, sendo desenvolvida a criação de bovino e caprino pela população local (Figura 4). Segundo a COGERH (2011), a cobertura vegetal presente é moderadamente preservada, onde a mata sofre com as ações antrópicas, como: desmatamento para obtenção de lenha, cultivo de subsistência, urbanização e a mata ciliar às suas margens encontra-se degradada.

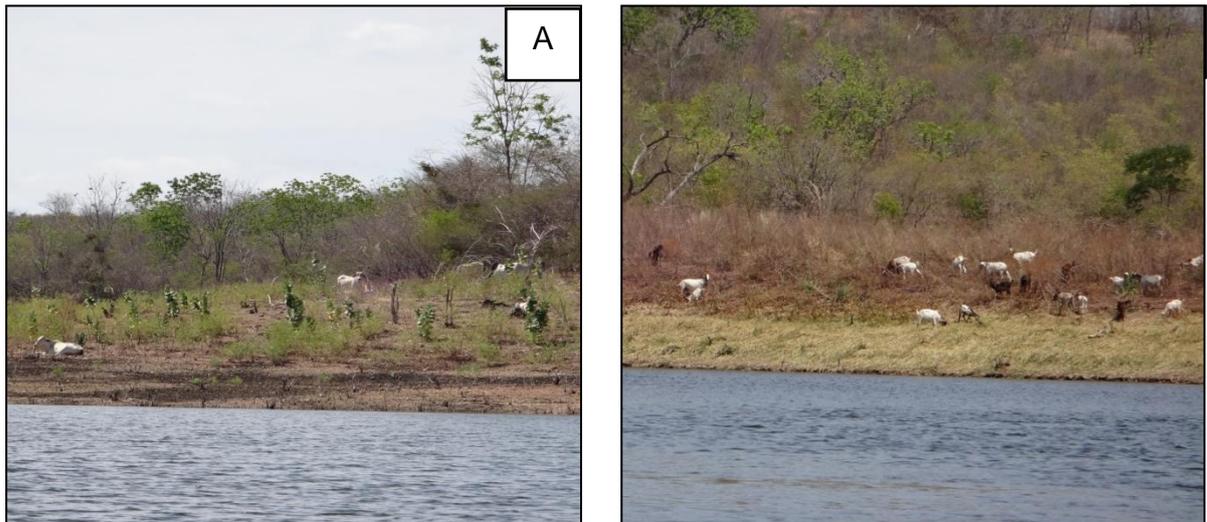


Figura 4 – Desenvolvimento de atividades pecuárias: A- bovino; B- caprino as margens do Reservatório Cachoeira, Aurora/ CE, 2013.

Conforme as campanhas realizadas pela COGERH (2013; 2014), que trata dos parâmetros abióticos, a Tabela 1 mostra os valores registrados no Reservatório Cachoeira. Os valores de pH, PT, STD, Turb. Clo-*a* e Cond. encontram-se em níveis aceitáveis dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA (2005) e CETESB (2009) para águas doces da classe 2, destinadas ao consumo humano.

Em relação ao nitrogênio, que tem uma significativa origem antropogênica (BRASIL, 2006), de maneira geral, sua fixação no plâncton (dominada pelas cianobactérias) é baixa em ecossistemas oligotróficos e mesotróficos (HOWARTH et al., 1988b Apud ESTEVES, 2011).

Quanto à alcalinidade, na água para consumo humano, em concentrações moderadas não tem nenhum significado sanitário. Contudo, em níveis elevados, associados a processos de decomposição da matéria orgânica e à alta taxa respiratória de microorganismos, com liberação e dissolução do gás carbônico (CO₂), pode trazer sabor desagradável na água (Marins et al., 2002; BRASIL, 2006).

Tabela 1. Valores das variáveis limnológicas das campanhas trimestrais: mai/ago13 e mai/ago/14 do Reservatório Cachoeira, Aurora- CE. As variáveis estão abreviadas da seguinte forma: Cond.- condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}$); pH- Potencial hidrogeniônico; NT- Nitrogênio total (mg.L^{-1}); PT- Fósforo total (mg.L^{-1}); Alca- Alcalinidade(mg.L^{-1}); ST- Sólidos totais (mg.L^{-1}); STD- Sólidos totais dissolvidos (mg.L^{-1}); Turb.- Turbidez (NTU); Clo-*a*- Clorofila a ($\mu\text{g.L}^{-1}$). Fonte: COGERH.

		Cond ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	pH	NT (mg.L^{-1})	PT (mg.L^{-1})	Alca (mg.L^{-1})	ST D (mg.L^{-1})	Turb (NTU)	Clo- <i>a</i> ($\mu\text{g.L}^{-1}$)
2013	mai	0,16	8,29	0,138	0,014	76,65	206	1,95	4,005
	ago	0,19	7,23	0,158	0,214	60, 26	-	2,47	4, 56
2014	mai	0,195	7,51	0,76	0,035	59,36	98	2,96	4,72
	ago	0,159	7,91	0,48	0,012	62,27	122,7	1,91	4,42

3.2 Definição dos pontos de coleta

Dois pontos de amostragem (Figura 5) considerados representativos no reservatório foram definidos, sendo estipulados quanto ao desenvolvimento de cultivo de peixes; pecuária e a presença de macrófitas aquáticas:

- Ponto 1 (P1) – Localizado na proximidade dos tanques-redes utilizados para o cultivo de peixes (Figura 6 A). Coordenadas geográficas: 7° 0' 00"S, 39° 0' 42"W.
- Ponto 2 (P2) – Situado em uma região do reservatório onde há presença expressiva de macrófitas aquáticas e criação de animais às margens (Figura 6 B). Coordenadas geográficas: 7° 0' 13"S, 39° 1' 55"W.



Figura 5 – Localização dos pontos de amostragem, Reservatório Cachoeira, Aurora, Ceará.
Fonte: Google Earth, 2014.

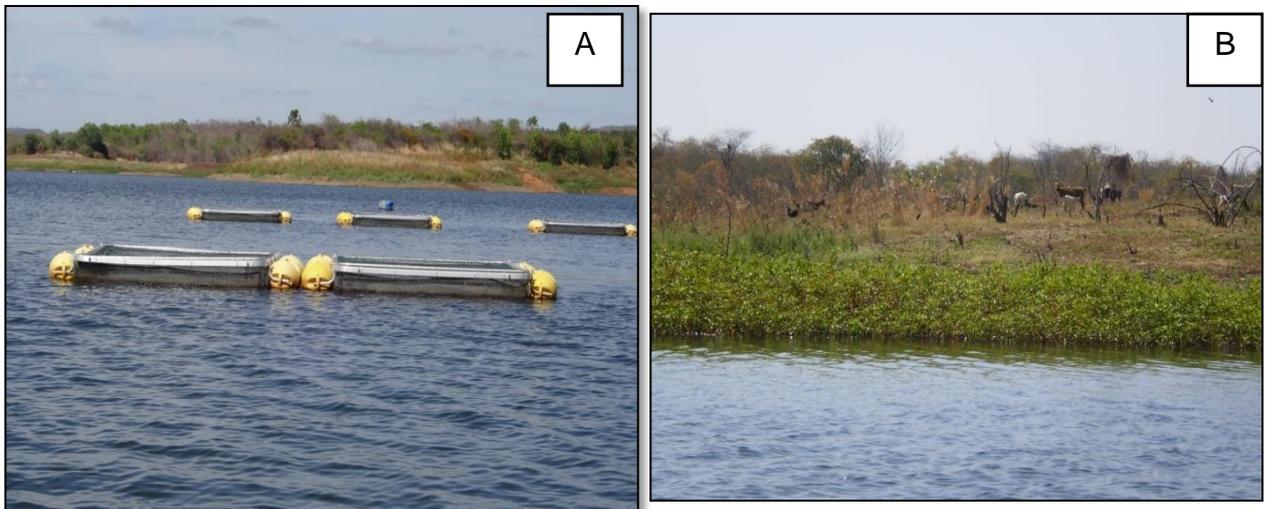


Figura 6 – Estações de amostragem: **A** - P1: tanques-redes utilizados para a criação de peixes; **B** - P2: Banco de macrófitas aquáticas e desenvolvimento de pecuária as margens do Reservatório Cachoeira, 2013.

3.3 Coleta e fixação das amostras

Coletas mensais foram realizadas no período de setembro de 2013 a abril de 2014, compreendendo dois períodos sazonais para a região.

As amostragens para análise qualitativa do fitoplâncton foram realizadas na subsuperfície da coluna d'água, por meio de arrastos horizontais, com rede de abertura de malha de 20 µm, sendo as amostras fixadas com formol a 4% (NEWELL; NEWELL, 1968).

Já as amostras destinadas a análise quantitativa (fitoplâncton total) foram obtidas através da passagem de frascos na subsuperfície da água, cerca de 20 cm da lâmina d'água, posteriormente armazenadas em frascos escuros e fixadas com lugol acético 1%. Todas as amostras foram depositadas no acervo do Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri (LaB/URCA).

3.4 Análise e tratamento das amostras

As análises qualitativas e quantitativas da comunidade fitoplanctônica foram realizadas no LaB/URCA e no Laboratório de Microscopia do Núcleo de Pesquisa em Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo (Ibt./SP).

A análise taxonômica da comunidade fitoplanctônica consistiu na identificação das microalgas utilizando-se microscópio óptico binocular Carl Zeiss, com ocular de medição e câmara fotográfica acopladas ao sistema óptico, quando foram realizados os registros das microalgas, para auxílio na identificação específica. Para identificação e sistematização taxonômica foram consultadas bibliografias especializadas como: Komárek e Fott (1983), Sant'Anna (1984), Comas (1996), Nogueira (1991), Godinho (2009), Godinho et al. (2010), Rodrigues; Sant'Anna; Tucci (2010), Rosini; Sant'Anna; Tucci (2012 e 2013a), Ramos et al. (2012) para algas verdes; Hüber-Pestalozzi (1955), Tell e Conforti (1986), Menezes (1994) para Euglenophyceae; Castro e Sant'Anna (1991) para Cryptophyceae; Komárková-Legnerová e Cronberg (1994), Azevedo e Sant'Anna (1996), Azevedo e Sant'Anna (1999, 2003), Komárek e Azevedo (2000), Rosini; Sant'Anna; Tucci (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.

Para análise quantitativa do fitoplâncton as amostras foram homogeneizadas e colocadas para sedimentar em câmaras de 2, 10 ou 25 mL, conforme se considerou mais

apropriado para a concentração de microalgas presentes em cada amostra. O tempo de sedimentação foi de duas, seis e 15 horas, respectivamente, sendo feito o cálculo de três horas para cada centímetro de altura da câmara (LUND et al., 1958).

A contagem foi realizada em microscópio óptico binocular Carl Zeiss Axioplan 20, com aumento de 400 vezes. O método de contagem aplicado foi o de Utermöhl (1958), quando os resultados foram representados em células/mL, sendo cada célula, colônia, cenóbio ou filamento considerados como um indivíduo. A contagem dos organismos foi realizada em transectos horizontais e/ou verticais 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 contagem de 100 indivíduos da espécie mais abundante e a estabilização da curva de rarefação de espécies (TUCCI, 2002).

3.4.1 A **Frequência de Ocorrência (F) (%)** foi calculada a partir da fórmula que segue, com base na presença e ausência das espécies, em relação ao número total de amostras adotando os critérios de Mateucci e Colma (1982).

$F = M \times 100 / m$, onde:

F = Frequência de ocorrência;

M = Número de amostras em que o táxon ocorreu;

m = Número total de amostras analisadas;

100 = Fator de conversão para porcentagem.

As espécies foram consideradas como:

Muito Frequente ($\geq 70\%$);

Frequente ($< 70\%$ e $\geq 40\%$);

Pouco frequente ($< 40\%$ e $\geq 10\%$);

Esporádica ($< 10\%$).

3.4.2 **Densidade Total da Comunidade Fitoplanctônica (org.mL⁻¹)**

Na contagem considerou-se cada célula, colônia, cenóbio e filamento como um indivíduo, sendo os resultados expressos em densidade (org.mL⁻¹) e calculados de acordo com a fórmula descrita em Weber (1973):

Organismos.mL⁻¹ = (n/sc).(1/h).(F); onde:

n = número de indivíduos efetivamente contados;

s = área do campo em mm² no aumento de 40X;

c = número de campos contados;

h = altura da câmara de sedimentação em mm;

F = fator de correção para mililitro (10³ mm³/1 mL).

Os valores de densidade das Cyanobacteria foram avaliados de acordo com os níveis aceitáveis para reservatórios destinados ao abastecimento público e recreação, proposto na resolução do Conselho Nacional (CONAMA) N° 357, de 17 de março de 2005, para classificação de águas doces da classe 2, e seguindo a Portaria do Ministério da Saúde N° 518, de 25 de março de 2004.

3.4.3 Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica

A partir dos resultados de Densidade Total (org.mL⁻¹) da comunidade fitoplanctônica foram calculados os seguintes atributos referentes à estrutura da comunidade:

- Espécies Descritoras da Comunidade

As **espécies descritoras** para o reservatório estudado foram selecionadas como sendo aquelas que contribuíram com 1% (ou mais) da densidade total relativa e que juntas somaram, no mínimo, 80% da densidade total (org.mL⁻¹) (TUCCI, 2002).

- Espécies dominantes e abundantes

As espécies foram classificadas como dominantes e abundantes segundo a metodologia de Lobo e Leighton (1986): foram classificadas como dominantes as que apresentaram contribuição de mais de 50% da densidade total de cada amostra e como abundantes as que apresentaram densidade superior à densidade média da amostra, sendo esta densidade média calculada dividindo-se o valor da densidade total pelo número de espécies encontradas na referida amostra.

- **Riqueza:** Foi considerado o número total de táxons encontrados por amostra.

- **Índice de diversidade (H')** (bits.ind^{-1}): estimado pelo índice de Shannon e Weaver (1963).

Calculado a partir da fórmula:

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

$$p_i = n_i/n;$$

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

n = número total de indivíduos na amostra.

Os resultados foram expressos em bits.ind^{-1} , sendo os valores enquadrados na seguinte classificação de diversidade:

$$\geq 3,0 \text{ bits.ind}^{-1} = \text{alta};$$

$$<3,0 \geq 2,0 \text{ bits.ind}^{-1} = \text{média};$$

$$< 2 > 1,0 \text{ bits.ind}^{-1} = \text{baixa};$$

$$< 1,0 \text{ bits.ind}^{-1} = \text{muito baixa.}$$

- **Índice de equitabilidade (J')**: avaliado de acordo com Lloyd e Ghelardi (1964).

Calculado a partir da fórmula:

$$J' = H' / \log_2 S, \text{ onde:}$$

H' = diversidade da amostra;

S = número de táxons na unidade amostral.

Os valores variam entre 0 e 1, onde considera-se que a equitabilidade é baixa quando o valor é próximo a 0, sendo considerado alto ou equitativo, representando uma distribuição uniforme das espécies na amostra, os valores superiores a 0,50.

- **Índice de dominância (DS')**: estimado por meio da fórmula proposta por Simpson (1949);

Calculado a partir da fórmula:

$$DS' = \frac{\sum ni (ni - 1)}{n (n - 1)}, \text{ onde:}$$

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

n = número total de indivíduos na amostra.

3.5 Normatização

Para a normatização do texto utilizou-se as recomendações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 2011, NBR 14.724 de Abril de 2011 para a formatação do trabalho acadêmico e a ABNT 2002, NBR 6023 para as referências.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Precipitação Pluviométrica (mm)

De acordo com a FUNCEME (2014), no Município de Aurora, os maiores valores de precipitação pluviométrica foram registrados em fevereiro (245 mm) e março (307 mm) de 2014 (Figura 7), que juntos perfizeram 60% do total da precipitação no período. A FUNCEME (2014) indicou março como o mês de maior registro pluviométrico no Estado do Ceará.

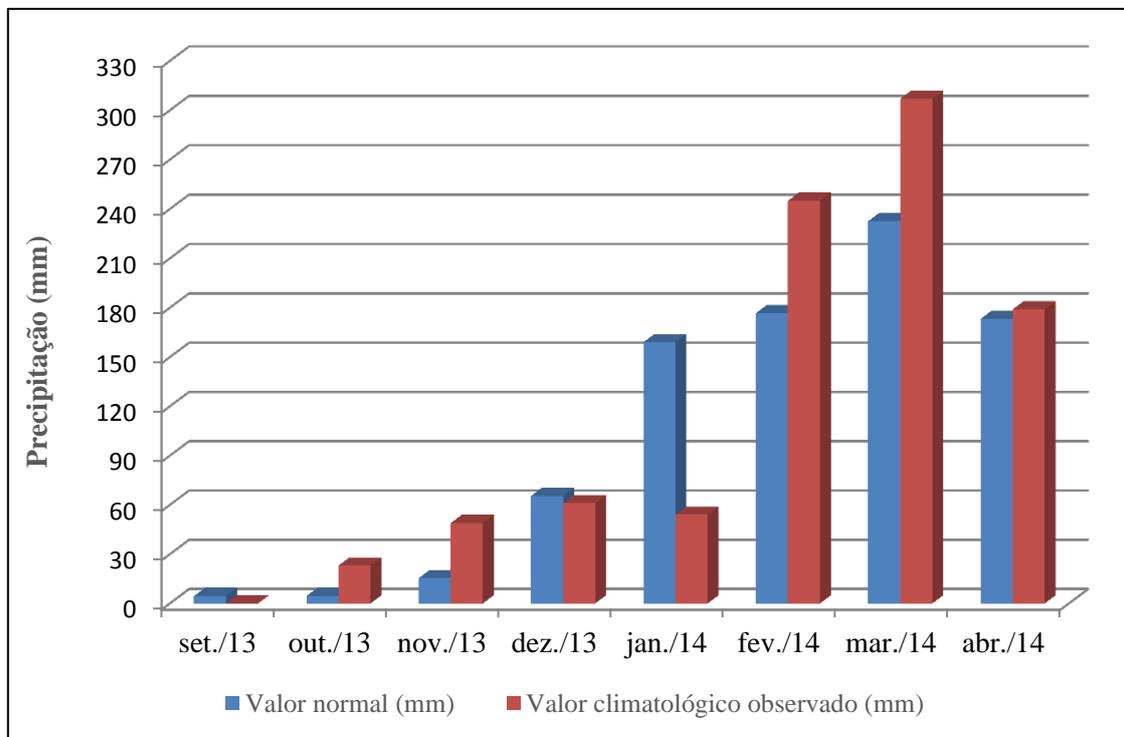


Figura 7 – Precipitação (mm) no Município de Aurora - CE, de set./13 a abr./14.
Fonte: FUNCEME, 2014.

A precipitação pluviométrica observada foi atípica durante o período de estudo. A incidência de chuvas foi de 918 mm, estando acima da média histórica (últimos 30 anos) para o local, que é de 831,4 mm (FUNCEME, 2014).

- Composição Florística

O fitoplâncton do Reservatório Cachoeira esteve constituído por 60 espécies, pertencentes a seis classes taxonômicas: Chlorophyceae com 51% (31 táxons), seguida de Cyanophyceae, com 30% (18), Zygnemaphyceae (10%) seis, Bacillariophyta (5%), Euglenophyceae (3%) e Cryptophyceae, ambas representando 2% da comunidade, com 1 (uma) espécie cada (Figura 8; Tabela 2). As Chlorophyceae apresentaram maior contribuição para riqueza taxonômica, sendo *Monoraphidium* o gênero mais representativo, com nove espécies. O gênero *Aphanocapsa* (Cyanobacteria) constituiu no segundo maior contribuinte, com sete espécies.

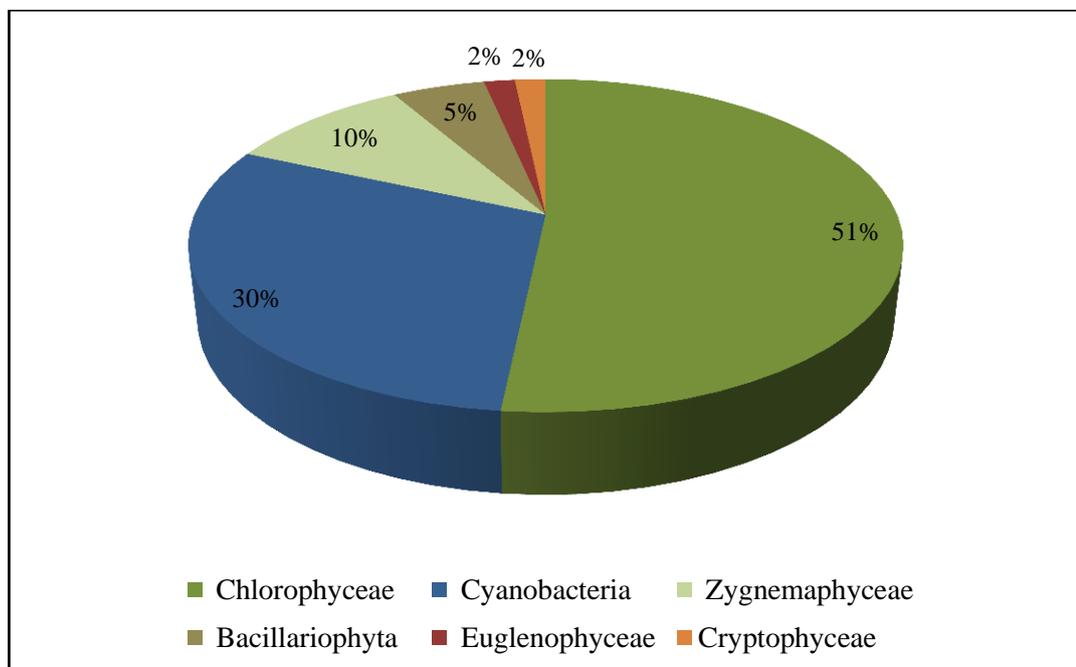


Figura 8 – Distribuição percentual por classes taxonômicas das espécies de microalgas planctônicas ocorrentes no Açude Cachoeira – Aurora/CE, de set./13 a abr./14.

A presente pesquisa consistiu no primeiro levantamento realizado sobre a comunidade fitoplanctônica no Reservatório Cachoeira. O Reservatório apresentou considerável riqueza taxonômica, assim como observado em outros reservatórios nas regiões Nordeste e Sul: Duas Unas (PE) com 51 táxons; Mundaú (PE) 66 spp.; nos Reservatórios Mundaú e Carpina, ambos em Pernambuco, foram identificados 71 e 61 táxons, respectivamente; Irai (PR) 65 spp.; Reservatório de Jucazinho (PE) 53 spp. (MOURA et al., 2007; DANTAS, 2008; LIRA, 2009; LAGOS, 2009; NASCIMENTO, 2010).

Tabela 2: Sinopse dos táxons registrados no Açude Cachoeira, Aurora/CE (Continua).

CYANOPHYCEAE

CHROOCOCCALES

CHROOCOCCACEAE

Chroococcus microscopicus Komárková-Legnerová*Chroococcus* sp.₁*Chroococcus* sp.₂*Chroococcus* sp.₃

MERISMOPEDIACEAE

Aphanocapsa kordesii West e G. S. West*Aphanocapsa delicatissima* Komárková-Legnerová*Aphanocapsa holsatica* (Lemmermann) G.Cronberg e Komárek*Aphanocapsa* sp.₁*Aphanocapsa* sp.₂*Aphanocapsa* sp.₃*Aphanocapsa* sp.₄*Synechocystis* sp.

MICROCYSTACEAE

Microcystis sp.

SYNECHOCOCCACEAE

Aphanothece sp.*Cyanodictyon* sp.*Synechococcus* sp.

OSCILLATORIALES

PSEUDANABAENACEAE

Geitlerinema amphibium (Greville) Anagnostidis*Leptolyngbya* sp.

CHLOROPHYCEAE

CHLOROCOCCALES

DICTYOSPHAERIAEAE

Botryococcus braunii Kützing*Botryococcus terribilis* Kützing*Botryococcus* sp.*Dictyosphaerium* sp.

OOCYSTACEAE

Didymogenes sp.*Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák*Monoraphidium circinales* (Nygaard) Nygaard*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová*Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová*Monoraphidium komarkovae* Nygaard*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárková-Legnerová*Monoraphidium tortile* (West e G.S.West) Komárková-Legnerová*Monoraphidium* sp.₁*Monoraphidium* sp.₂*Oocystis* sp.

SCENEDESMACEAE

Coelastrum reticulatum Nageli*Crucigenia* sp.*Desmodesmus* sp.₁*Desmodesmus* sp.₂*Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat*Scenedesmus bacillaris* Gutwinski*Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko*Scenedesmus* sp.₁*Scenedesmus* sp.₂*Scenedesmus* sp.₃*Tetrastrum komarekii* Hindák

Tabela 2: Sinopse dos táxons registrados no Açude Cachoeira, Aurora/CE (Conclusão).

KLEBSORMIDIALES
COCCOMYXACEAE
<i>Elakatothrix gelatinosa</i> Wille
<i>Elakatothrix</i> sp. ₁
<i>Elakatothrix</i> sp. ₂
SPHAEROPLEALES
HYDRODICTYACEAE
<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs
RADIOCOCCACEAE
<i>Eutetramorus</i> sp.
ZYGNEMAPHYCEAE
DESMIDIALES
DESMIDIACEAE
<i>Closterium</i> sp. ₁
<i>Staurastrum smithii</i> Teiling
<i>Staurastrum tetracerum</i> F. Triradiata
<i>Staurastrum</i> sp. ₁
<i>Staurastrum</i> sp. ₂
ZYGNEMATALES
ZYGNEMACEAE
<i>Mougeotia</i> sp.
EUGLENOPHYCEAE
EUGLENALES
EUGLENACEAE
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko
CRYPTOPHYCEAE
CRYPTOMONADALES
CRYPTOMONADACEAE
<i>Cryptomonas</i> sp.
BACILLARIOPHYCEAE
NAVICULALES
NAVICULACEAE
<i>Navicula</i> sp. ₁
<i>Navicula</i> sp. ₂
FRAGILARIALES
FRAGILARIACEAE
<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehrenberg

Segundo Cordeiro-Araújo et al. (2010c), a maior riqueza das Chlorophyceae tem sido observada em grande parte dos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros. A maior contribuição da divisão Chlorophyta também tem sido observada em outros reservatórios envolvendo a comunidade fitoplanctônica para o Estado de São Paulo: no Lago Monte Alegre, no Reservatório da UHE Americana, em trabalho reunindo as publicações sobre o Lago das Garças e para o Estado do Paraná: nos Reservatórios de Rosana e Foz do Areia (SILVA, 1999; FERREIRA et al., 2005; TUCCI et al., 2006; BORGES; TRAIN; RODRIGUES, 2008; SERPE et al., 2013). Assim como no Reservatório de Corumbá (GO) e

na Lagoa da UFES (ES) (SILVA; TRAIN; RODRIGUES, 2001; MARTINS; FERNANDES, 2006).

Confirmando os resultados da presente pesquisa com maior contribuição para a divisão Chlorophyta, destacaram-se também os trabalhos realizados na região Nordeste, em reservatórios no Pernambuco: Botafogo (Moura et al., 2006), Saco I (Monteiro; Nascimento; Moura, 2007), Mundaú (Dantas et al., 2008), Mundaú e Carpina (Lira, 2009), Bitury (Cordeiro-Araújo et al., 2010c) e Jucazinho (Nascimento, 2010); em seis Reservatórios do semiárido do Rio Grande do Norte (Costa et al., 2009); na Paraíba: Taperoá II (Barbosa, 2002); em Alagoas: no Lago Azul (Silva; Costa; Guedes, 2011); na Bahia: em cinco lagoas marginais perene ao Reservatório de Sobradinho (Cordeiro-Araújo et al., 2010a); no Ceará: nos Reservatórios Thomaz Osterne de Alencar (Oliveira et al., 2008) e Rosário (Cavalcante, 2014).

As Chlorophyta e Cyanobacteria apresentaram maior contribuição de táxons, representando 81% da comunidade. Como observado em outros trabalhos, em que estas classes também foram as mais representativas, na região Nordeste, em reservatórios de Pernambuco: Botafogo (Moura et al., 2006), Saco I (Monteiro; Nascimento; Moura, 2007), Mundaú (Dantas et al., 2008), Mundaú e Carpina (Lira, 2009), Arcoverde (Dias, 2009) e Bitury (Nascimento, 2010); em seis Reservatórios do semiárido no Rio Grande do Norte (Costa et al., 2009); no Ceará: Thomaz Osterne de Alencar (Oliveira et al., 2008) e Rosário (Cavalcante, 2014) e na Lagoa Solon de Lucena na Paraíba Costa, 2011).

Os gêneros de maior destaque quanto à riqueza de espécies, ocorrentes no estudo, pertencem as Chlorophyceae e Cyanophyceae: *Monoraphidium* e *Aphanocapsa*, respectivamente.

Conforme Franceschini (2010) e Esteves (2011), a grande maioria das clorofíceas habita preferencialmente Lagos mesotróficos ou eutróficos e são cosmopolitas, sendo a dispersão pelo vento um fator decisivo para o caráter cosmopolita deste grupo, ocorrendo em sua maioria em água doce.

O gênero *Monoraphidium* é um dos mais cosmopolitas entre as Chlorococcales e inclui 21 espécies (células geralmente solitárias), as quais já foram coletadas do plâncton e do metafíton de ambientes oligo a mesotróficos de quase todo o mundo, sendo provavelmente impossível realizar uma coleta de material planctônico que não contenha exemplares do gênero (BICUDO; MENEZES, 2006). São comuns em águas lânticas ou em solos (FRANCHESCHINI et al., 2010).

De acordo com Sant'Anna et al. (2006), a grande maioria das espécies de cianobactérias é de água doce, podendo viver no plâncton e/ou no perifíton, sendo as espécies planctônicas, particularmente importantes em virtude dos problemas que podem causar nos ecossistemas aquáticos, tanto do ponto de vista ecológico quanto sanitário. Para Cordeiro-Araújo et al. (2010b), as cianobactérias constituem um grupo de organismos encontrado nos mais variados tipos de ambientes, como: oceanos, estuários, rios, reservatórios e solo. Porém, é nos ambientes dulciaquícolas, principalmente, que estas causam sérios problemas à saúde humana e animal.

Aphanocapsa consiste em um gênero colonial (colônias micro ou macroscópicas), cujas células são esféricas, destituídas de aerótopos e distribuídas irregularmente em todo seu interior, sendo seu envelope mucilaginoso comumente incolor e homogêneo (BICUDO; MENEZES, 2006). O gênero contém mais de 60 espécies descritas, das quais cerca de 20 são bem definidas. Costumam ser cosmopolitas, encontradas principalmente no perifíton e metafíton de ambientes lóticos e lênticos, desenvolvendo-se bem em águas eutrofizadas (FRANCHESCHINI et al., 2010).

- Frequência de Ocorrência

As espécies *Aphanocapsa delicatissima* [West e G.S.West](#), *Chroococcus microscopicus* [Komárková-Legnerová e G. Cronberg](#), *Chroococcus* sp.₁, *Cyanodictyon* sp., *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp. (Cyanophyceae), *Botryococcus braunii* [Kützing](#), *Botryococcus* sp., *Elakathotrix* sp.₁ (Chlorophyceae) foram classificadas como muito frequentes, ocorrendo em ambos os períodos sazonais (seco e chuvoso).

Aphanocapsa delicatissima é formada por colônias irregulares e mucilagem hialina, suas células são esféricas, irregularmente distribuídas na colônia, sendo potencialmente tóxicas e, portanto, nocivas à saúde humana (CALIJURI, 2006; COSTA et al., 2010). A espécie foi registrada também em outros reservatórios de abastecimento no Brasil: Irai no Paraná; em seis Reservatórios no Rio Grande do Norte: ARG, ITA, GARG, PT, SAB e BOQ; Em sete Reservatórios em São Paulo: Billings, Guarapiranga, Jundiá, Juqueri, Rio Grande, Taiacupeba, Tanque Grande; e no Reservatório Rosário, Ceará (LAGOS, 2009; COSTA et al., 2009; LAMPARELLI et al., 2014; CAVALCANTE, 2014).

As colônias de *Chroococcus* geralmente são microscópicas, esféricas, ou raramente formadas pelo agrupamento de várias células. Possuem envelopes mucilaginosos incolores ou amareladas. Com aproximadamente 60 espécies definidas, o gênero é cosmopolita, sendo

frequente no plâncton e no metafíton, principalmente de água doce. Podem ocorrer também em ambientes subaéreos, salobros, termais e no solo; um grupo de espécies planctônicas, poucas delas facultativamente com aerótopos, habita reservatórios (FRANCESCHINI, 2010; ALGAEBASE, 2014).

A espécie *Chroococcus microscopicus* também foi registrada como componente do plâncton em outros trabalhos realizados no Rio de Janeiro: Na Lagoa Pitanguinha; Na Lagoa Pernambuco e no Brejo do Pau Fincado (SILVA; DAMAZIO; IESPA, 2005; SILVA; DAMAZIO; IESPA, 2006; SILVA et al., 2011).

O gênero *Cyanodictyon* é composto por colônias microscópicas, de esféricas a irregularmente reticuladas. Suas células podem ser esféricas, levemente alongadas ou cilíndricas e estão arranjadas em fileiras, possui coloração azul pálido, verde, azul amarelado ou acinzentado. Formadas por ramificações mucilaginosas, arranjadas em filamentos de forma irregular. Ocorrem principalmente no plâncton, em ambientes oligotróficos a eutróficos e consiste em um gênero de ocorrência rara (KOMÁREK; ANAGNOSTIDIS, 1999; BICUDO; MENEZES, 2006, ALGAEBASE, 2014).

Leptolyngbya consiste em um gênero constituído por espécies filamentosas, livres flutuantes ou ligada a substratos, raramente em fascículos ou formando colônias compactas; filamentos mais ou menos flexuosas, ocasionalmente, em linha reta e longa. O gênero, de distribuição mundial, é comum em solos e sobre rochas (subaéreas), no perifíton e metafíton de água doce e salgada. Varias espécies vivem ainda, em fontes termais e minerais (FRANCESCHINI, 2010; ALGAEBASE, 2014).

As espécies do gênero *Synechococcus* possuem células solitárias ou em grupos irregulares, cilíndricas e longas, em forma de bastonete, após a divisão em pares; de coloração verde-azulada pálida ou viva, ou rosada. O gênero abrange quase 50 espécies descritas; algumas são cosmopolitas, outras são mais restritas. Algumas espécies crescem no perifíton e no metafíton de fontes termais e minerais e outras fazem parte do plâncton e do picoplâncton de oceanos e lagos (FRANCESCHINI, 2010; WEHR, SHEATH, 2010).

O gênero *Botryococcus* é composto por colônias formadas por células ovoides ou esféricas, imersas por sua parte basal em uma mucilagem dura, irregular, de coloração mais ou menos acastanhada. Suas colônias podem ser compostas, com cordões de mucilagem unindo as subcolônias. Podem ocorrer no plâncton ou metafíton de ambientes oligotrófico a eutrófico. O gênero compreende duas ou três espécies de distribuição mundial. *Botryococcus braunii* pode ser comum e abundante no plâncton e no metafíton de lagos moderadamente

alcalinos, incluindo águas oligotróficas a eutróficas. Podendo ser abundantes no ambiente que ocorre (BICUDO; MENEZES, 2006; FRANCESCHINI, 2010; ALGAEBASE, 2014).

O gênero *Elakathotrix* é composto por colônias formadas por duas, quatro ou muitas células fusiformes, retas ou encurvadas, nas quais um dos pólos ou ambos afilam gradualmente até a extremidade acuminada. A matriz colonial de mucilagem é bastante ampla e uniforme, sendo as células dispostas no interior da mucilagem com seus eixos maiores mais ou menos paralelos entre si. O gênero é amplamente distribuído em água doce, comum no plâncton, podendo se desenvolver também no epifíton (FERNANDES; BICUDO, 2009; ALGAEBASE, 2014).

As espécies classificadas como frequentes foram: *Aphanocapsa* sp.₁ (Cyanophyceae), *Botryococcus* *terribilis* Komárek e Marvan, *Crucigenia* sp., *Didymogenes* sp., *Monoraphidium* *arcuatum* (Korshikov) Hindák, *Monoraphidium* sp.₁, *Oocystis* sp. (Chlorophyceae), *Mougeotia* sp. (Zygnemaphyceae) e *Navicula* sp.₁ (Bacillariophyceae).

Botryococcus *terribilis* consiste em uma espécie de água doce, sendo as características climáticas tropicais, propícias ao seu desenvolvimento. A espécie é ocorrente em ambientes oligo ou mesotróficos (MENDES et al., 2012; ALGAEBASE, 2014).

As classes Euglenophyceae e Cryptophyceae registraram apenas uma espécie (*Trachelomonas* *volvocinopsis*, *Cryptomonas* sp., respectivamente), apresentando valor de frequência de 13%, portanto classificadas como pouco frequente.

Dos 60 táxons registrados, 23 ocorreram exclusivamente no período chuvoso, destacando-se as clorofíceas (12 espécies), seguida de cianobactérias (seis espécies) e quatro ocorreram somente no período seco: *Microcystis* sp. (Cyanophyceae), *Desmodesmus* sp. (Chlorophyceae) *Staurastrum* sp.₁ (Zygnemaphyceae), *Trachelomonas* *volvocynopsis* (Euglenophyceae). Os demais grupos identificados apresentaram baixa variação entre os períodos sazonais (Figura 9). Registrou-se um maior número de espécies no período chuvoso, em ambos os pontos de amostragem (39 e 35, respectivamente) (Tabela 3).

No Reservatório Carpina (PE) foram inventariados 61 táxons, sendo as Chlorophyta, maior contribuinte para a riqueza de táxons nos dois períodos de estudo, com o maior número de espécies ocorrentes durante o período chuvoso (LIRA, 2009).

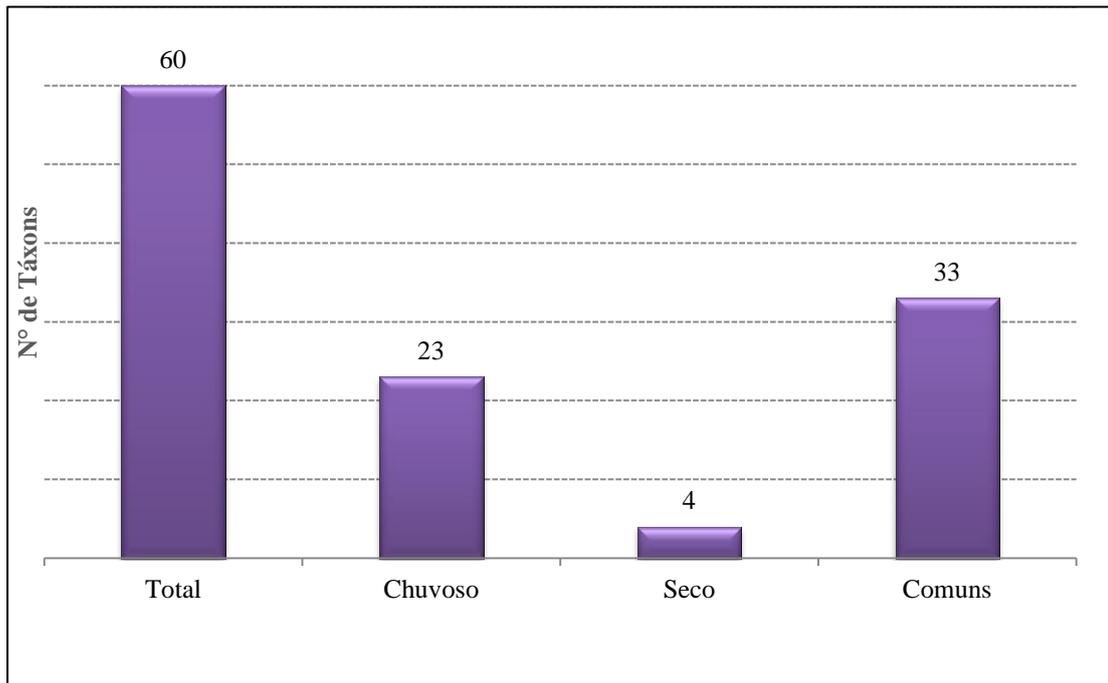


Figura 9 – Número de táxons registrados; exclusivos dos períodos seco e chuvoso e comuns em ambos os períodos sazonais, no Reservatório Cachoeira, de set./13 à abr./14.

Tabela 3 – Frequência de Ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados no Açude Cachoeira (P1: Ponto 1, P2: Ponto 2, C: chuva, S: seca, %: frequência de ocorrência, *: táxons exclusivos do período de chuva, **: táxons exclusivos do período de seca). (Continua)...

Táxons	P1		P2		%
	C	S	C	S	
Cyanophyceae/Cyanobacteria					
<i>Aphanocapsa kordesii</i> *			x		13
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	x	x	x	x	7
<i>Aphanocapsa holsatica</i> *			x		13
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₁	x		x	x	6
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₂	x			x	3
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₃ *			x		25
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₄ *			x		13
<i>Aphanothece</i> sp.			x	x	25
<i>Chroococcus</i> sp. ₁	x	x		x	100
<i>Chroococcus</i> sp. ₂	x	x		x	3
<i>Chroococcus microscopicus</i>	x	x	x	x	7
<i>Chroococcus</i> sp. ₃ *	x		x		25
<i>Cyanodictyon</i> sp.	x	x	x	x	10
<i>Geitlerinema amphibium</i>	x	x			38
<i>Leptolyngbya</i> sp.	x	x	x	x	100
<i>Microcystis</i> sp.**				x	3
<i>Synechococcus</i> sp.	x	x	x	x	100
<i>Synechocystis</i> sp.*			x		13
Chlorophyceae					
<i>Botryococcus braunii</i>	x	x	x	x	88
<i>Botryococcus terribilis</i>	x		x	x	50
<i>Botryococcus</i> sp.	x	x	x	x	75
<i>Coelastrum reticulatum</i>	x		x	x	38
<i>Crucigenia</i> sp.	x	x	x	x	63
<i>Desmodesmus acuminatus</i>	x	x			25
<i>Desmodesmus</i> sp.**		x			13
<i>Dictyosphaerium</i> sp. *	x				13
<i>Didymogenes</i> sp.		x	x	x	50
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>		x	x		25
<i>Elakatothrix</i> sp. ₁	x	x	x	x	75
<i>Elakatothrix</i> sp. ₂ *			x		13
<i>Eutetramorus</i> sp.		x	x	x	38
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	x	x	x		63
<i>Monoraphidium circinales</i>	x			x	2
<i>Monoraphidium contortum</i>	x	x			38
<i>Monoraphidium griffithii</i>			x	x	25
<i>Monoraphidium komarkovae</i>		x	x		25
<i>Monoraphidium minutum</i> *	x		x		13
<i>Monoraphidium</i> sp. ₁	x		x	x	63

Tabela 3 – Frequência de Ocorrência dos táxons fitoplanctônicos registrados no Açude Cachoeira (P1: Ponto 1, P2: Ponto 2, C: chuva, S: seca, %: frequência de ocorrência, *: táxons exclusivos do período de chuva, **: táxons exclusivos do período de seca). (Conclusão).

Táxons	P1		P2		%
	C	S	C	S	
<i>Monoraphidium</i> sp. ₂ *			x		13
<i>Monoraphidium tortile</i>	x			x	25
<i>Oocystis</i> sp.	x	x	x	x	63
<i>Pediastrum tetras</i> *	x				13
<i>Scenedesmus acuminatus</i> *	x				13
<i>Scenedesmus bacillaris</i> *	x				13
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> *	x				13
<i>Scenedesmus</i> sp. ₁ *	x				13
<i>Scenedesmus</i> sp. ₂ *	x				13
<i>Scenedesmus</i> sp. ₃ *	x				13
<i>Tetrastrum komarekii</i> *	x				13
Zygnemaphyceae					
<i>Closterium</i> sp. ₁			x	x	25
<i>Mougeotia</i> sp.	x		x	x	63
<i>Staurastrum smithii</i> *			x		13
<i>Staurastrum tetracerum</i> *	x				13
<i>Staurastrum</i> sp. ₁ **		x			13
<i>Staurastrum</i> sp. ₂	x			x	25
Euglenophyceae					
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> **				x	13
Cryptophyceae					
<i>Cryptomonas</i> sp.*			x		13
Bacillariophyta					
<i>Navicula</i> sp. ₁	x	x			5
<i>Navicula</i> sp. ₂ *	x				13
<i>Synedra ulna</i> *			x		13
Total (táxons)	39	23	35	28	

- Densidade Total

A maior densidade foi encontrada no P2 (jan./14): 7.878 org. mL⁻¹, compreendendo o período chuvoso; desta densidade total, 7.699 org. mL⁻¹ são da classe Cyanophyceae - representada com 90% pela espécie *Cyanodictyon* sp. (6.925 org. mL⁻¹) -, 167 org. mL⁻¹ da Chlorophyceae e 12 org. mL⁻¹ Zygnemaphyceae.

No período seco, os valores de densidade total variaram de 757 org. mL⁻¹ (set./13) a 1.959 org. mL⁻¹ (out./13) (P1) e de 602 org. mL⁻¹ (set./13) a 3.143 org. mL⁻¹ (nov./13) (P2). No período chuvoso, as densidades variaram de 1.035 org. mL⁻¹ (dez./13) a 3.543 org. mL⁻¹ (abr./14) (P1) e 858 org. mL⁻¹ (dez./13) a 7.878 org. mL⁻¹ (jan./14) (P2) (Figura 10).

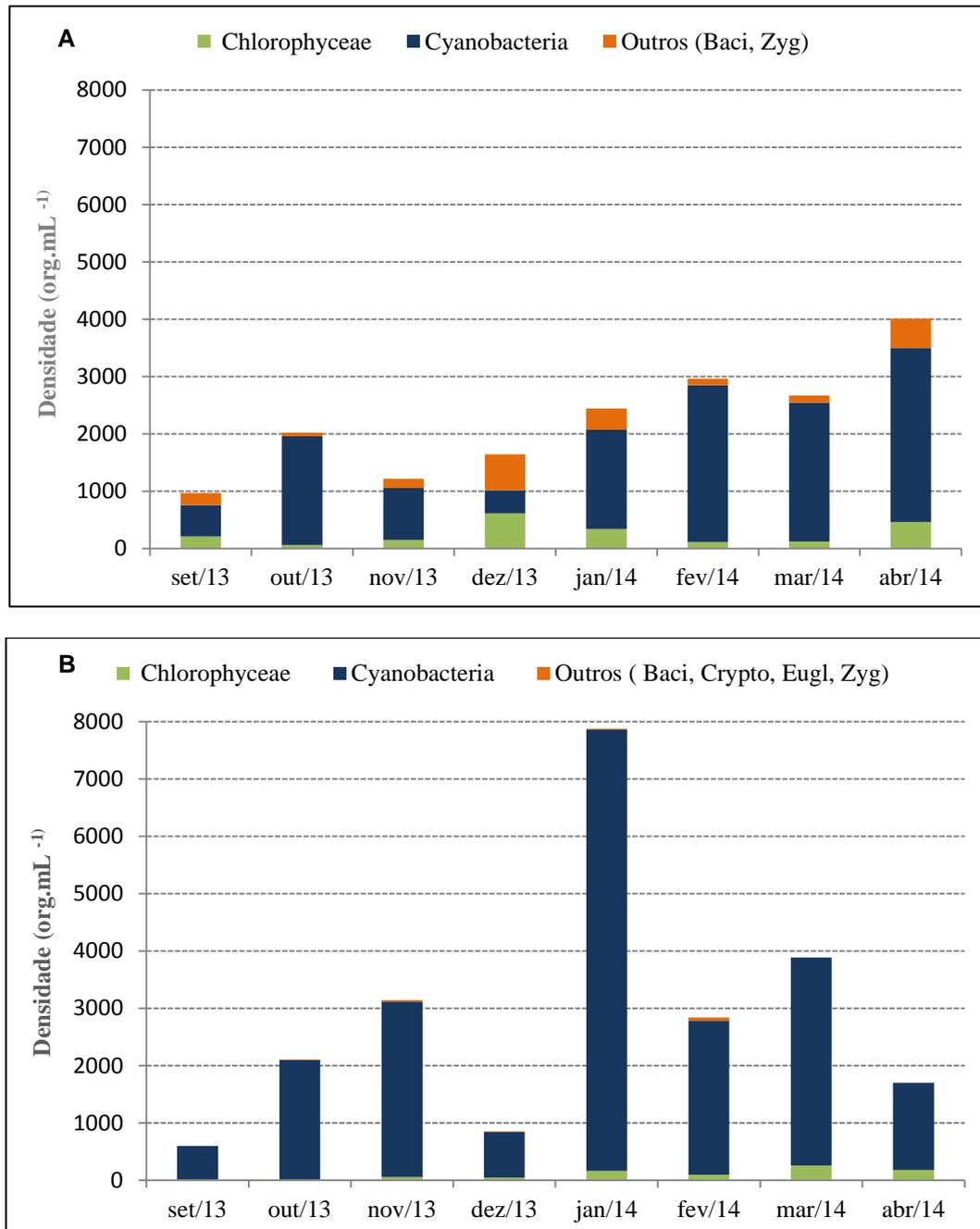


Figura 10 - Densidades das classes fitoplanctônicas (org. mL⁻¹) no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE: (A) P1; (B) P2, de set./13 a abr./14. Baci = Bacillariophyta, Crypto = Cryptophyceae, Eugl = Euglenophyceae, Zyg = Zygnemaphyceae.

As maiores densidades da comunidade ocorreram durante o período chuvoso, destacando-se as Cyanophyceae, nos dois pontos de amostragem. Marques; Cunha; Melo (2011) afirmam que as cianobactérias são eficientes bioindicadores das condições ambientais, uma vez que o aumento da densidade desses organismos está relacionado a fatores como a temperatura, pluviosidade, uso do solo. Dessa forma, estudos limnológicos permitem fazer uma avaliação eficiente da qualidade da água dos reservatórios de abastecimento público.

A segunda classe de maior contribuição de densidade foi Chlorophyceae, destacando-se também no período chuvoso (P1). Segundo Sant'Anna et al., (1997) a maior contribuição das Chlorophyta deve-se a atividades humanas desenvolvidas às margens de reservatórios, como a prática agrícola, que gera um aumento excessivo de material orgânico, fato este apontado como uma das ações responsáveis pelo maior incremento dessa divisão.

Em outros estudos realizados na região Nordeste, principalmente no Estado de Pernambuco, foram registrados maiores valores de densidade total no período chuvoso, nos Reservatórios: Botafogo; Duas Unas e Saco I (MOURA et al., 2006; MOURA et al., 2007; MONTEIRO; NASCIMENTO; MOURA, 2007).

Foram registrados maiores valores de densidade para as cianobactérias e clorofíceas, assim como observado em outros estudos desenvolvidos na região Nordeste: em Pernambuco, no Reservatório de Carpina e na Paraíba, nos Reservatórios Taperoá II e Bodocongó, nos quais destacaram-se as classes Cyanophyceae e Chlorophyceae (ARAGÃO et al., 2007; BARBOSA et al., 2010; MONTEIRO, 2012).

Em dois reservatórios no Pernambuco: Mundaú e Carpina, as Cyanophyceae se sobressaíram as demais divisões (LIRA, 2009); Também nos Reservatórios Mundaú, maiores densidades foram registradas para as Cyanobacteria no período chuvoso e no Reservatório Carpina todos os grupos apresentaram valores mais elevados durante o período chuvoso, também com maior contribuição das Cyanobacteria, seguida pelas Chlorophyta (LIRA et al., 2010); em cinco reservatórios na PB, as Cyanobacteria apresentaram maior contribuição de densidade, seguida pela divisão Chlorophyta, com exceção do Reservatório Cordeiro, que apresentou a divisão Bacillariophyta como a segunda maior contribuinte (MENDES, 2013).

As maiores densidades foram registradas no período chuvoso. Segundo Esteves (2011) a variação temporal do fitoplâncton em Lagos tropicais é controlada, principalmente, pela disponibilidade de nutrientes e a radiação subaquática, e também por fatores externos tais como vento, precipitação e radiação incidente.

- Densidade de Cianobactérias

Os valores de densidade das cianobactérias variaram de 401 org. mL⁻¹ (dez./13) no P1 a 7.699 org. mL⁻¹ (jan./14 - chuvoso) no P2 .

Apesar de ter ocorrido dominância da cianobactéria altamente tóxica: *A. delicatissima*, os valores de densidades atribuídos a espécie em questão, foram baixos, sendo o valor máximo observado (1.044 org. mL⁻¹) (out./13) no P1.

Monitorar as densidades de cianobactérias e a ocorrência dos principais gêneros pode proporcionar uma excelente base para avaliação de risco (CYBIS et al., 2006), uma vez que, algumas espécies desse grupo podem ser tóxicas, tornando-se um risco à saúde pública. Desta forma, é necessária a realização de monitoramento constante dos mananciais, através de um levantamento desses ecossistemas, identificando os gêneros de cianobactérias, com que frequência estes ocorrem, suas densidades e quais são dominantes (MARQUES, CUNHA; MELO, 2011).

As densidades das Cyanophyceae no Açude Cachoeira, permaneceram abaixo do limite estabelecido pela resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) que é de 50.000 Cel. mL⁻¹ para águas doces da classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional. Os valores se encontram também dentro dos limites aceitos pela portaria do MS/2004 para os reservatórios de abastecimento, que é de 20.000 org. mL⁻¹.

As Cyanophyceae se destacaram durante o estudo, no entanto, seus valores de densidade encontraram-se abaixo dos limites aceitáveis para consumo humano. Contudo, é necessário o monitoramento e controle desse grupo, no sentido de prevenir possíveis danos que possam vir causar a saúde pública.

Seguindo as normas da Portaria MS N° 518 (BRASIL, 2004) estabelecida à presença de cianobactérias no manancial, os programas de monitoramento devem obrigatoriamente acompanhar, frequentemente, as cianobactérias presentes na água, a partir da avaliação da presença e densidade destes organismos (CYBIS et al., 2006).

- Espécies Descritoras

Dos 60 táxons de microalgas planctônicas identificados, 14 espécies foram selecionadas como descritoras da comunidade. Destas, 10 pertenceram a classe Cyanophyceae: *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa* sp.1, *Aphanocapsa* sp.3,

Chroococcus microscopicus, *Chroococcus* sp.₁, *Chroococcus* sp.₃, *Cyanodictyon* sp., *Geitlerinema amphibium*, *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp. e quatro da classe Chlorophyceae: *Botryococcus braunii*, *Botryococcus* sp., *Monoraphidium arcuatum* e *Monoraphidium* sp.₁ (Tabela 4).

Tabela 4 - Espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica, com base na Densidade total, com suas respectivas porcentagens de contribuição (%); P1 (Ponto 1), P2 (Ponto 2), no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE, de set./13 a abr./14.

Táxons	P1 (%)	P2 (%)
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	11,29	2,48
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₁	4,41	--
<i>Aphanocapsa</i> sp. ₃	--	2,71
<i>Botryococcus braunii</i>	2,69	1,55
<i>Botryococcus</i> sp.	1,68	--
<i>Chroococcus microscopicus</i>	8,54	2,92
<i>Chroococcus</i> sp. ₁	2,16	--
<i>Chroococcus</i> sp. ₃	--	0,71
<i>Cyanodictyon</i> sp.	41,66	61,82
<i>Geitlerinema amphibium</i>	1,65	--
<i>Leptolyngbya</i> sp.	11,31	18,29
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	5,75	--
<i>Monoraphidium</i> sp. ₁	1,19	--
<i>Synechococcus</i> sp.	7,15	2,86
Total	100	95,87

A classe Cyanophyceae apresentou maior contribuição dentre as espécies descritoras, sendo os táxons que mais se destacaram: *Cyanodictyon* sp. (61,8%) e *Leptolyngbya* sp. (18,3%). Os gêneros *Cyanodictyon* e *Leptolyngbya* também apresentaram maior contribuição de densidade no Reservatório Ribeirão das Lajes (RJ), classificado como oligo-mesotrófico (GOMES, 2005).

-Espécies Dominantes e Abundantes

As espécies *Aphanocapsa delicatissima*, *Cyanodictyon* sp. (Cyanophyceae) e *Monoraphidium arcuatum* (Chlorophyceae) foram dominantes, enquanto as espécies *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa kordesii*, *Aphanocapsa* sp.₁, *Aphanocapsa* sp.₂, *Aphanocapsa* sp.₃, *Chroococcus microscopicus*, *Chroococcus* sp.₁, *Chroococcus* sp.₂, *Cyanodictyon* sp., *Geitlerinema amphibium*, *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp.

(Cyanophyceae), *Botryococcus braunii*, *Botryococcus* sp., *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium contortum* (Chlorophyceae) foram classificadas como abundantes.

No período seco (P1), *Cyanodictyon* sp. e *Aphanocapsa delicatissima* (Cyanophyceae) foram consideradas dominantes. Já as espécies consideradas abundantes foram: *Chroococcus* sp.1, *Cyanodictyon* sp., (Cyanophyceae) e *Botryococcus braunii* (Chlorophyceae). No P2 foi registrada uma espécie dominante: *Cyanodiction* sp. (Cyanophyceae) e as espécies abundantes foram: *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa* sp.1, *Chroococcus microscopicus*, *Cyanodiction* sp., *Leptolyngbya* sp. (Cyanophyceae) e *Synechococcus* sp. (Chlorophyceae).

No período chuvoso (P1), foram consideradas dominantes: *Cyanodiction* sp. (Cyanophyceae) e *Monoraphidium arcuatum* (Chlorophyceae). As espécies abundantes foram: *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa* sp.1, *Chroococcus microscopicus*, *Chroococcus* sp.2, *Geitlerinema amphibium*, *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp. (Cyanophyceae), *Botryococcus* sp., *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium contortum* (Chlorophyceae). Enquanto no P2, *Cyanodiction* sp. também foi dominante. As espécies *Aphanocapsa kordesii*, *Aphanocapsa* sp.2, *Aphanocapsa* sp.3, *Chroococcus microscopicus*, *Cyanodiction* sp., *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp. (Cyanophyceae) e *Botryococcus braunii* (Chlorophyceae) foram abundantes.

As classes taxonômicas mais abundantes em relação à densidade no Reservatório Cachoeira foram Cyanophyceae e Chlorophyceae, destacando-se as cianobactérias com duas espécies consideradas dominantes e 12 táxons abundantes. No Reservatório Bodocongó (PB), a maioria das espécies abundante também foram pertencentes às Cyanobacteria (MONTEIRO, 2012).

As cianobactérias têm se adaptado a quase todos os habitats e nichos ecológicos. Podem ser encontradas na água doce, em rios, arroios, lagos, lagoas e reservatórios, dentre outros ambientes. A adaptabilidade deste grupo baseia-se em sua grande diversidade de espécies (FRANCESCHINI, 2010). Já as clorofíceas (algas verdes) habitam variados ambientes aquáticos e são extremamente abundantes, sendo responsáveis pela maior parte da produção de oxigênio molecular disponível no planeta a partir da fotossíntese (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

O período sazonal que compreendeu o maior número de espécies dominantes e abundante foi o chuvoso. Como também foi observado em estudo realizado no Reservatório de Carpina (PE), onde o período chuvoso refletiu em um maior incremento da comunidade fitoplanctônica, com o domínio das Cyanophyceae ao longo de todo estudo, tendo o aumento da sua densidade com o estabelecimento das chuvas (LIRA, 2009). As chuvas atuam como

fator diluidor, bem como um fator de perturbação das comunidades aquáticas, tendo forte influência na composição e na densidade total da comunidade fitoplanctônica (MONTEIRO, 2012).

- Riqueza

O valor máximo de riqueza observado foi de 20 espécies para o P1 e o valor mínimo foi de cinco táxons (nos dois pontos) (Figura 11). No período seco a riqueza variou de cinco a 20 indivíduos (P1) e de 10 a 19 (P2). Enquanto no período chuvoso, variou de 10 a 19 no P1 e de cinco a 18 no P2.

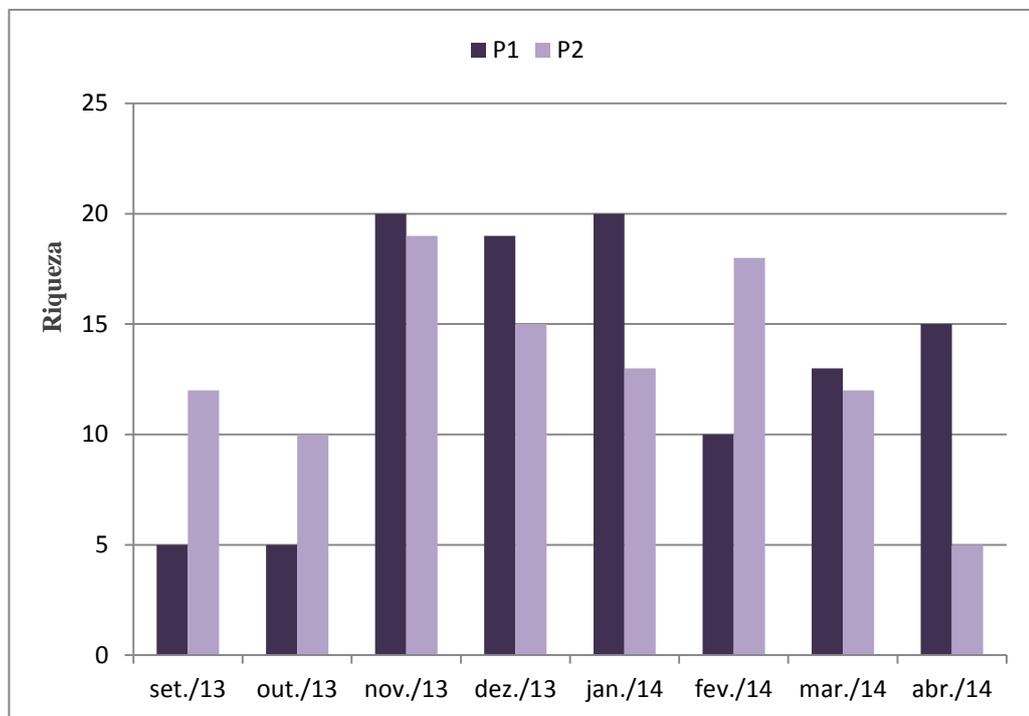


Figura 11 – Riqueza de espécies no Reservatório Cachoeira, Aurora, CE, de set./13 a abr./14.

Não ocorreram variações no número de espécies, tanto na distribuição espacial, quanto entre os períodos sazonais, que mostraram que no reservatório, as condições ambientais são semelhantes nos pontos de amostragem e que as espécies apresentaram uma distribuição uniforme durante o período de estudo, assim como também observado por Costa et al. (2010) no Reservatório de Carpina/ PE.

Como observado em outros trabalhos: em reservatório urbano mesotrófico em São Paulo, praticamente não ocorreu variação temporal para o número de espécies das classes tanto no período de seca, como no período chuvoso; na Lagoa da UFES (ES), na qual, a

comunidade fitoplanctônica apresentou variação de riqueza de 8 a 18 táxons; no Reservatório de Carpina (PE), não foram observadas variações significativas nas estações de amostragem e entre os meses estudados e em reservatórios na Paraíba, onde a riqueza total não apresentou variação significativa tanto espacial, como temporal (BIESEMEYER, 2005; MARTINS; FERNANDES, 2006; COSTA et al., 2010; COSTA, 2011).

- Índice de Diversidade

O valor máximo observado foi 3,15 bits.ind⁻¹ (P1, período chuvoso) e o menor valor registrado foi 0,50 bits.ind⁻¹ (P2, período seco) (Figura 13).

No período seco, a diversidade variou de 1,22 a 1,90 bits.ind⁻¹ (P1) e de 0,50 a 2,65 bits.ind⁻¹ (P2). Quanto ao período chuvoso a diversidade variou entre 1,98 a 3,15 bits.ind⁻¹ (P1) e de 0,50 a 2,65 bits.ind⁻¹ (P2).

Os índices de diversidade específica classificaram a comunidade fitoplanctônica do Reservatório Cachoeira como de baixa a média. Os menores valores foram observados no mês de out./13 (seco), em ambos os pontos amostrados, o que pode ser explicado pela dominância da cianobactéria *Cyanodictyon* sp.

Para Figueredo e Giani (2001) a chuva é um importante agente controlador da dinâmica temporal do fitoplâncton, regulando a riqueza e a diversidade de espécies nos ambientes aquáticos continentais.

- Índice de Equitabilidade

O valor máximo observado foi 0,80 para o P1, no período chuvoso (Figura 13) e o valor mínimo foi 0,15 (P2, período seco) (Figura 12). No período seco, a equitabilidade variou entre 0,44 a 0,64 (P1) e de 0,15 a 0,62 (P2). Os valores ocorrentes no período chuvoso variaram de 0,60 a 0,74 (P1) e 0,36 a 0,80 (P2).

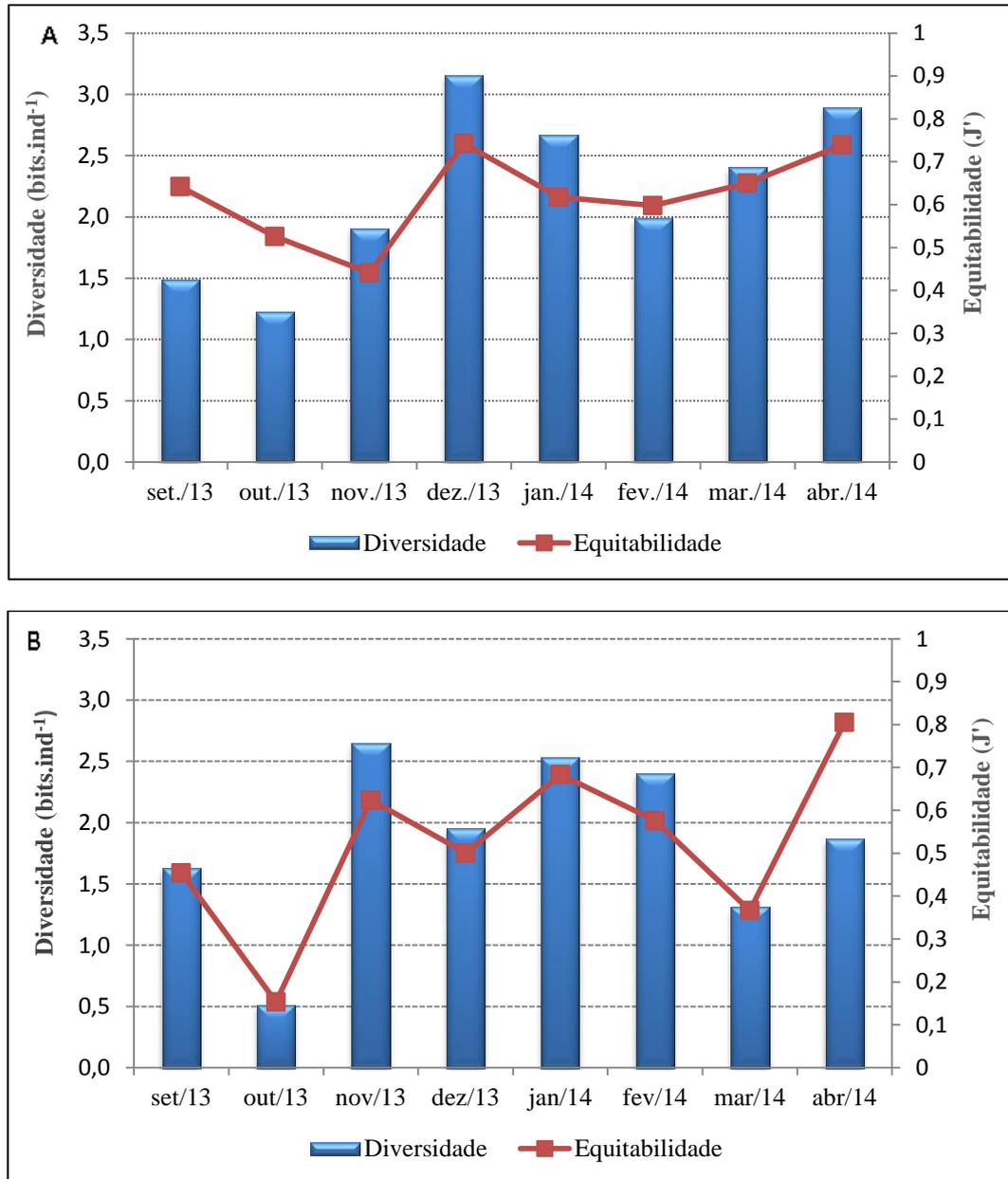


Figura 12 – índices de Diversidade (bits.ind⁻¹) e Equitabilidade (J') no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE: (A) P1; (B) P2, de set./13 a abr./14.

Os índices de Equitabilidade apresentaram uma distribuição equitativa, onde a maioria dos valores analisados se mostrou acima de 0,50, caracterizando, desse modo, uma distribuição uniforme das espécies.

Trabalhos realizados em outros reservatórios também mostraram os maiores valores de diversidade e equitabilidade no período chuvoso: no reservatório urbano mesotrófico, Lago das Ninféias em São Paulo (SP) e nos Reservatório de Carpina e Botafogo, em Pernambuco (BIESEMEYER, 2005; LIRA, 2009; LIRA; BITTENCOURT-OLIVEIRA; MOURA, 2009).

- Índice de Dominância

O valor máximo registrado para a dominância foi de 0,87 (out./13) (P2) e o valor mínimo foi 0 (set./13) (P1) (Figura 13). A dominância variou de 0 (P1) a 0,87 (P 2) no período seco e de 0,17 (P1) a 0,75 (P1) no período chuvoso. A baixa diversidade registrada, deve-se a alta dominância observada para a comunidade fitoplanctônica, devido aos maiores valores de densidade da espécie *Cyanodictyon* sp.

Gomes (2005) verificou que *Cyanodictyon* sp. foi uma das espécies de cianobactérias que mais contribuiu para a densidade do fitoplâncton no Reservatório Ribeirão das Lajes (RJ).

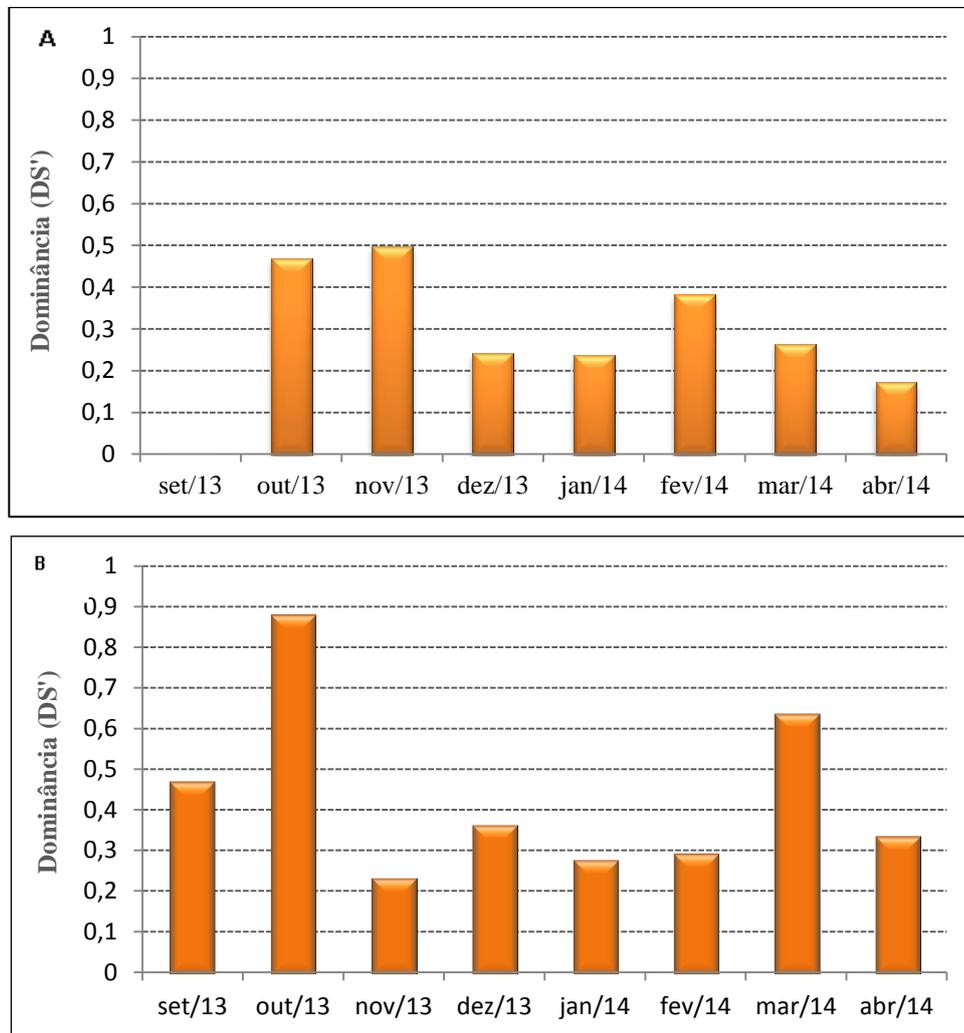


Figura 13- Índice de Dominância (DS') da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Cachoeira, Aurora/CE, de set./13 a abr./14.

A dominância das cianobactérias no Reservatório Cachoeira pode ser explicada pelas atividades antrópicas realizadas as suas margens, como a pesca, pecuária e cultivo de subsistência.

Embora as cianobactérias sejam conhecidas como um grupo que se desenvolve preferencialmente em ambientes eutróficos (GOMES, 2005) elas foram dominantes no Reservatório Cachoeira, que foi classificado pela SRH (2013) como mesotrófico.

5 CONCLUSÕES

- A comunidade fitoplanctônica do Açude Cachoeira esteve constituída por 60 táxons, distribuídos em seis classes taxonômicas: Chlorophyceae, Cyanophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyta, Euglenophyceae e Cryptophyceae. As Chlorophyta e Cyanobacteria apresentaram maior contribuição de táxons representando 81% da comunidade.
- Nove espécies foram classificadas como Muito frequentes, sendo seis táxons pertencentes as Cyanophyceae: *Aphanocapsa delicatissima*, *Chroococcus microscopicus*, *Chroococcus* sp.1, *Cyanodictyon* sp., *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp. e três Chlorophyceae: *Botryococcus braunii*, *Botryococcus* sp., *Elakathotrix* sp.1.
- Os maiores valores de densidade total foram registrados no período chuvoso, provavelmente devido ao carreamento de matéria orgânica para dentro do reservatório, devido ações antrópicas (atividades de pecuária) observadas nos pontos amostrais.
- As Cyanobacteria apresentaram maiores densidades, seguida das Chlorophyta. A maior contribuição das Cyanobacteria à densidade total ocorreu principalmente devido à dominância da espécie *Cyanodictyon* sp.
- A classe Cyanophyceae se destacou também com maior contribuição de espécies descritoras da comunidade: *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa* sp.1, *Aphanocapsa* sp.3, *Chroococcus microscopicus*, *Chroococcus* sp.1, *Chroococcus* sp.3, *Cyanodictyon* sp., *Geitlerinema amphibium*, *Leptolyngbya* sp., *Synechococcus* sp.
- O maior número de espécies dominantes e abundantes foi registrado no período chuvoso, sendo as classes taxonômicas mais abundantes em relação à densidade: Cyanophyceae e Chlorophyceae, destacando-se as cianobactérias com duas espécies dominantes: *Aphanocapsa delicatissima* e *Cyanodictyon* sp.

- Os valores mais altos de diversidade e equitabilidade foram registrados no período chuvoso e o mais baixo observado no período seco. A diversidade da comunidade fitoplanctônica foi de baixa a média e as espécies apresentaram distribuição uniforme.
- Atividades de pesca (criação de peixes em tanques-rede), bem como outras ações antrópicas desenvolvidas as margens do reservatório: pecuária, desmatamento, cultivo de subsistência, degradação da mata ciliar e urbanização podem ser considerados fatores que influenciaram na composição da comunidade fitoplanctônica, como a ocorrência de espécies que se desenvolvem em águas oligo a eutróficas, observadas no estudo.
- A comunidade fitoplanctônica do Açude Cachoeira apresentou destaque para as Cyanophyceae, relacionadas a maiores precipitações pluviométricas. No entanto, os valores de densidade observados para este grupo permaneceram abaixo do limite estabelecido pelo CONAMA, embora a sua presença constante possa indicar sinais de alerta, sendo importante o constante monitoramento e avaliação da qualidade da água do reservatório.
- A presente pesquisa consistiu no primeiro estudo realizado sobre a comunidade fitoplanctônica no Reservatório Cachoeira. Considerando que o reservatório estudado é um importante manancial, utilizado para o abastecimento público à grande parte da população no Município de Aurora, faz-se necessário monitoramento e controle de Cyanophyceae, no sentido de prevenir possíveis perturbações com o aumento da densidade desses organismos, bem como as toxinas provenientes de parte dos indivíduos pertencentes a esse grupo, e os possíveis danos que possam vir causar a saúde pública.

6 REFERÊNCIAS

ALGAEBASE. **Species and infraspecific names are in the database.** Disponível em <http://www.algaebase.org/search/genus/detail/?genus_id=Q1bec1bb785adf3e0&sk=0>.

Acesso em 16 de julho de 2014.

ALMEIDA S. C.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 283-290, 2001.

ALMEIDA, V. L. dos. S. **Comunidades planctônicas e qualidade da água em reservatórios tropicais urbanos com diferentes graus de trofia.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, 2011.

ARAGÃO, N. K.C.V.; GOMES, C. T. S.; LIRA, G. A. S. T.; ANDRADE, C. M. Estudo da comunidade fitoplanctônica no Reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 66, n.3, p. 240-248, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **Informação e documentação – Referências - Elaboração.** Procedimento NBR – 6023, Rio de Janeiro, ago. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) **Informação e documentação – Trabalhos acadêmicos- Apresentação.** Procedimento NBR – 14724, , Rio de Janeiro, abr. 2011.

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

BARBOSA, J. E. de L. **Dinâmica do fitoplâncton e condicionantes limnológicos nas escalas de tempo (nictemeral/sazonal) e de espaço (horizontal/vertical) no Açude Taperoá II: Trópico semi-árido nordestino.**--São Carlos: UFSCar., 201 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de São Carlos, 2002.

BARBOSA, J. E. de L.; BRASIL, J.; MONTENEGRO, A. K. A.; FRANCA, J. da C. de; OLIVEIRA, F. M. F. de. Variação interanual do fitoplâncton e variáveis limnológicas em um açude raso, típico do semi-árido brasileiro (Açude Taperoá II, Paraíba). In: MOURA, A. do N.; ARAÚJO, E. de L; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; PIMENTEL, R. M. de M.; ALBUQUERQUE, U. P. de. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo.** Bauru, SP: Canal6, 2010. p. 171-185.

BICUDO, C. E. de M.; MENEZES, M. **Gênero de algas continentais do Brasil** (chave de identificação e descrições) - segunda edição. São Carlos: RIMA. 2006. 502p.

BICUDO, C. E. de M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B., **Águas do Brasil: análises estratégicas**. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. Introdução: As algas do Brasil. In: org.: FORZZA, R. C., et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro, v. 2, 2010. p. 49-60.

BIESEMEYER, K. F. **Variação nictemeral da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica em função da temperatura da água nas épocas de seca e chuva em reservatório urbano raso mesotrófico (Lago das Ninféias). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2005.

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. **Braz. J. Biol.**, v. 72, n. 3, p. 533-544, 2012.

BORGES, P. A. F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do reservatório de Rosana (Ribeirão do Corvo, Paraná, Brasil). **Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v. 30, n. 1, p. 57-65, 2008.

BRASIL, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Sec. 1, n. 53, p.58. Publicada no Diário Oficial da União Publicada (DOU), 18 de março de 2005.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2002. Disponível em <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em 04 de Agosto de 2014.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2010. Disponível em <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em 04 de Agosto de 2014.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Cidades – IBGE, 2010. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=230170&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>> Acesso em 21 de agosto de 2014.

BRASIL, Ministério da saúde – MS. **Portaria Nº 518/GM Em 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em<<http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm>> Acesso em 18 de março de 2014.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano** – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.

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

CAMARGO, A. F. M.; PEZZATO, M. M.; HENRY-SILVA, G. G. **Fatores limitantes à produção primária de macrófitas aquáticas**. In: THOMAZ, S. M.; BINI L. M. Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas. Editores-- Maringá: EDUEM, 2003. 341 p.

CARNEIRO, T. G.; LEITE, F. Cianobactérias e suas toxinas. **Revista Analytica**, 2008.

CASTRO, A. A. J.; BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D. C. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas 2: Cryptophyceae. **Hoehnea**, v. 18, n. 1, p. 87-106. 1991.

CAVALCANTE, F. C. **Diversidade fitoplânctônica (exceto bacillariophyta) de um reservatório de abastecimento público da região do cariri, CE**. Dissertação (Mestrado em Bioprospecção Molecular), Universidade Regional do Cariri, Crato, 2013.

CEARÁ, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE. **Perfil básico municipal. Aurora, 2009**. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm2009/Aurora_Br_office.pdf> Acesso em 23 de maio de 2014.

CEARÁ, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, **Perfil básico municipal, Aurora, 2013**. Disponível em <http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/pbm-2013/Aurora.pdf> Acesso em 10 de abril de 2014.

CEARÁ, Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH. **Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará**. Disponível em <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em 25 de maio de 2013.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Variáveis de qualidade das águas**. Disponível em <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp>> Acesso em 20 de novembro de 2014.

COGERH - Companhia de Gestão de Recursos Hídricos. **Inventário ambiental do Açude Cachoeira**. 2011. Disponível em <<http://portal.cogerh.com.br/publicacoes/inventarios/inventario2011/Inventario%20Ambienta%20do%20Acude%20Cachoeira%202011.pdf/view?searchterm>> Acesso em 10 de abril de 2014.

COMAS, A. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. **Bibliotheca Phycologica** 99, Cramer, 192 p. 1996.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; CAVALCANTE-SILVA, É; PICCIN-SANTOS, V.; DIAS, S. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; SEVERI, W.; MOURA, A. do N. Diversidade fitoplanctônica de Lagoas Marginais no Reservatório de Sobradinho-Bahia. In: MOURA, A. do N.; ARAÚJO, E. de L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; PIMENTEL, R. M. de

M.; ALBUQUERQUE, U. P. de. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru, SP: Canal6, 2010a. p. 171-185.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; FUENTES, E. V.; ARAGÃO, N. K. V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; MOURA, A. do 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, 2010c.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; OGAVA, L. E.; MOURA, A. do N.; PICCIN-SANTOS, V.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C. Cianobactérias planctônicas de reservatórios do oeste paulista, Brasil: condições naturais *versus* controladas. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, n. 3, p.74-88, 2010b.

CORRÊA, A. C. G. **Modelos qualitativos de simulação sobre a dinâmica do plâncton em diferentes estados de trofia no Lago Paranoá, DF**. (Mestrado em ecologia). Universidade de Brasília, 2011.

COSTA, D. F. da. **Ecologia da comunidade fitoplanctônica em diferentes ecossistemas aquáticos urbanos da região metropolitana de João Pessoa, PB**, (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba, 2011.

COSTA, I. A. S. da; CUNHA, S. R. de S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L. de S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecol. Bras.**, v.13, n. 2, p. 382-401, 2009.

COSTA, V. B. da; SOUZA, L. R. de; SENA, B. A.; COSTA, S. D. da; BEZERRA, M. F. da C.; NAKAYAMA, L. Microfitoplâncton do Lago Água Preta, parque ambiental de Belém (Pará, Brasil), durante o período chuvoso. **UAKARI**, v.6, n.1, p.75-86, 2010.

CUNHA, D. G. F.; CALIJURI, M. do C. Variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços de um reservatório tropical de usos múltiplos no estado de São Paulo (Brasil). **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 4, p. 822-831, 2011.

CYBIS, L. F.; BENDATI, M. M.; MAIZONAVE, C. R. M.; WERNER, V. R. V.;

DOMINGUES, C. D. **Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba de Sabão e lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 64p.

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

DIAS, S. N. Ecologia do fitoplâncton no reservatório Arcoverde: estudo nictemeral e sazonal. Dissertação (Mestrado em Botânica) 2009. – Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

- DUARTE, P. E.L. **Fitoplâncton no Reservatório Irai, PR com ênfase em Cianobactérias: variação sazonal em relação às variáveis ambientais.** Dissertação (mestrado) Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal do Paraná, 2009.
- ESTEVES, F. de A.; MEIRELLES-PEREIRA, F. **Eutrofização Artificial.** ESTEVES, F. A. In: Fundamentos de Limnologia. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2011. 826 p. 2011.
- FERNANDES, S.; BICUDO, C. E. de M. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas, 26: Chlorophyceae (famílias Chlorococcaceae e Coccomyxaceae). **Hoehnea**, v. 36, n.1, p. 173-191, 2009.
- FERRAGUT, C.; LOPES, M. R. M.; BICUDO, D. de C.; BICUDO, C. E. de M.; VERCELLINO, I. S. Ficoflórula perifítica e planctônica (exceto Bacillariophyceae) de um reservatório oligotrófico raso (Lago do IAG, São Paulo), **Hoehnea**, v. 32, n. 2, p. 137-184, 2005.
- FERREIRA, R. A. R.; CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; CORRÊA, M. R.; NEGRISOLI, E.; BRAVIN, L. F. N.; TRINDADE, M. L. B.; PADILHA, F. S. Monitoramento de fitoplâncton e microcistina no reservatório da UHE Americana. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 2, p. 203-214, 2005.
- FIGUEREDO, C.C.; GIANI, A. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. **Hydrobiologia**, v. 445, p. 165-174, 2001.
- FONSECA, G. A. B. da. **Contribuição Antrópica na Poluição de Reservatórios Hidrelétricos: o Caso da Usina Hidrelétrica de São Simão - GO/MG.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético), 2010.
- FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B; PRADO, J. F.; RÉZIG, S. H. **Algas: Uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica.** Porto Alegre: Artmed, 2010. 332p.
- FUNCEME - Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos Disponível em <<http://www.funceme.br/index.php/perguntas-frequentes>> Acesso em 14 de setembro de 2014.
- 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.
- GODINHO, L.R. **Família Scenedesmaceae no Estado de São Paulo: Levantamento florístico.** Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo, 2009.
- GOMES, A. M. da A. Impacto da atividade de piscicultura intensiva e da adição de nutrientes inorgânicos (N e P) na qualidade da água do Reservatório de Ribeirão das Lajes – RJ. Dissertação (Mestrado em Biofísica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

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). **Rev. Brasil. Biol.**, v. 58, p. 4, p. 571-590, 1998.

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

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprocaryota. 1. Teil: Chroococcales.** In: H. Ettl; Gartner; H. Heyning; D. Mollenhauer (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer 1-545.1999.

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

KOMÁREK, J.; FOTT, B. **Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales.** In: Huber Pestalozzi, G., Heynig, H.; Mollenhauer, D.(eds) des Süßwassersflora Band (1). Gustav Fischer, Jena, 1044 p. 1983.

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

LAGOS, P. E. D. fitoplâncton no Reservatório Irai, PR com ênfase em cianobactérias: variação sazonal em relação às variáveis ambientais. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) -- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

LAMPARELI, M. C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L.; PIRES, D. A.; LERCHE, L. H. M.; CARVALHO, M. do C, ROSAL, C. 2014. **Atlas de Cianobactérias da bacia do alto Tietê.** Cetesb (Publicação On-line). Disponível em < www. Cetesb.sp.gov.br> Acessado em 15 de junho de 2014.

LIMA-NETO, R. T. **Análise morfométrica e ambiental da micro-bacia hidrográfica do Rio Granjeiro, Crato, CE.** Monografia (saneamento ambiental) - Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC, Juazeiro do Norte, 2006. 41 p.

LIRA, G. A. da S. T. de L.; MOURA, A. do N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; ARAÚJO, E. de L. Comunidade fitoplanctônica e aspectos ecológicos de dois reservatórios eutróficos do nordeste do Brasil. In: In: MOURA, A. do N.; ARAÚJO, E. de L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; PIMENTEL, R. M. de M.; ALBUQUERQUE, U. P. de. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo.** Bauru, SP: Canal6, 2010. p. 171-185.

LIRA, G. A. da S. T. de. **Distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos do estado de Pernambuco.** Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.

LIRA, G.A.S.T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N. Structure and dynamics of phytoplankton community in the Botafogo reservoir – Pernambuco -Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 52, n. 2, p. 493-501, 2009.

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

LOBO, E. A.; LEIGHTON, G. Estrutura de las fitocenoses planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.**, Santiago, v. 22, n.1, p. 143-170, 1986.

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.

MACEDO, A. **Contagem de células de cianobactérias: um levantamento dos procedimentos utilizados pelas empresas de saneamento do Brasil.** – São Paulo, Monografia (Especialização em Tecnologias Ambientais) Faculdade de Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2006.

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Comunidade Planctônica em Viveiros de Criação de Peixes, em Disposição Sequencial. **B. inst. pesca**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 21 - 27, 2005.

MARINS, R. V.; PARAQUETTI, H. H. M.; AYRES, G. A. Alternativa analítica para especiação físico-química de mercúrio em águas costeiras tropicais. Instituto de ciências do mar. **Quim. Nova**, v. 25, n. 3, p. 372-378, 2002.

MARQUES, É. A. T.; CUNHA, M. C. C.; MELO, I. D. F. de. Aplicação de sistemas de informação geográfica (SIG) na gestão de recursos hídricos. **Revista Gestão Pública: Práticas e Desafios**, Recife, v. 2, n.4, 2011.

MARTINS, F. C. O.; FERNANDES, V. de O. Fitoplâncton da lagoa do campus universitário da UFES (Vitória, ES, Brasil): Estrutura da comunidade e considerações ecológicas. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 1, n. 2, p. 101-109, 2006.

MATEUCCI, S.D.; COLMA, A.. La metodologia para el estudio de la vegetacion. **Coleccion de Monografias Cientificas**, Serie Biologia, v. 22, n.1, p. 1-168, 1982.

MELO, G., MORAIS, M., SOBRAL, M. do C. Influência de variáveis ambientais na comunidade fitoplanctônica em reservatórios do Nordeste do Brasil. In: XIV ENCONTRO DA REDE LUSO-BRASILEIRA DE ESTUDOS AMBIENTAIS VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NA ÁFRICA, BRASIL E PORTUGAL: DILEMAS E DESAFIOS À MEMÓRIA DO PROFESSOR MANUEL SERRANO PINTO, Recife-PE, 2011.

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**, 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.

MENDONÇA, I. T. L. **Variação espacial e temporal do microfitoplâncton e sua utilização no monitoramento da qualidade de água do Reservatório de Boa Esperança - PI / MA** – Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Pesca e Aquicultura, 2009.

MENEZES, M. **Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d' água da região sul do município do rio de janeiro, RJ, Brasil**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 700p. 1994.

MENEZES, R. F. de. **Efeitos da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e do enriquecimento por nutrientes sobre a comunidade planctônica em um lago artificial no semi-árido brasileiro**. Dissertação (Mestrado em Bioecologia Aquática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

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

MONTEIRO, F. M. **Influência das variáveis ambientais na dinâmica espaço/temporal da comunidade fitoplanctônica do Açude Bodocongó, semiárido**. (manuscrito). Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas – Universidade Estadual da Paraíba, Centro das Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

MONTEIRO, J. J. F.; NASCIMENTO, E. C. do; MOURA, A. do N. Diversidade Fitoplanctônica e Características Limnológicas do Reservatório Saco I – Sertão de Pernambuco – Brasil. **NOTA CIENTÍFICA. Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 324-326, 2007.

MOURA, A. do N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; MENDONÇA, D. F. P. de; OLIVEIRA, H. S. B. de; DANTAS, Ê. W.; PIMENTEL, R. M. de M. Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 2, 2007.

MOURA, A. do N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. do C.; MENDONÇA, D. F. P. de; OLIVEIRA, H. S. B. de; DANTAS, Ê. W.; PIMENTEL, R. M. de M. Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 2, 2007.

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

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

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

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. 356p. 1991.

OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L.; FERREIRA, V. M.; AQUINO, E. P.; LACERDA, S. R. Estudo de microalgas: um dos principais desafios para ações de monitoramento da água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Anais do congresso brasileiro de águas subterrâneas**. Natal, 2008.

OLIVEIRA, J. A. de; LANNA, A. E. L. Otimização de um sistema de múltiplos reservatórios atendendo a múltiplos usos no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 2 n.2, p.123-141, 1997.

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).Campina Grande, 2009.

PAIVA, L. C.; SOUZA, A. O. de; Avaliação de alguns parâmetros físico-químicos da água do Rio Riachão no município de Caatiba – BA. **Enciclopédia biosfera**, v.6, n.9, 2010.

PINOTTI, M.H.P.; SEGATO, R. Cianobactérias: importância econômica. **Semina**, v. 12, n. 4, p.27S-280, 1991.

POMPÊO, M. Monitoramento e Manejo de Macrófitas Aquáticas. **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 3, p. 406-424, 2008.

RAMOS, G. J. P.; BICUDO, C. E. M.; NETO, A. G.; 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.

ROCHA, O. **Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. Águas doces (versão preliminar)**. Projeto estratégia nacional de diversidade biológica (BRA 97 G 31). 2003.

RODRIGUES, L. L. R. **Biodiversidade de cianobactérias e algas das represas Billings e Guarapiranga, SP, Brasil** -- são Paulo, 2008. 197 p. dissertação (mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica. 2008.

RODRIGUES, L. L.; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. Chlorophyceae das Represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, v.33, n.2, p. 247-264, 2010.

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, p.11-38, 2012.

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.

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, p.4, p. 661-678, 2013a.

SANT'ANNA, C. L. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Bibliotheca Phycologica**, v. 67, p. 1-348, 1984.

SANT'ANNA, C. L., TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P.; MELCHER, S. S.; WERNER, V. R., MALONE, C. F. S.; ROSSINI, E. F.; JACINAVICIUS, F. R.; HENTSCHKE, G. S.; OSTI, J. A. S., SANTOS, K. R. S.; GAMA JUNIOR, W. A.; ROSAL, C.; ADAME, G. 2012. **Atlas de Cianobactérias e Microalgas de águas continentais Brasileiras**. Instituto de Botânica de São Paulo. (Publicação On-Line). Disponível em <http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf> Acesso em julho de 2013.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. de; AGUJARO, L. F.; CARVALHO, M. do C.; CARVALHO, L. R. de.; SOUZA, R. C. R. de. **Manual ilustrado para identificação e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras**. Rio de Janeiro. Interciência: São Paulo. Sociedade Brasileira de Ficologia – SBFic, 2006, 58 p

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. 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.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P. Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. **Hoehnea**, v. 24, p. 67-86, 1997.

SANTANA, E. W. de (Coord.). **Caderno regional da sub-bacia do Salgado: Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos**. Fortaleza: INESP. 2009. 131p. : il. – (Coleção Cadernos Regionais do Pacto das Águas. v. 11). 2009.

SANTOS, A. C. A. dos; CALIJURI, M. C. Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, p. 139–152, 1998.

SANTOS, C. A. C. dos; BRITO, J. I. B. de; RAO, T. V. R; MENEZES, H. E. A. Tendências dos índices de precipitação no estado do ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.24, n.1, p. 39-47, 2009.

SANTOS, R. M. dos. **Estrutura das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, com ênfase na produção secundária do zooplâncton, e fatores ambientais relacionados nos reservatórios do baixo Rio Tietê, SP**. Dissertação (mestrado) Ecologia e Recursos Naturais, São Carlos UFSCar, 2010.

SEINFRA - Secretaria da Infraestrutura, 2006. Disponível em <<http://atlas.srh.ce.gov.br/>> Acesso em 04 de agosto de 2014.

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

SILVA, C. A. da; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 2, p. 283-290, 2001.

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, L. H. da S. e; ALVES, S. A. P. M. do N.; MAGINA, F. C.; GOMES, S. B. V. C.; DELFINO, D. de O.; LOPES, F. A. dos S. Determinação das Cianobactérias de Subsuperfície de Sedimentos Marginais do Brejo do Pau Fincado do Complexo Lagunar de Araruama, RJ, Brasil. **Anu. Inst. Geocienc.**, v.34 n.2, 2011.

SILVA, L. H. S. e; DAMAZIO, C. M.; IESPA, A. A. C. Identificação de cianobactérias em sedimentos da Lagoa Pitanguinha, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28 n.1, 2005.

SILVA, L. H. S. Fitoplâncton de um reservatório eutrófico (Lago Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.**, v.59, n. 2, p. 281-303, p. 1999.

SIMPSON, E.H., **Measurement of diversity**. Nature, 163:688. 1949.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H. **Limnologia Aplicada à Aquicultura**. Boletim Técnico do CAUNESP n.1, Jaboticabal: FUNEP, 70p. 1994.

SOUZA M. P. de. **Organismos planctônicos de sistemas de lagoas de tratamento de esgotos sanitários como alimento natural na criação de tilápia do Nilo**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. Zootecnia. 2007.

SOUZA, C. A. V. de; ARAÚJO, L. S.; COSTA, M. D. G. da. **Bacia Hidrográfica do Salgado**. 2ª edição, 2010. p.23.

SOUZA, C. D. de.; CASTRO M. A. H. de. Simulação do fluxo hídrico subterrâneo por estimativa de parâmetros usando cargas hidráulicas observadas: caso do cariri cearense, Brasil. **Revista Recursos Hídricos**, v. 34, n. 1, 2013.

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

TOLEDO, J. J. de; CASTRO, J. G. D.; SANTOS, K. F.; FARIAS, R. A. de; HACON, S.; SMERMANN, W. Avaliação do impacto ambiental causado por efluentes de viveiros da estação de piscicultura de alta floresta – Mato Grosso. Revista do Programa de Ciências Agro-Ambientais, **Alta Floresta**, v.2, n.1, p.13-31, 2003.

- TORGAN, L. C.; HENTSCHKE, G. S. Estrutura da comunidade de Chlorococcales *sensu lato* (Chlorophyceae) em diferentes habitats aquáticos e hidroperíodos. **Acta bot. bras.**, v. 1, n. 25, p. 83-94, 2011.
- TRINDADE, C. R. T.; PEREIRA, S. A.; ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C. Caracterização e importância das macrófitas aquáticas com ênfase nos ambientes límnicos do campus carreiros - FURG, Rio Grande, RS. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 2, p. 122, 2010.
- TUCCI C. E. M. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed. - São Paulo : Escrituras Editora, 2006.
- TUCCI, A. Sucessão da comunidade fitoplanctônica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002. 274 p.
- TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L.; GENTIL, R. C.; AZEVEDO, M. T. de P. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. **Hoehnea**, v. 33, n. 2, 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. 1958. **Zur Vervollkommung der quantativen phytoplankton-methodik**. Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie. v.9, n.2, p.1-38.
- VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG M. C. do. Algas: da economia nos ambientes aquáticos a bioremediação e a química analítica. **Quim. Nova**, v. 27, n. 1, p.139-145, 2004.
- VIEGAS, V. L. dos R. **Fitoplâncton das Albufeiras do Divor, Monte Novo e Pêgo do Altar: contribuição para o estudo da qualidade da água**. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Ambiente). Universidade de Lisboa. Faculdade de ciências. Departamento de biologia animal, 2010.
- VIEIRA, B. H.; PEREIRA, R. H. G.; DERBÓCIO, A. M. Análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica de um ecossistema aquático utilizado para o cultivo de peixes em tanque-rede, pantanal de Miranda, MS. **B. inst. pesca**, São Paulo, v. 35, n. 4, p.567 – 576, 2009.
- 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.
- WEHR, J. D.; SHEATH, R. G. **Freshwater Algae of North America**. Academic press. 2010. 918 p.