



**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  
RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SEMIÁRIDO  
CEARENSE**

**KARLA JAQUELINE DO NASCIMENTO**

**CRATO-CE**

**2015**

**KARLA JAQUELINE DO NASCIMENTO**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA  
EM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SEMIÁRIDO  
CEARENSE**

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

Área de concentração: Biodiversidade

**Orientadora:** Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda

**CRATO – CE**

**2015**

Nascimento, Karla Jaqueline do.  
N244c Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em reservatório de abastecimento público no Semiárido Cearense/ Karla Jaqueline do Nascimento. – Crato-CE, 2015  
91p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular da Universidade Regional do Cariri – URCA. Área de concentração: Biodiversidade  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Sírléis Rodrigues Lacerda

1. Fitoplâncton; 2. Abastecimento público; 3. Composição florística; 4. Cianobactéria; I. Título.

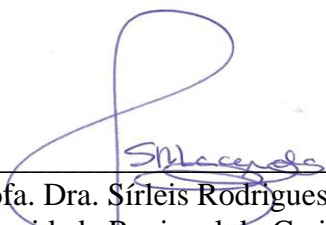
CDD: 579.39

**KARLA JAQUELINE DO NASCIMENTO**

**COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA  
EM RESERVATÓRIO DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO SEMIÁRIDO  
CEARENSE**

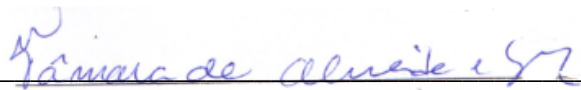
Defesa em: 25 de fevereiro de 2015.

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



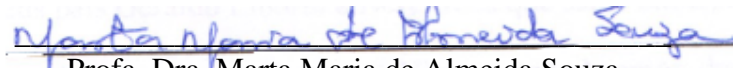
---

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




---

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



---

Prof. Dra. Marta Maria de Almeida Souza  
Universidade Regional do Cariri – URCA  
(Membro avaliador interno)



---

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva  
Universidade Regional do Cariri – URCA  
(Membro avaliador Suplente)

“Mesmo quando tudo parece desabar,  
cabe a mim decidir entre rir ou chorar,  
ir ou ficar, desistir ou lutar; porque descobri,  
no caminho incerto da vida,  
que o mais importante é o decidir”.

Cora Coralina

“É melhor tentar e falhar, que preocupar-se e ver a vida passar. É melhor tentar,  
ainda que em vão que sentar-se, fazendo nada até o final. Eu prefiro na chuva  
caminhar, que em dias frios em casa me esconder. Prefiro ser feliz embora louco,  
que em conformidade viver.”

Martin Luther King

Dedico aos meus pais Antônio Januário do Nascimento e Maria Jucilene do Nascimento, Por todo amor, educação, incentivo, compreensão e confiança, me deram força e apoio necessários para seguir em frente e nunca desistir.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS pelas oportunidades que me foram dadas, a força e sabedoria que me deu para superar os momentos difíceis.

Aos meus pais Antônio e Jucilene, a quem devo tudo o que sou, pelo amor incondicional, todo apoio, orações, paciência, dedicação, respeito e compreensão, sempre me incentivaram e apoiaram minhas decisões em busca dos meus objetivos, me estenderam as mãos frente aos obstáculos, me dando forças para poder ultrapassá-los. Aos meus irmãos Thiago, Diego e Victor Nascimento por todo apoio e carinho. Aos meus, sobrinhos Thayná, Marcos Vinicius e Aryelle, por proporcionarem mais alegria a minha vida.

Agradeço à Professora Dra. Sírleis Rodrigues Lacerda por acreditar em mim e por me orientar desde a graduação, pela oportunidade, pelas palavras de incentivo e motivação, por todo aprendizado, pela confiança depositada, apoio, compreensão, paciência, preocupação, por contribuir com a minha formação pessoal e profissional. Muito obrigada!

À Profa. Dra. Andréa Tucci pelo conhecimento compartilhado, ensinamentos sobre taxonomia e ecologia das algas, pelo livre acesso que me proporcionou às dependências da Seção de Ficologia do IBt/SP e ao seu acervo bibliográfico, pela contribuição, oportunidade, confiança, acolhimento, carinho e cuidados de Mãe, pelos momentos de descontração e risadas contagiantes, pelas conversas, por toda compreensão, dedicação, incentivo, apoio e amizade. Muito obrigada!!

À professora Dra. Marta Almeida por todas as palavras de incentivo, apoio e estímulo.

Agradeço ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, por permitir o acesso dos alunos de outras instituições nas suas dependências a disponibilizar equipamentos para a realização de pesquisa.

À Profa. Dra. Célia Leite Sant'Anna do IBt/SP pela oportunidade, disponibilização de material, por sua atenção e apoio.

À Irismã Libório Góes por todo apoio, amizade, acolhimento, estímulo e auxílio prestados, por ouvir meus “desabafos”, pelas conversas, sempre pronta a ajudar, me apoiando nos momentos que mais precisei, me incentivando, e compartilhando comigo momentos de alegria e esperança, de risos e lágrimas. Ao seu esposo Francisco Vieira pela receptividade e as meninas Mariane Libório e Bárbara Libório por todo carinho e por sempre me acolherem tão bem. Obrigada!

À amiga Anne Jussara Rangel, por todos os momentos que passamos desde a graduação, pelas risadas, conversas, apoio, por me passar força e tranquilidade em todas as situações, divertidas ou de desespero. Obrigada por me amparar e cuidar de mim nos momentos que mais precisei.

À Andréa Sampaio Dias pela amizade, apoio e auxílio em todos os momentos, principalmente, nos que mais necessitei. A Dona Diocina (Vó de coração) pessoa maravilhosa, por todo carinho, orações, pela preocupação e compreensão.

Agradeço a todos do Laboratório de Botânica-LaB: Irismã Libório, Anne Rangel, Renato Juciano, Hildete Rodrigues, Cihelio Amorim, Angélica Rodrigues, Paulo Costa, **Adjuto Júnior**, Liana Oliveira, Manuele Eufrásio, Bianca Vilar, Maria de Oliveira, Fátima Silva, Jéssica Pereira. As doutorandas **Daiany Ribeiro** e Delmacia Macedo. As meninas que já concluíram (Mestras) **Marília Muryel**, **Andréa Sampaio**, **Fernanda Cavalcante**, Samara Feitosa e Soraya Macêdo. Obrigada pelos momentos de descontração, estudo, conversas e pelo o apoio. Ter a oportunidade de conhecer vocês foi um grande presente, cada um sabe o quão especial é pra mim. Obrigada! Em especial, a Hildete Rodrigues por todo apoio, dedicação, amizade, paciência e por sua ajuda nas coletas, assim como Cihelio Amorim também pelo auxílio em campo.

Ao amigo Renato Juciano, agradeço pelas risadas, conversas, companheirismo e o apoio nas coletas.

Agradeço às professoras Dra. Imeuda Peixoto Furtado e Dra. Marta Maria de Almeida Souza, membros avaliadores da banca da qualificação, pelas contribuições e sugestões.

Aos professores Dra. Tâmara de Almeida e Silva, Dra. Marta Maria de Almeida Souza e Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva por aceitarem participar como membros da Banca examinadora da defesa e pela disponibilidade em contribuir com este trabalho.



À Universidade Regional do Cariri - URCA e a todos os funcionários. E ao Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, pela oportunidade de aprendizado e aos professores pelos conhecimentos repassados. As Secretárias Andeciele Rolim e Lenira Pereira por todo carinho, apoio e auxílio prestados.

A seção de ficologia do IBt/SP, a todos os pesquisadores, alunos e funcionários pela receptividade e ajuda. Especialmente, a doutoranda Edna Rosini e ao pós doutorando João Saviolo Osti pela receptividade e ajuda na identificação taxonômica. E também a Fernanda Rios, Watson Arantes Jr. e Cecilia Hissami pelas conversas, risadas e momentos de descontração.

A todo pessoal do alojamento do IBt/SP, especialmente a Leilyane Coelho, Joseane Quevedo, Simone Oliveira, Higor Domingues pelo carinho que me receberam risadas e momentos de descontração. Especialmente, as meninas do “quarto 4” - Vera Lúgia Id e Camila Carvalho compreensivas colegas de quarto e por suas palavras de apoio, amizade e incentivo. E as amigas Krysna Moraes e Ana Margarita Loiaza por todo carinho, amizade, receptividade, cuidados, dedicação, apoio, preocupação, conversas e incentivo, serei eternamente grata.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

À Companhia de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - COGERH pelo auxílio prestado e disponibilidade de dados. Ao Sr. J. Marcilio (barqueiro) pela disponibilidade, apoio e por não medir esforços na realização das coletas.

A todos os meus familiares. Especialmente, a minha Madrinha (Jucileide) pelas orações, carinho, apoio e momentos de descontração e a minha prima Élide Nascimento, por ser tão “maluquinha”, pelas conversas intermináveis, risadas, amizade e por sempre me ouvir.

Ao Frederico (Fred), motorista do mestrado, pela amizade, disposição, respeito e conversas durante as viagens.

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

Enfim, a todos aqueles que aqui não citei, mas que de alguma forma ajudaram na minha formação, deixo aqui meus sinceros agradecimentos.

**Obrigada!!!**

## RESUMO

A comunidade fitoplanctônica pode funcionar como sensor das variações do ambiente aquático respondendo rapidamente essas alterações. O presente estudo objetivou caracterizar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em reservatório de abastecimento do Semiárido Cearense (Reservatório Olho D'água), em diferentes períodos (seco e chuvoso). As amostras foram coletadas mensalmente (agosto/13 a abril/14) em dois pontos amostrais: P1-Ponto de captação de água e P2- cultivo de peixes. Para a análise da composição foram realizados arrastos horizontais com rede de plâncton (20 $\mu$ m) na subsuperfície da água e para quantificação, as amostras foram coletadas diretamente da subsuperfície, sendo fixadas com formol neutro a 4% e lugol, respectivamente, analisadas e contadas segundo o método de Utermöhl, utilizando-se microscópio fotônico, Zeiss Axioplan 2 (qualitativo) e microscópio invertido Zeiss Axiovert (quantitativo). Foram determinadas as densidades, frequência de ocorrência, espécies dominantes, abundantes e descritoras, índice de diversidade específica e equitabilidade. A flora planctônica esteve representada por 114 táxons, distribuídos em nove classes taxonômicas, Chlorophyceae (50), Cyanobacteria (38), Zygnemaphyceae (10) Bacillariophyceae (5), Euglenophyceae (4), Xanthophyceae (3), Chlamydomphyceae (2), Cryptophyceae e Chrysophyceae com um. Foi verificada uma considerável riqueza na composição florística, conforme registrado para outros reservatórios tropicais, com maior contribuição de Chlorophyceae. As Cyanobacteria apresentaram as maiores densidades, contribuindo em média com 80% dos organismos quantificados, nos períodos seco e chuvoso. Quanto à frequência, 11 táxons (10%) muito frequentes, 15% frequentes, 43% pouco frequente e 32% esporádicos. Dos táxons identificados, 22 destacaram-se como abundantes em pelo menos uma das amostragens. *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp. foram as únicas espécies dominantes, com as maiores contribuições na densidade relativa, e também apresentando destaque entre as descritoras. A comunidade fitoplanctônica revelou uma diversidade específica considerada média e a equitabilidade apresentou distribuição uniforme na maior parte do período estudado. As maiores densidades observadas para espécies de Cyanobacteria alertam para possíveis riscos à saúde pública, visto que esse reservatório é utilizado para o abastecimento humano e atividade de piscicultura intensiva em tanques-rede, dessa forma preconiza a necessidade de monitoramento constante para prevenir e minimizar transtornos ocasionais a população.

**Palavras-chave:** Fitoplâncton, abastecimento público, composição florística, Cyanobacteria.

## ABSTRACT

The phytoplankton can function as sensor from changes in the aquatic environment responding quickly these changes. This study aimed to characterize the composition and structure of the phytoplankton community in supply reservoir Cearense semiarid (Olho D'água reservoir) at different periods (dry and rainy). Samples were collected monthly (august/13 to april/14) in two sample points: water catchment P1-point and P2- fish farming. For the analysis of the composition were performed horizontal hauls with a plankton net (20 $\mu$ m) in the subsurface water and to quantify the samples were collected directly from the subsurface, and fixed with 4% neutral formalin and lugol, respectively, analyzed and counted according to the Utermöhl method, using photonic microscope, Zeiss Axioplan 2 (qualitative) and Zeiss Axiovert inverted microscope (quantitative). They determined the density, frequency of occurrence, dominant species, abundant and descriptors, species diversity index and evenness. The phytoplankton was represented by 114 taxa, distributed in nine taxonomic classes, Chlorophyceae (50) Cyanobacteria (38) Zygnemaphyceae (10), Bacillariophyceae (5), Euglenophyceae (4), Xanthophyceae (3), Chlamydomphyceae (2), Cryptophyceae and Chrysophyceae with one. Considerable wealth was observed in the floristic composition, as recorded for other tropical reservoirs, with higher contribution of Chlorophyceae. The Cyanobacteria had the highest densities, contributing on average 80% of quantified bodies in dry and rainy seasons. As to frequency, 11 taxa (10%) very common, frequently 15%, 43% and 32% infrequent sporadically. The taxa identified, 22 stood out as abundant in at least one of the samples. *Cyanodictyon* sp.1 and *Leptolyngbya* sp. They were the only dominant species, with the largest contributions to relative density, and also featuring prominent among the descriptors. The phytoplankton revealed a specific diversity considered average and the evenness was uniformly distributed in most of the study period. The highest densities observed for species of Cyanobacteria warn of possible risks to public health, as this reservoir is used for human consumption and intensive fish farming activity in cages, therefore advocates the need for constant monitoring to prevent and minimize occasional disorders the population.

**Keywords:** Phytoplankton, public supply, floristic composition, Cyanobacteria.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Distribuição dos trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios nas regiões brasileiras de 2003 a 2014.....	20
<b>Figura 2.</b> Localização do Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE.....	36
<b>Figura 3.</b> Vista parcial do Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre, (CE).....	38
<b>Figura 4.</b> Localização dos pontos de amostragens no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE. <b>Fonte.</b> Google Earth, 2013.....	41
<b>Figura 5.</b> Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) e normal climatológica, Várzea Alegre/CE, durante agosto de 2013 a abril de 2014. <b>Fonte.</b> FUNCEME, 2014.....	47
<b>Figura 6.</b> Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos dois pontos de amostragem Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, durante o período de agosto de 2013 a abril de 2014.....	48
<b>Figura 7.</b> Riqueza de espécies total por classe taxonômica no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, de agosto de 2013 a abril de 2014. Os códigos para as classes: Chloro- Chlorophyceae; Cyano- Cyanobacteria; Zygne-Zygnemaphyceae; Bacill- Bacillariophyceae; Xantho- Xanthophyceae; Chlamy- Chlamydomphyceae; Chryso- Chrysophyceae; Eugleno- Euglenophyceae; Crypto- Cryptophyceae.....	53
<b>Figura 8.</b> Variação sazonal nos valores de Densidade total de organismos fitoplanctônicos ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto de 2013 a abril de 2014.....	54
<b>Figura 9.</b> Variação da Densidade das classes nos períodos seco e chuvoso. Os códigos para as classes são: Cyano- Cyanobacteria; Chloro- Chlorophyceae; Outros P1- Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Xanthophyceae, Chlamydomphyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae, Cryptophyceae; Outros P2- todas citadas com exceção de Chrysophyceae.....	55
<b>Figura 10.</b> Densidade de Cianobactérias ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) nos pontos de amostragem no reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, no período de agosto de 2013 a abril de 2014 (a linha reta representa o valor máximo permitido ( $50.000 \text{ org.mL}^{-1}$ ) pela Resolução CONAMA 357 de março de 2005.....	57
<b>Figura 11.</b> Variação nos valores de Riqueza de espécies nos pontos de amostragem no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, no período de agosto de 2013 a abril de 2014.....	68

**Figura 12.** Índice de Diversidade específica ( $\text{bits.org}^{-1}$ ) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre -CE, durante o período de agosto de 2013 a abril de 2014..... 70

**Figura 13.** Índice de Diversidade específica ( $\text{bits.org}^{-1}$ ) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre -CE, de agosto de 2013 a abril de 2014..... 70

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Olho D'Água, Várzea Alegre /CE.....	37
<b>Tabela 2.</b> Valores das variáveis limnológicas das campanhas trimestrais 2013 e 2014 do Resevatorio Olho D'água/Várzea Alegre-CE. As variáveis estão abreviadas da seguinte forma: <b>Cond.</b> -condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ); <b>pH</b> -Potencial hidrogeniônico; <b>NT</b> -Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); <b>PT</b> - Fósforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); <b>Alca</b> -Alcalinidade( $\text{mg.L}^{-1}$ ); <b>STD</b> -Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); <b>Turb.</b> -Turbidez (NTU); <b>Clo-a</b> -Clorofila ( $\mu\text{g/L}^{-1}$ ).....	39
<b>Tabela 3.</b> Localização dos Pontos de amostragem no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre, CE. ....	41
<b>Tabela 4.</b> Composição fitoplanctônica registrada no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto de 2013 a abril de 2014. ....	50
<b>Tabela 5.</b> Contribuição das classes fitoplanctônicas para a riqueza de espécies do Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre-CE, de agosto de 2013 a abril de 2014. ....	52
<b>Tabela 6.</b> Densidades ( $\text{org. mL}^{-1}$ ) das classes fitoplanctônicas dos pontos amostrados nos Períodos seco e chuvoso, no Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre/CE de agosto de 2013 a abril de 2014. ....	56
<b>Tabela 7.</b> Lista das espécies descritoras com base na porcentagem de contribuição em densidade relativa (%) no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE no período de agosto de 2013 a abril de 2014. ....	60
<b>Tabela 8.</b> Frequência de Ocorrência dos táxons registrados no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre,CE nos dois períodos de estudo (P1: Ponto 1; P2: Ponto 2; F.O: Frequência de ocorrência; MF: Muito Frequente; F: Frequente; PF: Pouco Frequente; E: Esporádico; *: táxons exclusivos do período de chuva, **: táxons exclusivos da seca).....	63
<b>Tabela 9.</b> Valores de riqueza(R), dos índices de diversidade ( $H'$ ), dominância ( $DS'$ ) e equitabilidade ( $J'$ ) nos pontos estudados no Reservatório Olho D''água/ CE, no período de agosto de 2013 a abril/14. ....	67

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2.1 OBJETIVOS</b> .....	18
<b>2.2 GERAL</b> .....	18
<b>2.3 ESPECÍFICOS</b> .....	18
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
<b>3.1 Importância da comunidade fitoplanctônica</b> .....	19
<b>3.2 Estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios no Brasil</b> .....	20
<b>3.3 Estudos da comunidade fitoplanctônica na região Nordeste</b> .....	20
<b>3.4 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sudeste</b> .....	27
<b>3.5 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sul</b> .....	31
<b>3.6. Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Centro-Oeste</b> .....	32
<b>3.7 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica na região Norte</b> .....	34
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	35
<b>4.1 Caracterização da área de estudo</b> .....	35
<b>4.1.1 Caracterização da Qualidade da Água do reservatório</b> .....	39
<b>4.2 Precipitação (mm)</b> .....	40
<b>4.3 Amostragem</b> .....	40
<b>4.3.1 Localização dos Pontos de Amostragem</b> .....	40
<b>4.4 Coleta e Análise do Fitoplâncton</b> .....	42
<b>4.4.1 Análise Qualitativa</b> .....	42
<b>4.4.2 Análise Quantitativa (Fitoplâncton total (org.mL-1))</b> .....	43
<b>4.4.3. Espécies Descritoras da Comunidade</b> .....	44
<b>4.4.4 Espécies dominantes e abundantes</b> .....	44
<b>4.4.5 Frequência de ocorrência</b> .....	45



4.4.6 Riqueza .....	45
4.4.7 Índice de Diversidade ( $H'$ ) ( $\text{bits.ind}^{-1}$ ) .....	45
4.4.8 Índice de Equitabilidade ( $J'$ ) .....	46
4.4.9 Índice de Dominância ( $DS'$ ).....	46
4.5 Normatização .....	46
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
5.1 Precipitação pluviométrica (mm) em Várzea Alegre/Ce .....	47
5.2 Composição florística da comunidade Fitoplanctônica .....	48
5.3 Densidade total ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) .....	54
5.4 Densidade de Cianobactérias ( $\text{org.mL}^{-1}$ ).....	57
5.5 Espécies Descritoras .....	60
5.6 Dominantes e Abundantes .....	61
5.7 Frequência de Ocorrência.....	62
5.8 Riqueza, índices de Diversidade, Equitabilidade e Dominância .....	67
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescente uso dos recursos hídricos no mundo tem em vários casos determinado consequências indesejadas para o homem, entre elas, a escassez desses recursos pelo uso abusivo e o comprometimento da qualidade da água, figuram entre os problemas que exigem soluções urgentes (MOURA et al., 2007a).

A região semiárida do Nordeste apresenta características climáticas e edáficas peculiares, com destaque à irregularidade espacial e temporal das chuvas, elevada evapotranspiração e solo cristalino, que propicia um quadro grave de falta d'água. Tal característica motivou a construção de um grande número de pequenos, médios e grandes reservatórios, conhecidos como açudes, para diminuir problemas com o abastecimento e irrigação (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007).

As barragens, represas ou reservatórios são considerados como lagos artificiais, pois são originários de uma barreira construída no curso de um rio para a retenção de água, destinada à produção de eletricidade; ao abastecimento de cidades, de indústrias e para a irrigação; para a regularização dos cursos d'água, etc. Nos últimos anos, os usos múltiplos dos reservatórios diversificaram-se, ampliando a importância econômica e social desses ecossistemas artificiais e, ao mesmo tempo, produzindo impactos e introduzindo novas complexidades no seu funcionamento e assim, influenciando na composição e estrutura dos componentes biológicos (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI; ROCHA, 2006; ESTEVES, 2011).

Os reservatórios na região Nordeste são utilizados principalmente, para armazenamento e abastecimento público, mas os diversos usos aos quais são designados dificultam seu manejo e acelera o processo de eutrofização, ocasionando a perda da qualidade da água, resultando em uma significativa perda de seu valor econômico e ambiental (HEO; KIM, 2004).

A perda da qualidade da água nesses ambientes ocasiona deficiências no abastecimento público. Além disso, em consequência da eutrofização artificial, a presença de florações de organismos fitoplanctônicos pode causar distúrbios nas comunidades biológicas, como mortandades de peixes, tanto pela depleção de oxigênio, como pela presença de cianobactérias produtoras de toxinas (BOUVY et al. 1999; HUSZAR et al. 2000; CROSSETTI; BICUDO, 2005; SANT'ANNA et al. 2008). Com isso, qualquer mudança qualitativa e ou quantitativa na comunidade fitoplanctônica

podem ter importante significado para vários componentes do ecossistema e, até mesmo, inviabilizar o uso da água (TUCCI, 2002).

O conhecimento da dinâmica da comunidade fitoplanctônica, especificamente, é relevante não apenas por sua importância para a produção primária do ambiente, como também por serem as flutuações temporais e espaciais em sua composição e biomassa, indicadores eficientes das alterações naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos. Além disto, o curto tempo de geração das microalgas (horas-dias) permite que importantes processos sejam mais bem compreendidos, tornando-a útil como modelo para um melhor entendimento de outras comunidades e dos ecossistemas em geral (BOZELLI; HUSZAR, 2003).

Uma das formas de avaliar os impactos antrópicos em lagos e reservatório consiste na introdução de ações integradas que abranjam informações de seus componentes físicos, químicos e biológicos. No compartimento biológico, umas das formas mais consistentes para o diagnóstico inicial do ecossistema é o conhecimento da estrutura da flora planctônica, cujos componentes apresentam-se extremamente diversificados, desempenhando importante papel como produtor primário. A produção desses organismos é rapidamente transferida para os níveis tróficos, seguintes e, portanto, essas algas exercem uma função primordial na interação entre os vários componentes do sistema. Além do mais, as algas planctônicas são reconhecidamente boas indicadores do estado trófico da água, pois possuem ciclo de vida curto e são capazes de dobrar seus índices quantitativos rapidamente, originando densos florescimentos (COSTA et al., 2010).

Dessa forma, a análise da composição taxonômica da comunidade fitoplanctônica é utilizada para avaliar a saúde do ambiente e inferir as prováveis causas de danos ecológicos (GENTIL; TUCCI; SANT'ANNA, 2008). Isso porque os grupos de microalgas são controlados por muitos fatores ambientais, bióticos e abióticos, os quais podem, por sua vez, ser afetados por diversos tipos de poluentes, produzindo mudanças na estrutura e no funcionamento da comunidade (VIDOTTI; ROLLEMBERG, 2004).

Dentro desse contexto, acrescido do conhecimento que a dinâmica fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos, fornece inúmeras informações diagnósticas e serve como sensível indicador das alterações ambientais, capazes de prenunciar modificações nos corpos hídricos, o presente estudo objetivou conhecer a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Olho D'água - Várzea Alegre/CE.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

- Caracterizar a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em Reservatório de abastecimento do Semiárido Cearense (Olho D'água, Várzea Alegre).

### **2.2 Específicos**

- Identificar e listar as espécies da comunidade fitoplanctônica, investigando a ocorrência de espécies potencialmente tóxicas;
- Avaliar as variações temporais da comunidade fitoplanctônica pela composição taxonômica;
- Caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, riqueza, densidade, abundância relativa, dominância, a diversidade específica e a equitabilidade da flora planctônica;
- Avaliar os valores da densidade de cianobactérias e compará-los aos padrões propostos na resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357 de 2005.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Importância da comunidade fitoplanctônica**

O fitoplâncton é constituído por organismos microscópicos que flutuam livremente na massa d'água sendo composto por algas e cianobactérias. São clorofilados e, portanto, produtores primários constituintes da base de toda cadeia alimentar. Através do processo da fotossíntese, as algas possuem papel fundamental na manutenção da vida no planeta, liberando oxigênio e consumindo gás carbônico. Além disso, seu breve ciclo de vida permite que respondam prontamente às mudanças que ocorrem no corpo de água, constituindo um importante elemento para avaliação da qualidade ambiental (GENTIL, 2007). Com isso, a comunidade fitoplanctônica exerce relevante função no desenvolvimento de estudos em ecossistemas aquáticos.

O fitoplâncton em reservatórios pode ser estudado sob o ponto de vista qualitativo, onde são enfocados os aspectos taxonômicos. Os quantitativos abordam os padrões de distribuição espacial e temporal e podem ser uma importante ferramenta na avaliação da qualidade de água dos recursos hídricos. As flutuações temporais e espaciais do fitoplâncton em suas respectivas composições e biomassa são indicadores eficientes das alterações sejam essas naturais ou antrópicas nos ecossistemas aquáticos (BARBOSA, 2005).

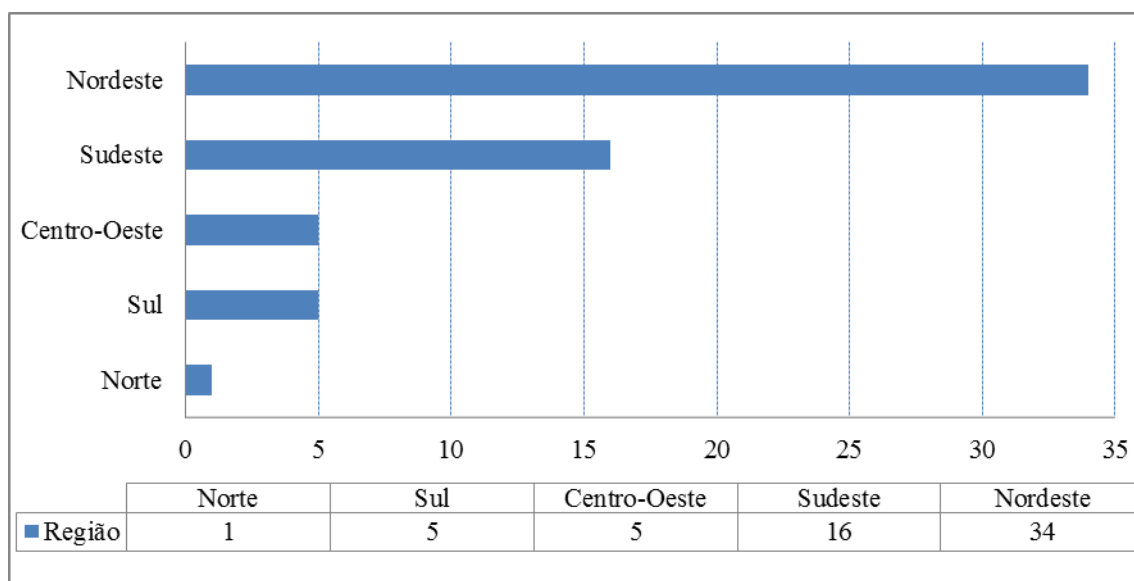
Tundisi (2003) relata a relevância do estudo do fitoplâncton para que se possa compreender a ecologia aquática, pois, a produtividade dos ambientes hídricos depende, em grande parte, da comunidade fitoplanctônica. O estudo desta categoria ecológica, sua composição e distribuição temporal e espacial têm fundamental importância para o conhecimento dos principais mecanismos de funcionamento dos ambientes aquáticos, pois esta comunidade passa a refletir os tipos de atividades da comunidade do entorno. Sendo assim, essas comunidades são elementos centrais na elaboração de estudos visando o manejo ambiental, modelos sobre estimativas de fluxo energético entre os diferentes níveis da cadeia trófica e a capacidade de suporte do sistema (BOZELLI, 2003).

A avaliação das comunidades bióticas, a sua distribuição e abundância de espécies em determinadas áreas de amostragem, são fatores importantes para indicar a qualidade da água (CHELLAPA; CÂMARA; ROCHA, 2009). Diante da importância da qualidade da água, do biomonitoramento pelas microalgas, e dos múltiplos impactos

sofridos pelos corpos d'água, se fazem necessário estudos sobre a comunidade fitoplanctônica.

### 3.2 Estudos sobre a Comunidade Fitoplanctônica em reservatórios no Brasil

Estudos que abordam a comunidade fitoplanctônica em reservatórios vêm sendo realizados por vários autores, em todo país. No presente levantamento, foram inventariados 61 trabalhos, incluídos desde o ano de 2003 a 2014. A maioria dos trabalhos desenvolvidos na região Nordeste (56%) com 34 trabalhos, seguida da Sudeste que apresentou 16 (26%), Sul com cinco (8%), Centro-Oeste com cinco (8%) e a região Norte, com apenas um (2%) (Figura 1). Essa maior quantidade de estudos no Nordeste pode ser influenciado pelo grande número de reservatórios, que foram construídos principalmente, para atenuar os efeitos da seca.



**Figura 1.** Distribuição dos trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios nas regiões brasileiras de 2003 a 2014.

### 3.3 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica em reservatórios no Nordeste

As pesquisas sobre a comunidade fitoplanctônica no Nordeste vêm apresentando um aumento relevante, principalmente em reservatórios das regiões semiáridas, onde

existe um maior interesse no monitoramento da qualidade da água, devido à sua escassez. Entre esses estudos o Estado de Pernambuco se destacou em relação ao número de trabalhos, relacionados ao fitoplâncton. O Estado do Ceará ainda apresenta um número reduzido de trabalhos sobre a comunidade fitoplanctônica em ambientes dulciaquícolas.

Em Pernambuco, Travassos Júnior et al. (2005) investigaram a comunidade fitoplanctônica do reservatório Jucazinho, sendo os táxons identificados distribuídos entre Cyanobacteria e Chlorophyta. Cyanobacteria apresentou maior número de espécies, destacando-se *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszinska) Seenayya e Subba-Raju e *Microcystis aeruginosa* (Kutzing) Kutzing.

No Maranhão, Almeida et al. (2005), caracterizaram qualitativamente a comunidade fitoplanctônica do Lago Cajari, identificaram um total de 84 táxons, pertencentes a quatro divisões e distribuídos em seis classes taxonômicas com 38 gêneros. A flora fitoplanctônica foi composta basicamente por Bacillariophyta (42%) e Chlorophyta (39%). Embora em ecossistemas aquáticos de água doce seja comum a presença de cianofíceas, no Lago Cajari constituíram um pequeno percentual na composição florística.

Na Região Semiárida do Pernambuco, Nascimento et al. (2006), realizaram estudo nictemeral da comunidade fitoplanctônica e avaliação das características limnológicas do Reservatório Saco - I, inventariaram 61 táxons, com predomínio das Chlorophyta (28 spp.) e Cyanobacteria (20 spp.) e o ambiente foi caracterizado por alto nível de trofia. No mesmo ano, Moura et al. estudaram a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em períodos sazonais (chuvoso e seco), a partir de coletas semanais no Reservatório de Botafogo, a comunidade esteve composta por 29 espécies pertencendo a seis divisões, sendo mais bem representada por Chlorophyta. O reservatório foi classificado como hipereutrófico, apresentando altas densidades da Euglenophyta *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg. Nesse mesmo reservatório, Lira et al. (2007) caracterizaram ecologicamente a comunidade fitoplanctônica, onde observaram 29 espécies distribuídas entre as divisões Chlorophyta (13 spp.), Cyanobacteria (nove spp.), Bacillariophyta (três spp.), Euglenophyta (duas spp.), Pyrrophyta (uma sp.) e Chrysophyta (uma sp.). As maiores densidades durante o período chuvoso foram atribuídas a *T. volvocina*.

No Rio Grande do Norte, Costa et al. (2006) estudando o Reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, relataram a ocorrência de florescimentos de cianobactérias e a

presença de cianotoxinas. Florescimentos tóxicos mistos de *C. raciborskii*, *Microcystis* spp. (*M. panniformis* Komárek; Komárková-Legnerová; Sant'Anna; MTP Azevedo; PAC Senna, *M. protocystis* Crow, *M. novacekii* (Komárek) Compère) e *Aphanizomenon* spp. (*Aphanizomenon gracile* (Lemmermann) Lemmermann, *A. cf. manguinii* Bourrelly, *A. cf. issastschenkoi* (Usacev) Proshkina-Lavrenko) foram persistentes e representaram 90-100% da comunidade fitoplanctônica ao longo do período estudado.

Prosseguindo os estudos em Pernambuco, Moura et al. (2007a) investigaram o fitoplâncton e a qualidade da água do Reservatório de Duas Unas e registraram 51 espécies distribuídas nas divisões Chlorophyta (26 spp.), Bacillariophyta (13 spp.), Cyanobacteria (sete spp.), Euglenophyta (três spp.) e Dinophyta e Cryptophyta (uma sp.). Os autores identificaram espécies ocorrentes em ambientes eutrofizados, tornando necessário o gerenciamento, para que não fosse estabelecido um avançado estado de eutrofização neste sistema. No mesmo ano, no Reservatório de Carpina, Moura, Dantas e Bittencourt-Oliveira estudaram a composição da comunidade fitoplanctônica, identificaram 45 táxons, Chlorophyta (21 spp.), Cyanobacteria (17 spp.) e Bacillariophyta (sete spp.). O reservatório apresentou-se eutrofizado, sendo encontradas altas densidades de Cyanobacteria, onde *Planktothrix agardhii* Anagnostidis e Komárek foi à espécie com maior densidade durante todo o período de estudo.

Ainda em Pernambuco, Dias (2007) analisou o fitoplâncton no Reservatório Arcoverde, durante ciclo nictemeral em dois períodos sazonais (chuvoso e estiagem). Foram identificados 38 táxons infraespecíficos. Chlorophyta e Cyanobacteria apresentaram maior número de espécies. Cyanobacteria apresentou densidades mais elevadas nos dois períodos sazonais. Foi registrada floração perene de *C. raciborskii* no reservatório. Moura et al. (2007b) caracterizaram as associações fitoplanctônicas e discutiram os fatores controladores determinantes da dominância algal do reservatório eutrófico de Mundaú nos dois períodos sazonais (seco e chuvoso). O fitoplâncton foi representado por 70 táxons infragenéricos, incluindo Chlorophyta (54.29%), Cyanobacteria (20%), Bacillariophyta (14.29%), Euglenophyta (8.57%), Cryptophyta e Dinophyta (1.43%), agrupados em 16 associações, sendo a maioria, típica de ecossistemas eutróficos e *C. raciborskii* foi a espécie dominante.

Dando continuidade as pesquisas em Pernambuco, Dantas et al. (2008) estudaram a variação temporal da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Mundaú em curtos intervalos amostrais, onde o fitoplâncton foi representado por 66 táxons



infragenéricos e seis táxons genéricos. A maior riqueza de espécies foi observada para Chlorophyta (54,17% dos táxons), seguida por Cyanobacteria (19,44%), Bacillariophyta (15,28%), Euglenophyta (8,33%), Dinophyta (1,39%) e Criptófitas (1,39%). Das espécies estudadas, as populações de *C. raciborskii* foi dominante em ambas as estações seca e chuvosa e o fitoplâncton foi influenciado por variáveis abióticas, especialmente em relação aos padrões de distribuição sazonal.

No Rio Grande do Norte, Chellappa et al. (2008) analisaram a comunidade fitoplanctônica e os fatores abióticos do Reservatório Cruzeta, para caracterizar e avaliar os possíveis fatores que influenciaram as mudanças composicionais do fitoplâncton. Foram identificadas 90 espécies pertencentes a seis classes (Cyanophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Chlorophyceae). Na riqueza de espécies a classe Chlorophyceae se destacou, com dominância de *Scenedesmus quadriculata* (Turpin) Brébisson, *Oocystis* sp. e *Chlorella* sp., seguida das classes Cyanophyceae, Bacillariophyceae e Euglenophyceae. Os índices de diversidade e similaridade foram classificados como alto, moderado e baixo, e o reservatório foi caracterizado como um ambiente oligo-mesotrófico. Chellappa et al., (2009) verificaram as mudanças espaço-temporais da comunidade fitoplanctônica e a qualidade da água durante os períodos de estiagem e de chuvas em três pontos amostrais: a Barragem Armando Ribeiro Gonçalves (reservatório de abastecimento público), o Canal do Pataxó e Itajá. Observaram uma semelhança qualitativa da comunidade fitoplanctônica nas três áreas, embora tenham sido registradas diferenças significativas entre a abundância relativa das espécies, com a dominância de cianobactérias potencialmente tóxicas, como *P. agardhii*, no período de estiagem e *Microcystis*, no período chuvoso.

No Ceará, em estudo realizado por Oliveira et al. (2008) no Açude Thomaz Osterne de Alencar (Crato), foi observado que a comunidade fitoplanctônica esteve representada por 76 táxons, distribuídos nas divisões: Chlorophyta (46%), Cyanobacteria (41%), Bacillariophyta (11%), Euglenophyta e Dinophyta (1%).

Ainda no Estado do Ceará, Pacheco (2009), estudou sobre as Cyanobacteria em um reservatório eutrofizado (Acarape do Meio), onde identificou nove táxons: *Aphanocapsa* sp., *Merismopedia* sp., *Snowella* cf. *atomus* Komárek e Hindák, *C. raciborskii*, *Geitlerinema* sp., *Planctolyngbya* sp., *Pseudanabaena* sp.1, *Pseudanabaena* sp.2, *P. agardhi*. A espécie *C. raciborskii* apresentou dominância nas estações, com alternância no período seco com *P. agardhii*, estas espécies foram às únicas que apresentaram 100% de frequência, sendo ambas potencialmente tóxicas.

No semiárido do Rio Grande do Norte, Costa et al. (2009) analisaram a comunidade fitoplanctônica de seis reservatórios e identificaram 123 táxons distribuídos em sete classes taxonômicas. A classe com maior riqueza de espécies foi Chlorophyceae com 45% (54 táxons), seguida de Cyanobacteria com 33% (41 táxons) e Bacillariophyceae com 20% (20 táxons), Euglenophyceae (2%), Xanthophyceae (1%), Chrysophyceae (1%) e Cryptophyceae (1%). A comunidade fitoplanctônica foi dominada por cianobactérias, compondo baixa diversidade e alta biomassa.

Na Bahia, Carraro (2009) ao estudar a estrutura do fitoplâncton e a sua utilização como indicador de condições ecológicas no Reservatório de Pedra, em diferentes períodos sazonais e em escala bianual. Registraram 125 taxóons distribuídos em sete divisões: Chlorophyta (41), Bacillariophyta (39), Cyanobacteria (31), Euglenophyta (8), Cryptophyta (3), Dinophyta (2) e Chrysophyta (1). Com relação à qualidade da água, os índices utilizados mostraram que o reservatório encontrou-se mesotrófico.

Em Pernambuco, Lira (2009) estudou a distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos (Mundaú e Carpina). Em Mundaú, a composição da comunidade esteve representada por 71 táxons, enquanto em Carpina foram observados 61. A divisão Chlorophyta foi mais representativa quanto à riqueza (52% Mundaú e 44% Carpina) seguida pelas Cyanobacteria (31% Mundaú e 33% Carpina). *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis e *Synedra rumpens* Kützing foram comuns aos dois mananciais quanto à abundância. Cyanobacteria foi o grupo que apresentou as maiores densidades, nos períodos seco e chuvoso e *C. raciborskii* foi a única espécie dominante para os dois mananciais.

Andrade et al. (2009), estudando a estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no Reservatório de Tapacurá/PE, caracterizaram qualitativamente e quantitativamente a comunidade e identificaram 22 táxons com predominância dos grupos: Cyanobacteria (45%), Chlorophyta (36%) Chrysophyta (9%) Euglenophyta (5%) e Cryptophyta (5%). As Cyanobacteria apresentaram as maiores densidades, contribuindo em média com 95% dos organismos quantificados. *Raphidiopsis mediterranea* Skuja e *M. aeruginosa* foram as espécies que apresentaram dominância durante o período estudado.

Em estudos realizados no Reservatório da Hidrelétrica de Boa Esperança que fica entre Piauí e Maranhão, Mendonça (2009) caracterizou a comunidade fitoplanctônica e identificou 189 táxons distribuídos entre as divisões: Chlorophyta (94

spp.), Bacillariophyta (41 spp.), Cyanobacteria (30 spp.), Euglenophyta (13 spp.), Dinophyta (quatro spp.), Chrysophyta (três spp.), Cryptophyta (três spp.) e Xanthophyta (uma sp.).

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

No mesmo ano, na Bahia, Cordeiro-Araújo et al. avaliaram a diversidade fitoplanctônica de lagoas marginais no reservatório de Sobradinho nos períodos seco e chuvoso e identificaram 168 táxons distribuídos em Chlorophyta (82 spp.), Bacillariophyta (47 spp.), Cyanobacteria (22 spp.), Euglenophyta (seis spp.), Cryptophyta (três spp.), Chrysophyta (três spp.), Dinophyta (quatro spp.) e Xanthophyta (uma spp.).

Já em Pernambuco, Nascimento (2010) estudando a variação espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico do semiárido, observou que a comunidade esteve constituída por 53 espécies e uma variedade, sendo 24 Chlorophyta (45,28%), 16 Cyanobacteria (30,19%), oito espécies de Bacillariophyta (15,09%) e uma variedade (*Aulacoseira granulata* (Muller) Simonsen, duas Euglenophyta e Cryptophyta (3,77%) e apenas uma Chrysophyta (1,89%). Não foram observadas diferenças significativas do número de espécies de Bacillariophyta, Chlorophyta e Cyanobacteria entre os períodos sazonais.

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

maior diversidade. No período de estiagem, *Melosira varians* C.Agardh foi predominante, enquanto no período chuvoso *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *G. amphibium* e *C. raciborskii* foram mais abundantes.

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

Ainda em Pernambuco, Aragão (2011) estudando a taxonomia e distribuição de cianobactérias em reservatórios, identificou 23 espécies em 19 reservatórios estudados, sendo estas pertencentes às Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. Oscillatoriales foi a ordem com maior número de táxons (10 spp.) e o gênero *Microcystis* foi o mais representativo com quatro espécies (*M. novacekii*, *M. panniformis*, *M. protocystis* e *Microcystis* sp.). No mesmo ano, Costa e Dantas, identificaram a estrutura sazonal fitoplanctônica em diferentes tipos de ecossistemas aquáticos tropicais (Lagoa Solon de Lucena, no Rio Jaguaribe e no Reservatório das Águas Minerais), observaram a diversidade de 59 táxons, 36 foram registrados no lago e reservatório e 23 foram registradas para o rio, onde a composição específica do lago foi formado principalmente por Chlorophyta (52,8%), enquanto que, a composição do reservatório e do rio foi formada principalmente por Bacillariophyta (52,8% e 47,8%, respectivamente).

Em Pernambuco, Dantas et al. (2011) registraram florações de cianobactérias nos Reservatórios Arcoverde e Pedra. Foram identificadas espécies de Cyanobacteria representadas pelas ordens Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. E Lira et al. (2011) relataram a abundância do fitoplâncton no Reservatório de Carpina. As cianobactérias representaram mais de 80% da sua densidade. *C. raciborskii* foi o único táxon dominante na estação seca, e foi co-dominante na época das chuvas. As espécies *C. raciborskii*, *P. agardhii* e *G. amphibium* tiveram as maiores densidades.

Prosseguindo os estudos Bittencourt-Oliveira et al. (2012) no Reservatório de Arcoverde, analisaram através de nictemerais a dinâmica das populações de cianobactérias nas estações seca e chuvosa. Na composição taxonômica ou na distribuição das populações de cianobactérias não foram encontradas variações

nictemerais. A maior biomassa da comunidade fitoplanctônica foi constituída por cianobactérias. *C. raciborskii* foi dominante e a turbidez causada pela chuva favoreceu o aparecimento e o estabelecimento de outras cianobactérias, especialmente *P. agardhii*. E no mesmo ano, Moura et al. analisaram as variáveis ambientais que influenciam a dinâmica espacial e temporal do fitoplâncton no Reservatório de Jucazinho. Cyanobacteria foi predominante com 80% da biomassa.

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

No Ceará, Lopes, Capelo Neto e Abreu (2013) identificaram cianobactérias tóxicas na comunidade fitoplanctônica de manancial de abastecimento público (Açude Sítios Novos, Caucaia). Monitoraram a composição da comunidade fitoplanctônica, onde identificaram 41 táxons, sendo 19 táxons de cianobactérias (46%), e 22 táxons divididos em cinco classes, Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae e Zygnemaphyceae. A classe mais representativa foi Chlorophyceae (32%), seguida de Bacillariophyceae (10%). Dentre as Chlorophyceae, destacaram-se *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komárková-Legnerová e *Scenedesmus* sp. Ainda no Ceará, Cavalcante (2014), caracterizou a biodiversidade da comunidade fitoplanctônica do Reservatório Rosário (Lavras da Mangabeira). Identificou 33 táxons, distribuídos em cinco classes, 12 ordens, 18 famílias e 23 gêneros. A classe com maior riqueza específica foi Chlorophyceae com 13 táxons (39%), seguida por Cyanobacteria com 12 táxons (36%), Zygnemaphyceae e Euglenophyceae com três táxons cada (9%), e Xanthophyceae dois táxons (6%).

### **3.4 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sudeste**

Em Minas Gerais, Taniguchi, Rocha e Senna (2003) analisaram a estrutura e variação sazonal e espacial fitoplanctônica no Reservatório Dom Helvécio, registraram 124 táxons, com predomínio das classes Chlorophyceae, Conjugatophyceae e Cyanophyceae e classificaram o ambiente como oligotrófico.

Em São Paulo, Sant'Anna et al. (2004) estudaram a biodiversidade de Cianobactérias (Chroococcales) planctônicas em Reservatórios da Região do Alto Tietê e registraram 26 espécies pertencentes às famílias Chroococcaceae (duas spp.), Merismopediaceae (12 spp.), Microcystaceae (sete spp.) e Synechococcaceae (cinco spp.). Dentre estas espécies, seis foram indicadas como potencialmente tóxicas: *Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) Cronberg e Komárek, *M. aeruginosa*, *M. botrys* Teiling, *M. panniformis*, *M. wesenbergii* (Komárek) Komárek e *Radiocystis fernandoi* Komárek e Komárková-Legnerová. E destacaram os gêneros *Bacularia* e *Coelosphaeriopsis* como primeira citação para o Brasil.

Ferreira et al. (2005) realizaram estudos no Reservatório Usina Hidrelétrica de Americana (UHE/SP), onde compararam a estrutura da comunidade fitoplanctônica em diferentes condições de trofia, por meio da densidade, diversidade, equitabilidade e análise de toxicidade. A comunidade fitoplanctônica, apresentou 103 táxons, distribuídos nas classes: Bacillariophyceae com 25 táxons (24,3%), Chlorophyceae com 39 (37,9%), Zygnemaphyceae com quatro (3,9%), Cyanophyceae com 16 (15,5%), Cryptophyceae com sete (6,8%), Euglenophyceae com nove (8,7%), Chrysophyceae com dois (1,9%) e Dinophyceae com um (1%). As espécies que apresentaram as maiores densidades foram *M. aeruginosa*, *Anabaena spiroides* Klebahn, *Microcystis* sp. e *Pseudanabaena mucicola* (Huber -Pestalozzi) Schwabe. No ano de 2006, Henry et al. em São Paulo estudaram o fitoplâncton no Reservatório de Jurumirim, durante um período prolongado de seca. Foram identificados 183 táxons de algas, sendo a comunidade predominante constituída por Chlorophyceae (66 spp.) e Bacillariophyceae (47 spp.), sendo *Chlamydomonas* spp., *Chroomonas* spp. e *Cryptomonas brasiliensis* Castro, Bicudo e Bicudo os táxons de maior abundância.

Tucci et al. (2006) em São Paulo, ao estudarem um reservatório urbano eutrófico (Lago das Garças) para complementar os estudos florísticos já existentes sobre a comunidade fitoplanctônica e analisar as mudanças qualitativas, identificaram 265 táxons distribuídos em 12 classes, sendo 88 táxons novas ocorrências para o Lago das Garças. Destas, 29 pertencentes às Chlorophyceae e 22 às Cyanobacteria. Seis espécies potencialmente tóxicas foram encontradas: *Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) Cronberg e Komárek, *R. fernandoi*, *M. aeruginosa*, *Anabaena planctonica* Brunthaler, *C. raciborskii* e *P. agardhii*.

No Espírito Santo, Delazari-Barroso et al. (2007) investigaram a comunidade fitoplanctônica no Reservatório Duas Bocas, nas estações seca e chuvosa. Identificaram

76 táxons, com predominância das classes Chlorophyceae (Chlorococcales), contribuindo com 37,3%, Conjugatophyceae (Desmidiales), com 26,7% e Cyanobacteria (Chroococcales, Nostocales e Oscillatoriales), com 22,7%. Euglenophyceae, Dinophyceae, Cryptophyceae e Chrysophyceae totalizaram 13,3%. Os gêneros *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Cosmarium*, *Desmodesmus*, *Ankistrodesmus* e *Monoraphidium* foram predominantes.

Sant'Anna et al. (2007) em São Paulo, caracterizaram a flora de Cianobactérias planctônicas nos Reservatórios Billings, Guarapiranga, Jundiaí, Pirapora, Ponte Nova e Taiaçupeba do Alto Tietê. Identificaram 48 espécies de cianobactérias, com predominância da ordem Chroococcales (58%), seguida das ordens Oscillatoriales (21%) e Nostocales (21%), destas, 17 (35%) foram consideradas potencialmente tóxicas. A Represa Billings mostrou-se propícia ao desenvolvimento de maior número de espécies (34), enquanto, o reservatório de Pirapora, apresentou baixa diversidade de cianobactérias (14 spp.). Prosseguindo os estudos, Carvalho et al. (2007), verificaram a ocorrência de cianobactérias e realizaram a detecção por cromatografia de microcistinas dissolvidas nas águas superficiais das represas Billings e de Guarapiranga. Identificaram 19 espécies de cianobactérias, das quais nove foram consideradas potencialmente tóxicas. *M. aeruginosa* e *C. raciborskii* foram as espécies mais comuns no reservatório Billings e em Guarapiranga, apenas *M. aeruginosa* foi considerada como espécie de ocorrência comum.

Ainda em São Paulo, Nishimura (2008) em estudo sobre a ecologia da comunidade fitoplanctônica em dois braços da Represa Billings, identificou 72 táxons (no braço Rio Grande), sendo 31 Chlorophyceae, 14 Euglenophyceae, nove Cyanophyceae, oito Zygnemaphyceae, sete Bacillariophyceae, duas Dinophyceae e uma Cryptophyceae. Foram selecionadas 39 espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica. No braço Taquacetuba foram identificados 66 táxons, sendo 15 Cyanophyceae, 26 Chlorophyceae, oito Zygnemaphyceae, uma Cryptophyceae, duas Dinophyceae, nove Euglenophyceae e cinco Bacillariophyceae. Foram selecionados 22 espécies descritoras da comunidade fitoplanctônica. Os dois corpos d'água apresentaram características tróficas bem distintas. O braço Rio Grande foi classificado como oligo/mesotrófico e o braço Taquacetuba como eu/supereutrófico.

No Lago das Garças/SP, Gentil, Tucci e Sant'Anna (2008) analisaram a dinâmica da comunidade fitoplanctônica ao longo de um ciclo sazonal e suas relações com variáveis físicas e químicas da água no reservatório eutrófico, identificaram 214

táxons distribuídos em nove classes, sendo Chlorophyceae a que mais contribuiu com a riqueza de espécies, seguida de Cyanobacteria. As variáveis químicas tiveram variação vertical e temporal enquanto que o fitoplâncton apresentou padrão sazonal.

Gemelgo et al. (2008), ainda em São Paulo, estudaram a dinâmica populacional de *C. raciborskii*, espécie tóxica de Cyanobacteria nos reservatórios de abastecimento Guarapiranga e Billings. Nesses ambientes, Cyanobacteria desenvolveram-se densamente formando florações. A maior densidade da comunidade fitoplanctônica foi representada por organismos do grupo Cyanobacteria, em ambos os reservatórios e *C. raciborskii* foi uma das espécies abundantes no Reservatório Billings, nas estações seca e chuvosa.

Em 2009, Gemelgo et al. também em São Paulo, avaliaram a ocorrência de grupos funcionais fitoplanctônicos nos Reservatórios Billings e Guarapiranga, que abastecem a região metropolitana. As espécies descritoras e grupos funcionais que apresentaram os maiores valores de biovolume foram representados por *Anabaena circinalis*, *M. aeruginosa* e *Mougeotia* sp. no Reservatório Guarapiranga e por *C. raciborskii*, *M. aeruginosa* e *M. panniformis*, *P. agardhii* e *Planktothrix* cf. *clathrata* no reservatório Billings. Granado et al. (2009), analisaram os efeitos da variação do nível hidrométrico na estrutura do fitoplâncton no Reservatório de Jurumirim/SP. Foram encontrados 154 táxons, *C. brasiliensis* Castro, Bicudo e Bicudo foi dominante, porém as diatomáceas foram predominantes quanto à biomassa, representadas, principalmente, por *Aulacoseira granulata* (Ehremberg) Simonsen.

Em São Paulo, Rodrigues, Sant'Anna e Tucci (2010) estudaram a diversidade de Chlorophyceae das Represas Billings e Guarapiranga, dois dos maiores reservatórios de abastecimento da região metropolitana da cidade de São Paulo. Foram identificados 36 táxons de Chlorophyceae, distribuídos em duas ordens, dez famílias e 24 gêneros. *Desmodesmus* apresentou maior riqueza (quatro spp.), seguido de *Ankistrodesmus* e *Scenedesmus* (três spp. cada). Dez táxons foram primeiras citações para os reservatórios estudados. Oito táxons ocorreram exclusivamente na Represa Guarapiranga e três foram registrados exclusivamente na Represa Billings, enquanto que 70% das espécies foram comuns aos dois reservatórios.

Já no Oeste Paulista, Cordeiro-Araújo et al. (2010), estudaram corpos d'água nas estações de chuva e seca, identificaram 16 táxons de Cyanobacteria nos locais amostrados, pertencentes às famílias Pseudanabaenaceae, Phormidiaceae,



Oscillatoriaceae, Nostocaceae, Microcystaceae e Merismopediaceae. Das populações identificadas, *C. raciborskii* e *Anabaena* spp. são consideradas potencialmente tóxicas.

Ainda em São Paulo, Cunha e Calijuri (2011), estudando a variação sazonal dos grupos funcionais fitoplanctônicos em braços do Reservatório (Ituparanga) de usos múltiplos identificaram 74 táxons fitoplanctônicos, pertencentes a oito classes taxonômicas, Chlorophyceae (40,5%), Cyanobacteria (18,9%), Bacillariophyceae (12,2%), Euglenophyceae (12,2%), Chrysophyceae (5,4%), Cryptophyceae (5,4%), Chlamydomonadophyceae (4,1%) e Dinophyceae (1,4%). Os braços do reservatório apresentaram uma diversidade significativa de grupos funcionais, com presença de agrupamentos típicos de ambientes eutrofizados.

### 3.5 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Sul

No Paraná, Coquemala (2005), ao estudar o reservatório Passaúna, com o objetivo de investigar o ciclo anual do fitoplâncton em relação aos parâmetros abióticos. A composição florística incluiu 181 representantes de seis divisões taxonômicas: Chlorophyta (93); Cryptophyta (8); Cyanobacteria (16); Dinophyta (5); Euglenophyta (17) e Heterokontophyta (42) - classes Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Xanthophyceae no total de 181 táxons infragenéricos foram identificados 143 espécies e 38 gêneros.

Ainda no Paraná, Borges, Train e Rodrigues (2008) ao pesquisarem sobre a estrutura do fitoplâncton, em curto período de tempo, em um braço do Reservatório de Rosana, observaram que a comunidade fitoplanctônica esteve constituída por 86 táxons, Chlorophyceae foi o grupo mais rico em espécies com 27,1%, seguido por Cyanobacteria (24,7%) e Bacillariophyceae (17,6%). Enquanto Cryptophyceae, Cyanobacteria e Chrysophyceae foram os grupos mais expressivos em densidade. Foram registradas florações de *R. fernandoi*. E as águas deste braço do reservatório, classificada como hipereutrófica.

Ainda no mesmo ano, Biolo, Siqueira e Bueno realizaram um levantamento florístico das Desmidiaceae (exceto *Cosmarium*) de um tributário do Reservatório de Itaipu, onde identificaram 41 espécies. As Desmidiaceae foram representadas pelos gêneros: *Staurastrum* (14), *Euastrum* (5), *Micrasterias* (5), *Staurodesmus* (5),

*Closterium* (3), *Pleurotaenium* (2), *Spondylosium* (2), *Actinotaenium* (1), *Octacanthium* (1), *Onychonema* (1), *Penium* (1), e *Xanthidium* (1). *Staurastrum* contribuiu com 34% da riqueza total.

No Rio Grande do Sul, Domingues e Torgan (2011) ao estudarem a composição do fitoplâncton no Lago das Tartarugas, situado no Jardim Botânico da cidade de Porto Alegre, registraram 49 táxons específicos e infraespecíficos. Cyanobacteria foi a classe mais bem representada, com 17 espécies, seguido por Bacillariophyceae (14 espécies e duas variedades), Euglenophyceae (seis espécies e duas variedades), Xanthophyceae (quatro espécies), Zygnemaphyceae (uma espécie e uma variedade) e Chrysophyceae e Cryptophyceae com uma espécie cada.

No sul do Brasil, Tonnetta, Petrucio e Laudares-Filho (2013) avaliando a variação temporal na comunidade fitoplanctônica da Lagoa do Peri, descreveram cinco grupos, com 31 táxons, sendo que Cyanobacteria, com 87,7% da densidade total foi o grupo mais importante e Chlorophyta com 11,8% foi o segundo grupo mais representativo. *C. raciborskii* foi a espécie dominante durante quase todo o período estudado, sendo substituída por *Limnothrix* sp. quando ocorreu diminuição na velocidade do vento e aumento na temperatura e na concentração de fósforo. Os dados obtidos mostraram ausência de variação vertical na coluna d'água, no entanto, ocorreu variação temporal nesse ambiente subtropical.

### **3.6 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica no Centro-Oeste**

Em Goiás, Trindade (2007) ao analisar o reservatório de Serra da Mesa (GO), com o objetivo de estudar a dinâmica horizontal do fitoplâncton em três períodos climatológicos e em dois braços do reservatório, registrou 104 táxons. No braço do reservatório, a composição florística totalizou 80 táxons, distribuídos em nove classes taxonômicas; clorofíceas (36), cianobactérias (13) zignematofíceas (12), diatomáceas (4), dinoflagelados, criptofíceas, euglenofíceas, crisofíceas e xantofíceas (3), um número de táxons similar foi observado no corpo central (72 táxons), os quais estiveram distribuídos também em nove classes taxonômicas: clorofíceas (36) zignematofíceas (12), cianobactérias (11), crisofíceas e diatomáceas (4), dinoflagelados, criptofíceas e euglenofíceas (3) e xantofíceas (1).

Em Mato Grosso, Figueiredo (2007), ao estudar os reservatórios do APM-Manso e AHE- Jauru, com o objetivo de caracterizar a comunidade fitoplanctônica, identificaram 158 táxons em todas as estações de coletas, estiveram distribuídas em Chlorophyceae (74), Bacillariophyceae(31), Cyanobacteria (18), Zygnemaphyceae (14), Euglenophyceae (7), Crysophyceae (5), Dinophyceae (4), Cryptophyceae (2) e Oedogoniophyceae e Xantophyceae (1).

No Mato Grosso do Sul, Vieira, Pereira e Derbócio (2009) analisaram a composição da comunidade fitoplanctônica de um ecossistema aquático utilizado para cultivo de peixes (Represa do Córrego Alegre), identificaram 37 gêneros de algas, distribuídos em sete classes. Cyanobacteria e Chlorophyceae foram as classes melhor representadas, com 11 gêneros cada, seguidas por Zygnemaphyceae, com seis gêneros identificados, Euglenophyceae e Bacillariophyceae, ambas com três gêneros, Xantophyceae com dois e Chrysophyceae, com apenas um gênero. Observaram ainda, a ocorrência de cianobactérias potencialmente tóxicas, como as pertencentes aos gêneros *Oscillatoria*, *Microcystis*, *Planktothrix* e *Cylindrospermopsis*.

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

### 3.7 Estudos da Comunidade Fitoplanctônica na região Norte

Na região Norte os estudos sobre a comunidade fitoplanctônica em reservatórios são escassos, provavelmente porque os principais ecossistemas aquáticos são caracterizados como lagos de inundações e grandes rios e dessa forma, não necessitando de reservatórios para armazenamento.

No Tocantins, Marques (2006) analisando a diversidade e a estrutura temporal e espacial da comunidade fitoplanctônica em reservatório no Médio Tocantins, catalogou 151 espécies distribuídas nas classes Bacillariophyceae, Chlamydomphyceae, Chlorophyceae, Coscinodiscophyceae, Cryptophyceae, Chrysophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Euglenophyceae, Fragillariophyceae, Oedogonophyceae, Xantophyceae e Zygnemaphyceae. Observou a presença de *C. raciborskii* como espécie abundante e dominante e *M. aeruginosa* frequente em amostras qualitativas, onde demonstrou que o reservatório está sujeito a florações de cianobactérias com possíveis riscos à saúde pública.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Caracterização da área de estudo**

O Reservatório Olho D'Água (Deputado Luiz Otacílio Correia), inserido na Sub-Bacia do Salgado, localiza-se no Município de Várzea Alegre, sul do Estado do Ceará, na Região do Cariri, distante 467 km de Fortaleza (Figura 2), apresenta área de 835,71 km<sup>2</sup> e uma população de 38.952 habitantes (IBGE, 2010; IPECE, 2013). A Sub-Bacia do Salgado compreende 23 municípios: Abaiara, Aurora, Baixio, Barbalha, Barro, Brejo Santo, Caririaçu, Cedro, Crato, Granjeiro, Icó, Ipaumirim, Jardim, Jati, Juazeiro do Norte, Lavras da Mangabeira, Mauriti, Milagres, Missão Velha, Pena Forte, Porteiras, Umari, Várzea Alegre e pequena parte do município de Orós. Essa Sub-Bacia possui uma área de drenagem de 12.865 km<sup>2</sup>, correspondente a 8,25% do território cearense, sendo seu principal rio o Salgado com extensão de 308 km (COGERH, 2010).

O reservatório foi construído pelo 3º - Batalhão de Engenharia e Construções do Exército, iniciado em 1993 e concluído em 1998, possui capacidade hídrica de 21.000.000 m<sup>3</sup>, com vazão regularizada de 0,126 m<sup>3</sup>/s e altura máxima de 26 m dentre outras características hidrológicas e morfométricas (Tabela 1 e Figura 3) (Secretaria de Recursos Hídricos-SRH, 2013; COGERH, 2014).

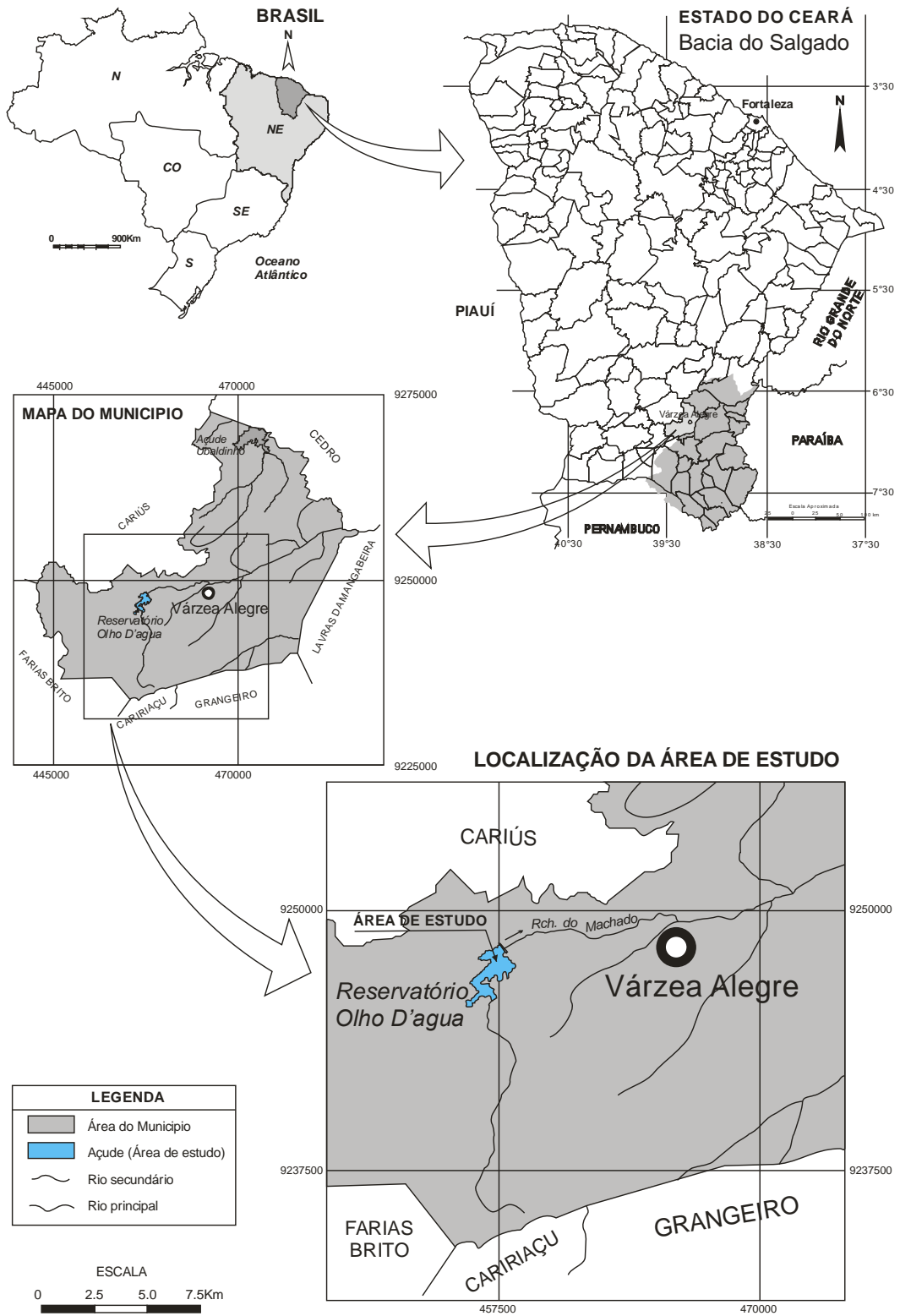


Figura 2. Localização do Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE.

**Tabela 1.** Características hidrológicas e morfométricas do Reservatório Olho D'Água, Várzea Alegre /CE.

<b>Início de operação</b>	<b>1998</b>
<b>Barragem</b>	
<b>Tipo:</b>	Terra zoneada
<b>Capacidade (m<sup>3</sup>):</b>	21.000.000
<b>Bacia Hidrográfica (Km<sup>2</sup>):</b>	71,800
<b>Bacia Hidráulica (ha):</b>	456,000
<b>Vazão Regularizada (m<sup>3</sup>/s):</b>	0,126
<b>Extensão pelo Coroamento(m):</b>	381,0
<b>Largura do Coroamento (m):</b>	6,00
<b>Cota do Coroamento (m):</b>	353,00
<b>Altura Máxima (m):</b>	26,00
<b>Sangradouro</b>	
<b>Tipo:</b>	Soleira espessa
<b>Largura (m):</b>	50,0
<b>Lâmina Máxima (m):</b>	1,40
<b>Cota da Soleira (m):</b>	350,0
<b>Tomada d'água</b>	
<b>Tipo:</b>	Soleira espessa
<b>Diâmetro (mm):</b>	600
<b>Pluviometria anual</b>	890 mm/ano
<b>Localização</b>	Latitude: 6° 47'27.52" S Longitude:039°22'31.77"W
<b>Bacia</b>	Salgado
<b>Rio/Riacho Barrado:</b>	Rch. do Machado

Fonte: SRH, (2013).



**Figura 3.** Vista parcial do Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre, (CE).

**Fonte:** Da Autora, (2014).

É utilizado para abastecimento humano, resolvendo o problema recorrente da falta de água na região, além de contribuir economicamente, atendendo a população na atuação da pecuária (caprinos, ovinos e bovinos), agricultura de vazantes, fruticultura irrigada e piscicultura (tanques-rede) desenvolvida pela a associação Aquidágua (COGERH, 2012). Os produtos advindos da agricultura/fruticultura, são comercializados na feira agroecológica em Várzea Alegre, transformando-se na oportunidade de incremento da renda, e ainda, cultivam a *Typha* sp., popularmente a Taboa, planta típica de brejo e espelhos de água presente no entorno do reservatório, a partir da qual, a associação comunitária de mulheres do Sítio São Vicente (“Mulheres de Fibra”), produzem artesanato que é comercializado em todo Ceará.

O Município de Várzea Alegre apresenta o clima Tropical Quente Semiárido que é caracterizado por um período chuvoso de janeiro a abril, com média anual das precipitações pluviométricas de 890 mm, e um seco que ocorre ao segundo semestre, quando a ocorrência de chuvas é pequena, há um predomínio de altas pressões atmosféricas e uma quase total ausência de fenômenos atmosféricos causadores de chuva, por isso chamado de período de seca. A temperatura média anual varia, entre 26° a 28 °C e amplitude térmica inferior a 5 °C (IPECE, 2014; FUNCEME, 2014).



Quanto à vegetação, é constituída por: Caatinga Arbustiva Densa, Cerrado, Floresta Caducifólia Espinhosa e Floresta Subcaducifólia Tropical pluvial. Apresenta depressões sertanejas e maciços residuais, com solos definidos em: solos aluviais, podzólico vermelho-amarelo eutrófico e solos litólicos (IPECE, 2014; SANTANA, 2009; SRH, 2013).

O Estado do Ceará é caracterizado pela sazonalidade e intermitência de chuvas, aliadas a uma alta taxa de evaporação, que contribuem para uma perda excessiva de água nos reservatórios, reduzindo a qualidade (SANTANA, 2009).

#### 4.1.1 Caracterização da Qualidade da Água do reservatório

No ano de 2008, a COGERH elaborou um Inventário Ambiental dos Açudes para verificar o estado da qualidade da água e subsidiar ações mitigadoras dos impactos ambientais existentes, e classificou o Reservatório Olho D'água como mesotrófico. Após seis anos, da realização deste Inventário, o reservatório encontra-se classificado como eutrófico (COGERH, 2008, 2014).

A Tabela 2 apresenta os valores referentes aos parâmetros abióticos, no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre/CE, com base nas variáveis limnológicas das campanhas trimestrais dos anos de 2013 a 2014, fornecidas pela Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos-COGERH.

**Tabela 2.** Valores das variáveis limnológicas das campanhas trimestrais 2013 e 2014 do Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre- CE. As variáveis estão abreviadas da seguinte forma: **Cond.**- condutividade elétrica ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ ); **pH**- Potencial hidrogeniônico; **NT**- Nitrogênio total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); **PT**- Fósforo total ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); **Alca**- Alcalinidade( $\text{mg.L}^{-1}$ ); **STD**- Sólidos totais dissolvidos ( $\text{mg.L}^{-1}$ ); **Turb.**- Turbidez (NTU); **Clo-a**- Clorofila a ( $\mu\text{g/L}^{-1}$ ).

		<b>Cond</b> ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	<b>pH</b>	<b>NT</b> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	<b>PT</b> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	<b>Alca</b> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	<b>STD</b> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )	<b>Turb</b> (NTU)	<b>Clo-a</b> ( $\mu\text{g/L}^{-1}$ )
<b>2013</b>	fev	0,21	8,16	0,248	0,04	89,64	66	2,3	-
	mai	0,22	8,02	0,209	-	84,67	128	3,05	5,34
	ago	0,204	8,53	-	<b>0,128</b>	74,68	128	2,64	25,55
<b>2014</b>	fev	0,204	8,53	0,55	<b>0,034</b>	74,68	128	2,64	25,55
	mai	0,199	8,09	1,013	<b>0,096</b>	68,29	123,8	2,71	2,94
	ago	0,346	8,37	4,66	0,023	68,29	117,5	2,54	6,72

No Brasil, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N.º 357/2005 classifica os corpos de água e efluentes e normatiza a avaliação sobre os níveis mínimos aceitáveis da qualidade de água a serem alcançados ou mantidos, assim, os reservatórios pertencem a Classe 2 que, são águas destinadas a: abastecimento doméstico, após tratamento convencional; proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (esqui aquático, natação e mergulho); à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana. Baseado nessas recomendações os valores registrados nas campanhas mensuradas pela COGERH para alguns parâmetros, encontraram-se abaixo dos valores permitidos pela Resolução CONAMA 357, que é de: até 500 mg.L<sup>-1</sup> para STD; 100 NTU para Turbidez; 30 µg.L<sup>-1</sup> para clorofila-a; pH de 6,0 a 9,0. Para a condutividade elétrica o limite máximo estabelecido de acordo com a CETESB, 2009, é de 100 µS/cm<sup>1</sup>. Já as concentrações para o fósforo total nas campanhas de agosto de 2013, fevereiro e maio de 2014 encontraram-se acima do permitido que é de 0,030 mg.L<sup>1</sup>.

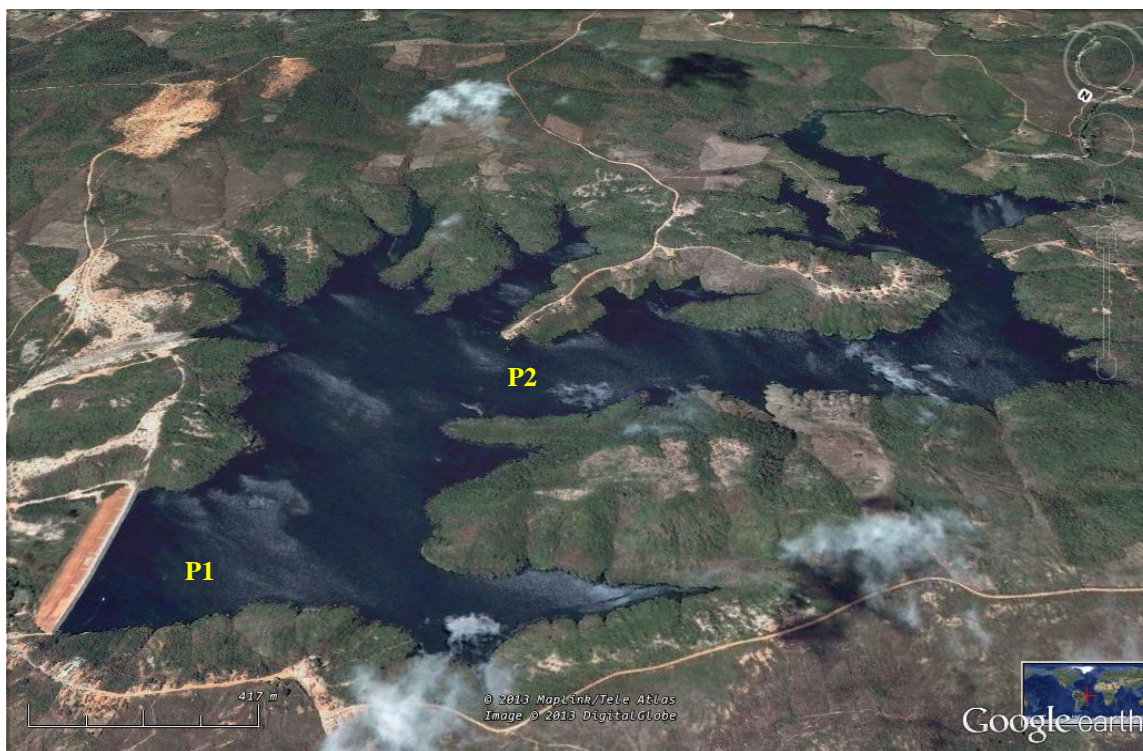
#### **4.2 Precipitação (mm):**

Os dados de pluviosidade da média histórica dos últimos 30 anos e os mensais referentes ao período de agosto de 2013 a abril de 2014 foram obtidos do banco de dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2014).

#### **4.3 Amostragem**

##### **4.3.1 Localização dos Pontos de Amostragem**

No Reservatório Olho D'água (Figura 4), foram demarcados os pontos de amostragem (Tabela 3), sendo as coordenadas geográficas medidas por um GPS modelo Garmin Etrex.



**Figura 4.** Localização dos pontos de amostragens no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE.  
**Fonte:** Google Earth, (2013).

**Tabela 3.** Localização dos Pontos de amostragem no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre, CE.

PONTO	COORDENADA	CARACTERIZAÇÃO
P1	6° 47' 21" S 39° 22' 31" W	Ponto de captação de água localiza-se próximo a parede do reservatório, onde apresenta cobertura vegetal da área marginal parcialmente preservada, e marcada pela presença de caprinos e bovinos.
P2	6° 48' 00" S 39° 22' 48" W	Tanques-rede, caracterizado pelos viveiros de peixes, presença de macrófitas e no entorno áreas desmatadas para uso da agricultura.

As amostragens tiveram início a partir das 7h30min, foram realizadas mensalmente de agosto/2013 a abril/2014.

As análises qualitativas e quantitativas da comunidade fitoplanctônica foram realizadas nos Laboratório de Botânica da Universidade Regional do Cariri (LaB/URCA) e de microscopia do Núcleo de Pesquisa em Ficologia do Instituto de Botânica de São Paulo (IBt/SP).

## 4.4 Coleta e Análise do Fitoplâncton

### 4.4.1 Análise Qualitativa

As amostras destinadas à análise qualitativa da comunidade fitoplanctônica, foram obtidas através de arrastos horizontais, em subsuperfície (cerca de 20 cm de profundidade), utilizando-se uma rede de plâncton com abertura de malha de 20 µm, por aproximadamente 10 minutos e com auxílio de barco a motor, visando concentrar o material para a análise taxonômica. Em seguida foram armazenadas em frascos de polietileno de 500 mL, etiquetadas e preservadas em solução de formol a 4%. Após as coletas as amostras foram encaminhadas ao LaB/URCA, onde foram devidamente armazenadas e posteriormente encaminhadas para análise ao IBt/SP.

Para identificação foi utilizado microscópio fotônico, Zeiss Axioplan 2, com câmara clara, retículo micrometrado e câmara fotográfica acoplados. Quando necessário, foi utilizado luz de epifluorescência para diferenciar bacterioplâncton de cianobactérias através da fluorescência de ficocianina; contraste de fase e nanquim para evidenciar bainha mucilaginosa. As amostras foram examinadas em aumentos de 400 vezes e a identificação dos táxons foi realizada, sempre que possível, em nível genérico e infragenérico, analisando-se as características morfológicas e métricas das populações. Foi utilizada bibliografia especializada incluindo floras, revisões e monografias.

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

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

trabalhos de An et al. (1999), Buchheim et al. (2005), Hegewald (1997, 2000), Hegewald e Hanagata (2000), Hegewald e Wolf (2003), Krienitz e Bock (2012), Krienitz et al. (2003).

#### 4.4.2 Análise Quantitativa (Fitoplâncton total (org.mL<sup>-1</sup>))

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

A contagem do fitoplâncton foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Utermöhl (1958), em microscópio invertido Zeiss Axiovert 25, os organismos foram contados sob o aumento de 400 vezes, com o auxílio do retículo de Whipple com régua micrométrica calibrada. O tempo de sedimentação das amostras foi de três horas para cada centímetro de altura da câmara, segundo o critério de Lund et al. (1958). A câmara de sedimentação utilizada foi de 2 e 10 mL, dependendo da concentração do fitoplâncton.

A contagem dos indivíduos foi realizada em campos ou transectos horizontais e/ou verticais, garantindo dessa forma a precisão dos resultados. E o limite da contagem, ou seja, o número mínimo de campos contados por câmara de sedimentação foi determinado por meio de dois critérios: a) gráfico de estabilização do número de espécies, obtido a partir de espécies novas adicionadas com o número de campos contados e b) as espécies mais abundantes, obtido pela contagem de até 100 indivíduos da espécie mais comum. No caso de ocorrência de florações de cianobactérias ou de outras microalgas, foi realizada a contagem de 100 indivíduos da segunda espécie mais comum (TUCCI, 2002).

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

Os resultados foram expressos em densidade (org.mL<sup>-1</sup>) e calculados de acordo com a fórmula descrita em Weber (1973):

**Organismos.mL<sup>-1</sup> = (n/sc).(1/h).(F); onde:**

n = número de indivíduos efetivamente contados;

s = área do campo em  $\text{mm}^2$  no aumento de 40X;

c = número de campos contados;

h = altura da câmara de sedimentação em mm;

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

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

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

#### **4.4.3. Espécies Descritoras da Comunidade**

O critério de seleção de espécies descritoras pode variar de acordo com as características da comunidade. Os táxons com 1% ou mais da densidade total relativa que juntos somem 80% da densidade total ( $\text{org.mL}^{-1}$ ), são considerados espécies indicadoras (TUCCI, 2002).

#### **4.4.4 Espécies dominantes e abundantes**

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

#### 4.4.5 Frequência de ocorrência

A frequência de ocorrência (F) dos táxons foi expressa em termos de porcentagem, calculada com base na presença e ausência das espécies, considerando o número de amostras nas quais cada táxon ocorreu, e o número total de amostras analisadas, através da fórmula descrita por Mateucci e Colma (1982):

$F = Pa / P * 100$ , onde:

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

P = número total de amostras analisadas;

100 = fator de conversão para porcentagem.

As espécies foram consideradas como:

- **Muito frequente:** espécie cuja ocorrência numérica é superior a 70% das amostras;
- **Frequente:** espécie cuja ocorrência é  $\leq 70 > 40\%$  das amostras;
- **Pouco frequente:** espécie cuja ocorrência é  $\leq 40 > 10\%$  da amostra;
- **Esporádica:** espécie cuja ocorrência é igual ou inferior a 10% das amostras.

#### 4.4.6 Riqueza

Foi considerada como o número total das espécies encontradas por amostra.

#### 4.4.7 Índice de Diversidade (H') (bits.ind<sup>-1</sup>):

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 apresentados em bits. Cel<sup>-1</sup>, considerando-se que um bit equivale a uma unidade de informação. Esses valores podem ser enquadrados nas seguintes classificações:

- 3,0 bits. Cel<sup>-1</sup> alta;
- $2,0 \geq 3,0$  bits. Cel<sup>-1</sup> média;
- $1,0 > 2,0$  bits. Cel<sup>-1</sup> baixa;
- $< 1,0$  bits. Cel<sup>-1</sup> muito baixa.

#### 4.4.8 Índice de Equitabilidade (J’):

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

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

H' = diversidade da amostra;

S = número de táxons na unidade amostral.

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

#### 4.4.9 Índice de Dominância (DS’):

Estimado por meio da fórmula proposta por Simpson (1949); Calculado a partir da fórmula:

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

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

n = número total de indivíduos na amostra.

#### 4.5 Normatização

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

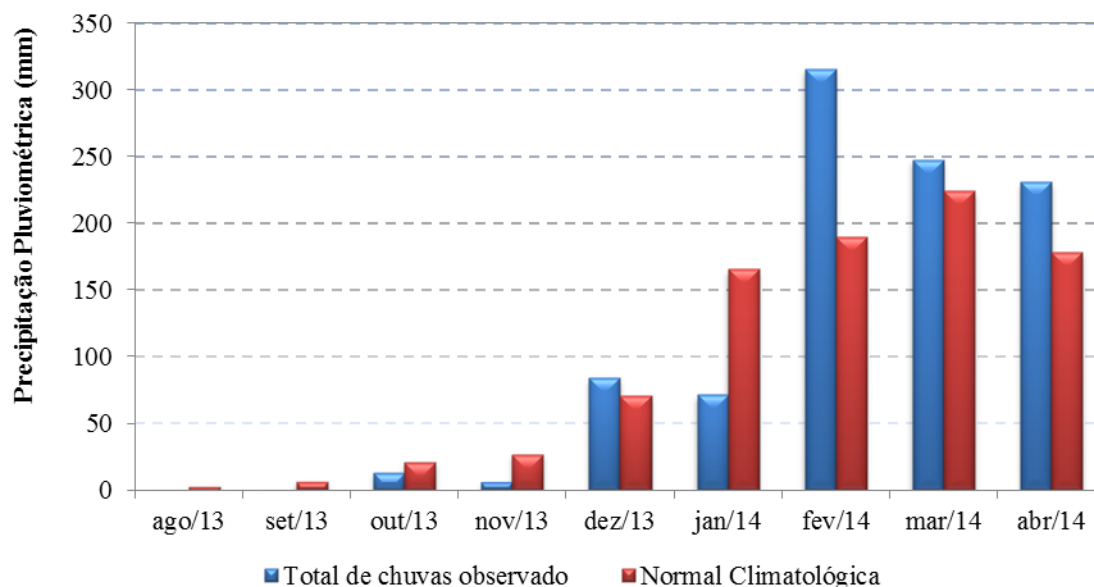


## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Precipitação pluviométrica (mm) em Várzea Alegre/CE

A média pluviométrica mensal mostrou a ocorrência de um ciclo sazonal, caracterizado por um período chuvoso (dezembro a abril), e um período de seca (agosto a novembro), tendo valor mínimo de 13 mm no mês de novembro de 2013 e máximo de 315,8 mm no mês de fevereiro/2014 (Figura 5).

O período de maior precipitação foi representado pelos meses de dezembro (início das chuvas, pré-chuvoso), janeiro, fevereiro, março e abril, caracterizando o período chuvoso. Neste período, o município de Várzea Alegre/CE, apresentou precipitação pluviométrica atípica, principalmente, no mês de fevereiro (315,8 mm), onde apresentou um aumento de 125,6 mm em relação à sua normal climatológica (190,2 mm).



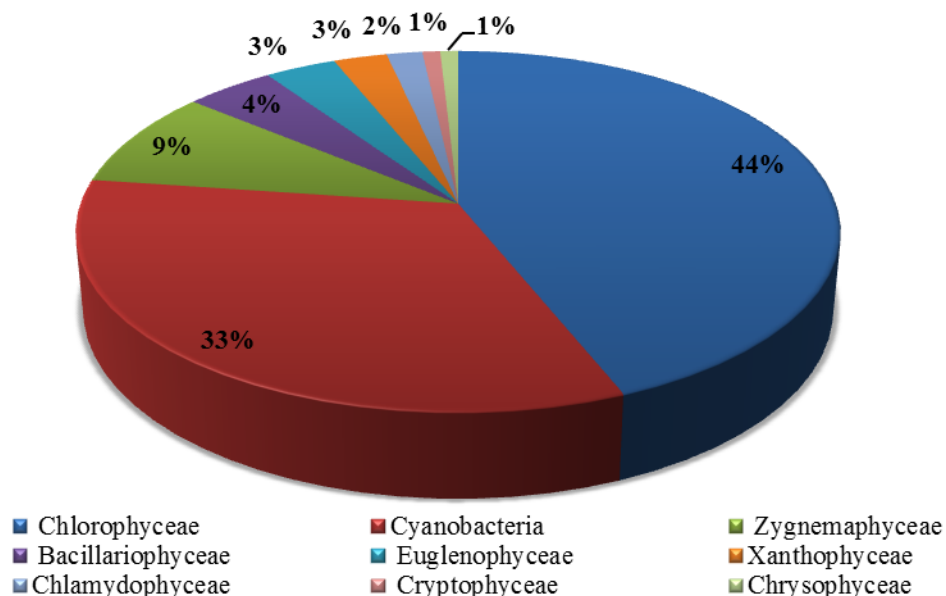
**Figura 5.** Variação sazonal da precipitação pluviométrica (mm) e normal climatológica, Várzea Alegre/CE, durante agosto de 2013 a abril de 2014.

**Fonte:** FUNCEME, 2014.

## 5.2 Composição florística da comunidade fitoplanctônica

A análise da composição da comunidade fitoplanctônica permitiu a identificação de 114 táxons, distribuídos em nove classes taxonômicas. Chlorophyceae e Cyanobacteria foram às classes que apresentaram os maiores números de táxons, 50 e 38, respectivamente, representando 77% da comunidade, seguida por Zygnemaphyceae com 10 táxons (9%). As classes com menor representatividade foram Bacillariophyceae (5), Euglenophyceae (4), Xanthophyceae (3), Chlamydomphyceae (2), Cryptophyceae e Chrysophyceae com um táxon cada, totalizando 14% da comunidade (Figura 6 e Tabela 4). Os dois pontos apresentaram 75 espécies comuns e 39 exclusivas (P1com 17 e P2 com 22 espécies).

A análise sazonal mostrou que dos 114 táxons registrados, 87 estiveram presentes no período seco e 77 no período chuvoso. Do total de táxons 61 foram comuns para os dois períodos, enquanto 30 apresentaram-se exclusivos do período seco e 23 no chuvoso.



**Figura 6.** Distribuição dos táxons (%) em função das classes nos dois pontos de amostragem Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, durante o período de agosto de 2013 a abril de 2014.

O fitoplâncton é muito diverso em reservatórios utilizados para abastecimento devido ao tempo elevado de residência da água e, particularmente, na região nordeste do

Brasil por apresentar condições de alta temperatura, alta luminosidade, baixos índices de precipitação pluviométrica e altos teores de nutrientes (MOURA et al., 2006).

A composição de espécies fitoplanctônicas no Reservatório Olho D'água evidenciou a predominância das clorofíceas e cianobactérias, corroborando com estudos desenvolvidos em outros reservatórios do Brasil, como: Nascimento et al. (2006); Moura et al. (2007a, 2007b); Chellappa et al. (2008); Cunha e Calijuri (2011); Delazari-Barroso et al. (2007); Vieira, Pereira e Derbócio (2009). De acordo com Tucci et al. (2006) Chlorophyceae e Cyanobacteria são as classes mais representativas quanto à riqueza de táxons, principalmente em ambientes eutrofizados e rasos, como é o caso de vários lagos, reservatórios e pesqueiros.

Zygnemaphyceae constitui um dos grupos mais relevante nos ambientes aquáticos continentais, devido sua alta diversidade morfológica. Seus representantes se distribuem de forma cosmopolita e são encontrados em lagos, tanques, reservatórios e rios oligotróficos e mesotróficos (BIOLO et al., 2008). Para Bicudo, Azevedo e Castro (2014), Zygnemaphyceae constituem, ao lado das Cyanobacteria, a classe de algas de águas continentais mais estudada no Brasil.

**Tabela 4-** Composição fitoplanctônica registrada no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto de 2013 a abril de 2014. Continua...

<b>Cyanobacteria</b>	
<i>Anathece</i> sp.	<i>Epiglosphaera</i> sp.
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West e G.S.West	<i>Eucapsis</i> sp.
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. West e G.S. West	<i>Geitlerinema amphibium</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemmermann) Cronberg e Komárek	<i>Gloeocapsa</i> sp.
<i>Aphanocapsa koordersii</i> K.Strøm	<i>Leptolyngbya</i> sp.
<i>Aphanotece</i> sp.	<i>Merismopedia</i> cf. <i>punctata</i> Meyen
Chroococcales (ñ identificada 1)	<i>Merismopedia</i> cf. <i>tenuissima</i> Lemmermann
Chroococcales (ñ identificada 2)	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Kützing
Chroococcales (ñ identificada 3)	<i>Merismopedia trolleri</i> Bachmann
<i>Chroococcus</i> cf. <i>aphanocapsoides</i> Skuja	<i>Microcystis protocystis</i> Crow
<i>Chroococcus</i> cf. <i>dispersus</i> Lemmermann	<i>Microcystis</i> sp.
<i>Chroococcus</i> cf. <i>minor</i> (Kützing) Nägeli	<i>Microcystis wesenbergii</i> Komárek
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	<i>Planktothrix</i> cf. <i>agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis e Komárek
<i>Chroococcus</i> sp.1	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Naumann e Huber-Pestalozzi) Schwabe
<i>Chroococcus</i> sp.2	<i>Romeria</i> sp.
<i>Coelosphaerium</i> sp.	<i>Snowella</i> sp.
<i>Cyanodictyon</i> sp.1	<i>Sphaerocavum</i> sp.
<i>Cyanodictyon</i> sp.2	<i>Synechococcus</i> cf. <i>nidulans</i> (Pringsheim) Komárek
<i>Cylindrospermopsis</i> cf. <i>raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau
<b>Chlamydomonadales</b>	
<i>Chlamydomonas</i> sp.1	<i>Chlamydomonas</i> sp.2
<b>Chlorophyta</b>	
<i>Ankistrodesmus bernardii</i> Komárek	<i>Kirchneriella roselata</i> Hindák
<i>Ankistrodesmus densus</i> Korshikov	<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Ankistrodesmus spirallis</i> (W.B. Turner) Lemmermann	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nygaard
<i>Botryococcus protuberans</i> West e G.S. West	<i>Monoraphidium</i> cf. <i>litorale</i> Hindák
<i>Botryococcus terribilis</i> Komárek e Marvan	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová
<i>Characiellopsis</i> sp.	<i>Monoraphidium</i> sp.
<i>Chlorella minutissima</i> Fott e Nováková	<i>Monoraphidium tortile</i> (West e G.S. West) Komárková-Legnerová
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck (Beijerinck)	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C. Wood) C. Bock et al.
<i>Chlorococcum infusionum</i> (Schränk) Meneghini	<i>Nephrocystium</i> sp.
<i>Chlorolobion</i> sp.	<i>Oocystis marssoni</i> Lemmermann
<i>Closteriopsis</i> sp.	<i>Oocystis</i> sp.1
<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	<i>Oocystis</i> sp.2
<i>Coenochloris</i> sp.	<i>Oocystis</i> sp.3

**Tabela 4.** Composição fitoplanctônica registrada no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto 2013 a abril de 2014. Conclusão.

<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohlin) Printz
<i>Desmodesmus bicaudatus</i> (Dedusenko) PMT Sarenko	<i>Radiococcus planktonicus</i> J.W.G. Lund
<i>Elakathotrix gelatinosa</i> Wille	<i>Radiococcus</i> sp.
<i>Elakathotrix</i> sp. 1	<i>Sphaerocystis</i> sp.
<i>Elakathotrix</i> sp.2	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
<i>Eutetramorus</i> cf. <i>globosus</i> Walton	cocoide não identificada 1
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Korshikov) Bourrelly	cocoide não identificada 2
<i>Eutetramorus tetrasporus</i> Komárek	clorofíceia não identificada 1
<i>Hariotina reticulata</i> Dangeard, Le Botanisteer	clorofíceia não identificada 2
<b>Zygnemaphyceae</b>	
<i>Closterium gracile</i> Brébisson ex Ralfs	<i>Staurastrum</i> cf. <i>tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs
<i>Closterium</i> sp. 2	<i>Staurastrum smithii</i> Teiling
<i>Euastrum</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp.1
<i>Staurastrum</i> cf. <i>contortum</i> G.M.Smith	<i>Staurastrum</i> sp. 2
<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordstedt	<i>Mougeotia</i> sp.
<b>Euglenophyceae</b>	
<i>Trachelomonas armata</i> (Ehrenberg) F.Stein	<i>Trachelomonas</i> sp.2
<i>Trachelomonas</i> sp.1	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg
<b>Cryptophyceae</b>	
<i>Cryptomonas</i> sp.	
<b>Xanthophyceae</b>	
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja	<i>Tetraplektron torsum</i> (Skuja) Dedusenko Scegoleva
<i>Goniochloris mutica</i> (A. Braum) Fott	
<b>Chrysophyceae</b>	
<i>Chromulina</i> sp.	
<b>Bacillariophyceae</b>	
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve e Grunow) Houk e Klee	<i>Navicula</i> sp.
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Fragilaria</i> sp.	

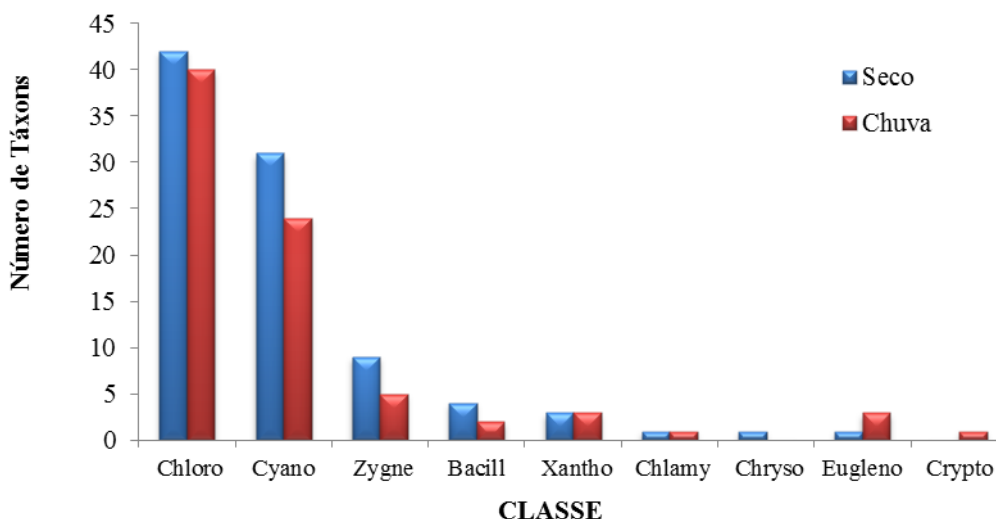
A flora planctônica no reservatório estudado possui elevada riqueza de espécies (114), quando comparada a outros estudos em reservatórios do Brasil. Foi maior que nos reservatórios estudados em Pernambuco (Saco-I, 61 spp. (NASCIMENTO et al., 2006; Reservatório Duas Unas, 51 spp. (MOURA et al., 2007; Reservatório Mundaú, 66 spp. (DANTAS et al., 2008), Rio Grande do Norte, no Reservatório Cruzeta, 90 spp.

(CHELLAPPA et al., 2008) e no Paraná, Reservatório de Rosana- 86 spp. (BORGES et al., 2008).

Com relação aos períodos de amostragem seco e chuvoso, verificou-se uma pequena variação na riqueza, Chlorophyceae foi a classe mais representativa contribuindo com 42 e 40 táxons, respectivamente, Cyanobacteria apresentou 31 e 24 táxons (seco e chuva, respectivamente), seguidas de Zygnemaphyceae (nove representantes no seco e cinco no chuvoso), Bacillariophyceae (quatro no seco e dois no chuvoso), Xanthophyceae (três tanto no seco quanto no chuvoso). As classes Euglenophyceae, Chlamydomphyceae, Chrysophyceae e Cryptophyceae apresentaram poucos táxons (oito) durante todo período de estudo, sendo que Chrysophyceae foi exclusiva para o período seco e Cryptophyceae ao período de chuva (Tabela 5 e Figura 7).

**Tabela 5.** Contribuição das classes fitoplanctônicas para a riqueza de espécies do Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre-CE, de agosto de 2013 a abril de 2014.

Classe	Número de Táxons					
	P1	P2	Total	Seco	Chuva	Comuns
Chlorophyceae	46	43	50	42	40	31
Cyanobacteria	32	32	38	31	24	21
Zygnemaphyceae	6	9	10	9	5	2
Bacillariophyceae	2	5	5	4	2	2
Xanthophyceae	2	3	3	3	3	3
Chlamydomphyceae	1	1	2	1	1	1
Chrysophyceae	1	-	1	1	-	-
Euglenophyceae	1	3	4	1	3	1
Cryptophyceae	1	1	1	-	1	-
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>97</b>	<b>114</b>	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>61</b>
<b>spp. exclusivas</b>	<b>17</b>	<b>22</b>		<b>30</b>	<b>23</b>	

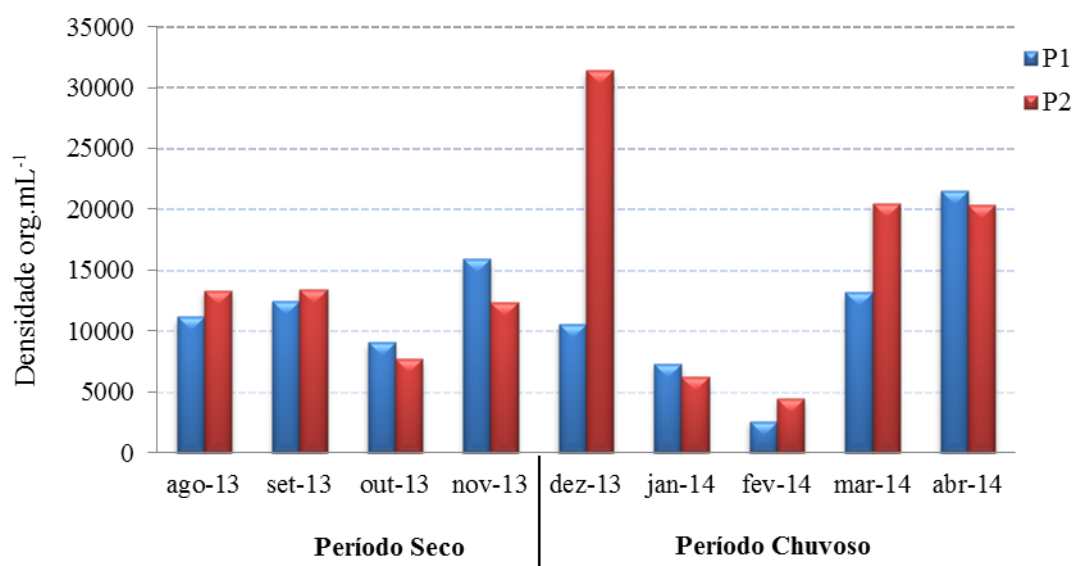


**Figura 7.** Riqueza de espécies total por classe taxonômica no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, de agosto de 2013 a abril de 2014. Os códigos para as classes: **Chloro**- Chlorophyceae; **Cyano**-Cyanobacteria; **Zygne**-Zygnemaphyceae; **Bacill**- Bacillariophyceae; **Xantho**- Xanthophyceae; **Chlamy**-Chlamydoephyceae; **Chryso**- Chrysophyceae; **Eugleno**- Euglenophyceae; **Crypto**- Cryptophyceae.

Foi verificada uma maior contribuição das Chlorophyceae quanto a riqueza de táxons, tanto no período chuvoso como no seco, isto corrobora com os ressaltados em outros ambientes de águas continentais brasileiras (RAMIREZ; DIAZ, 1994; TUCCI; SANT'ANNA, 2003; TUCCI et al. 2006; MOURA et al., 2006; 2007; GENTIL 2007, GENTIL et al. 2008; GRANADO et al. 2009; NOGUEIRA et al. 2008). Esses sistemas aquáticos onde foram realizados os estudos citados acima apresentam diferentes condições ambientais e graus de trofia, o que indica que as clorofíceas, de uma maneira geral, estão amplamente distribuídas. A classe Chlorophyceae, principalmente devido a representatividade da ordem Chlorococcales, é o grupo mais diversificado quanto à riqueza de táxons em águas continentais brasileiras e vários trabalhos confirmam o elevado número de táxons dessa classe em relação às demais, especialmente em sistemas tropicais eutrofizados (TUCCI et al., 2006).

### 5.3 Densidade total (org.mL<sup>-1</sup>)

A densidade total do fitoplâncton variou de 2.584 org.mL<sup>-1</sup> (fev./14, período chuvoso) a 21.484 org.mL<sup>-1</sup> (abr./13, chuvoso) em P1 e foi de 6.208 org.mL<sup>-1</sup> (jan./14, chuvoso) a 31.381 org.mL<sup>-1</sup> (dez./13, chuvoso) no P2, apresentando variação entre os pontos de amostragem, com maiores valores no P2 (Figura 8).



**Figura 8.** Variação sazonal nos valores de Densidade total de organismos fitoplanctônicos (org.mL<sup>-1</sup>) no Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto de 2013 a abril de 2014.

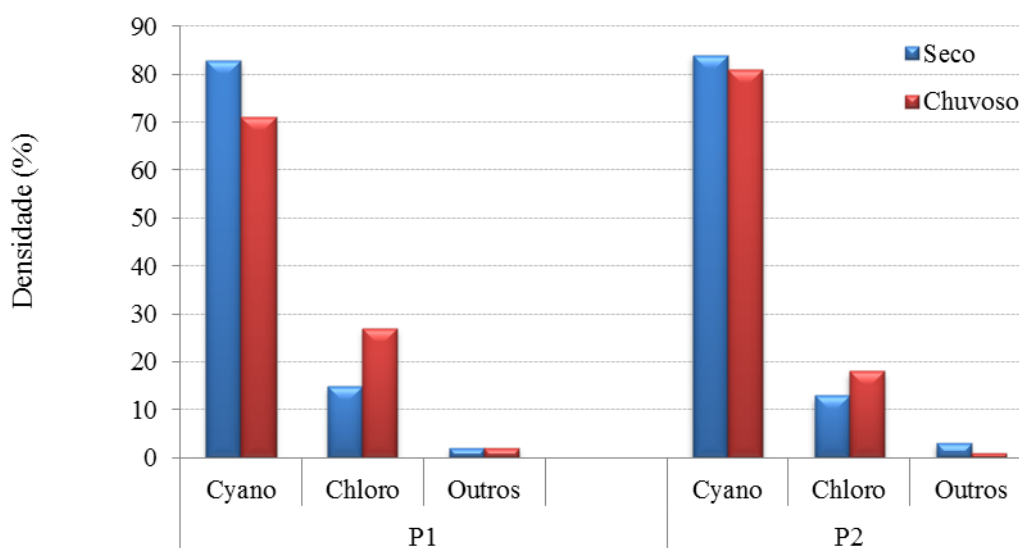
No P2 em dezembro de 2013 (chuvoso) houve um pico de alta densidade (31.381 org.mL<sup>-1</sup>), em relação aos demais, justifica-se com o acréscimo da densidade de *Cyanodictyon* sp.1 que contribuiu com 65% da densidade total (20.523 org.mL<sup>-1</sup>) e de *Leptolyngbya* sp. contribuiu com 19% (5.909 org.mL<sup>-1</sup>), assim, estes resultados para o mês de dez./13 caracterizam uma floração (Figura 9). Segundo, Sant'Anna et al. (2006) florações são definidas em termos de concentrações de células, dessa forma valores  $\geq 20.000$  céls. de cianobactérias.mL<sup>-1</sup> figuram uma floração.

*Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp. estiveram presentes nos dois pontos amostrais e apresentaram dominância durante todo período de estudo, sendo os táxons mais representativos e com elevada densidade.



A classe fitoplanctônica que mais contribuiu para a densidade total, considerando os dois pontos e os dois períodos foi Cyanobacteria, apresentando grande participação na estrutura da comunidade, seguida da classe Chlorophyceae (Figura 9).

No P1 durante o período seco, Cyanobacteria contribuiu com 83% da densidade total (7.514 a 14.589 org.mL<sup>-1</sup>) e no chuvoso com 71% (variando de 2.306 a 13.500 org.mL<sup>-1</sup>). No P2, 84% da densidade ocorreu no período seco (6.724 a 10.970 org.mL<sup>-1</sup>) e 81% no chuvoso (3.605 a 28.761 org.mL<sup>-1</sup>). Já, Chlorophyceae contribuiu com 15 e 27% nos períodos seco e chuvoso (1.295 a 2.457 org.mL<sup>-1</sup> e 273 a 7.632 org.mL<sup>-1</sup>, respectivamente) no P1. Enquanto que no P2 registrou 13 e 18% nos períodos seco e chuvoso, respectivamente (932 a 2.309 org.mL<sup>-1</sup> e 444 a 6.011 org.mL<sup>-1</sup>). Com isso pode-se observar que as clorofíceas apresentaram um aumento da densidade no período chuvoso.



**Figura 9.** Variação da Densidade das classes nos períodos seco e chuvoso. Os códigos para as classes são: Cyano- Cyanobacteria; Chlora- Chlorophyceae; Outros P1- Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Xanthophyceae, Chlamydoephyceae, Chrysophyceae, Euglenophyceae, Cryptophyceae; Outros P2- todas citadas com exceção de Chrysophyceae.

Percebe-se de maneira geral, que Cyanobacteria nos pontos estudados não apresentou uma sazonalidade uma vez que, se manteve predominante durante todo período estudado. Observou-se também que, apesar da riqueza de espécies do ambiente ser considerada alta e com várias classes representadas, em relação à densidade, houve dominância da classe Cyanobacteria, com mais 80% da densidade total, em ambos os períodos.

A maior contribuição desta classe também foi verificada em outros estudos com enfoque na comunidade fitoplanctônica como no reservatório de Tapacurá-PE, com uma densidade média de 95% (ANDRADE et al., 2009), como também observado no Reservatório de Carpina/PE com mais de 80% da densidade (LIRA et al., 2011).

Estudos desenvolvidos em outros reservatórios da Região Semiárida do Nordeste do Brasil, como no Reservatório Jucazinho/PE (TRAVASSOS-JÚNIOR et al., 2005), no Reservatório de Carpina e Mundaú/PE (MOURA et al., 2007a, 2007b); no Reservatório Cruzeta/RN (CHELLAPPA et al., 2008), no Reservatório Mundaú (DANTAS et al., 2008); no Reservatório Arcoverde/PE (DIAS, 2007) e no Reservatório Castanhão/CE (MOLISANI et al., 2010) mostraram também a predominância quantitativa de Cyanobacteria e qualitativa de Chlorophyceae.

Cianobactérias estão frequentemente relacionadas às condições eutróficas, contudo são componentes importantes do fitoplâncton em ambientes oligo e mesotróficos (HUSZAR et al., 2006).

Comparando-se os períodos de estudo, observou-se um acréscimo da densidade do fitoplâncton no período de chuva (55.121-P1e P2- 82.800 org.mL<sup>-1</sup>) em relação ao período seco (P1- 48.559 e P2- 46.882 org.mL<sup>-1</sup>), nos pontos amostrados (Tabela 6).

**Tabela 6.** Densidades (org. mL<sup>-1</sup>) das classes fitoplanctônicas dos pontos amostrados nos Períodos seco e chuvoso, no Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre/CE de agosto de 2013 a abril de 2014.

Classes	Densidade org/mL <sup>-1</sup>			
	Seco		Chuvoso	
	P1	P2	P1	P2
Cyanobacteria	40.536	39.510	39.306	67.244
Chlorophyceae	7.116	6.173	14.918	14.686
Zygnemaphyceae	791	1.158	56	38
Bacillariophyceae	16	82	734	499
Xanthophyceae	38	8	20	48
Chlamydomonadales	35	0	0	194
Chrysophyceae	26	0	0	0
Euglenophyceae	0	9	8	51
Cryptophyceae	0	0	78	41
<b>Total</b>	<b>48.559</b>	<b>46.882</b>	<b>55.121</b>	<b>82.800</b>

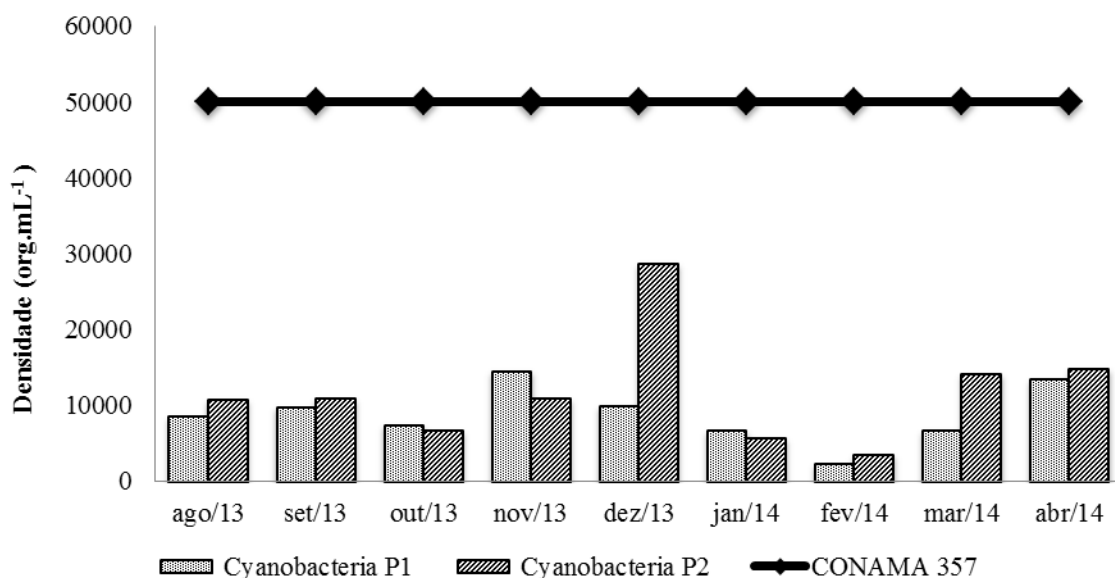
Estas alterações foram mais evidentes em momentos de transição entre as estações sazonais. Este momento transitório configura-se como o de maior instabilidade

da comunidade fitoplanctônica, onde as características ambientais da nova estação climática ainda não estão bem definidas (FIGUEIREDO; GIANI, 2001; TUCCI; SANT'ANNA, 2003).

A maior riqueza e densidade de Chlorophyceae e Cyanobacteria durante o período chuvoso pode estar relacionada com as temperaturas do ar e da água. Em ambientes aquáticos tropicais rasos, as clorofíceas e cianobactérias estão amplamente distribuídas e o favorecimento destes grupos geralmente tem sido associado a condições de maior disponibilidade de nutrientes, temperatura e luminosidade (HUSZAR et al., 2000; KOMÁREK, 2003; SANT'ANNA et al., 2006b; LACHI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008).

#### 5.4 Densidade de Cianobactérias ( $\text{org.mL}^{-1}$ )

A densidade de células de cianobactérias variou entre  $2.306 \text{ org.mL}^{-1}$  (fev./14) e  $28.761 \text{ org.mL}^{-1}$  no P1, no mês de dez./13 no P2, estes valores mantiveram-se abaixo do valor máximo estabelecido pela resolução CONAMA 357, que permite  $50.000 \text{ org.mL}^{-1}$  para água doce de classe 2 (Figura 10).



**Figura 10.** Densidade de Cianobactérias ( $\text{org.mL}^{-1}$ ) nos pontos de amostragem no reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, no período de agosto de 2013 a abril de 2014 (a linha reta representa o valor máximo permitido ( $50.000 \text{ org.mL}^{-1}$ ) pela Resolução CONAMA 357 de março de 2005).

De acordo com o guia da OMS, o reservatório encontra-se no nível 2 de alerta, quando apresenta densidades superiores a 20.000 org.mL<sup>-1</sup>. Ressaltando-se que, foram observadas densidades acima desse valor neste reservatório.

No mês de dezembro, o P2 apresentou densidades superiores a 20.000 org.mL<sup>-1</sup> (Figura 11), números acima dos padrões estabelecidos pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, a qual estabelece que, em águas cuja densidade de cianobactérias exceda 10.000 células/mL deve ser realizada uma análise mensal da água bruta para detecção de cianotoxinas. Ainda segundo esta portaria, a ocorrência de cianobactérias superiores a 20.000 células/mL demandam análises semanais da concentração de cianotoxinas, porém esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos (BRASIL, 2004).

Diferentemente do relatado neste estudo, para as densidades de cianobactérias, Costa et al. (2006) encontraram > 70 mil células mL<sup>-1</sup> na água pós tratamento no reservatório de Armando Ribeiro Gonçalves, além de outros reservatórios, excedendo ao limite máximo permitido pela portaria 518 do Ministério da Saúde que é de 20 mil células mL<sup>-1</sup> em água bruta. Elevado número de células (10<sup>6</sup> células mL<sup>-1</sup>) foi encontrado em reservatórios eutrofizados (Guarapiranga e Billings/SP) para abastecimento público em outras regiões do Brasil (GEMELGO et al., 2008).

Em alguns reservatórios do Rio Grande do Norte, como Armando Ribeiro Gonçalves e Gargalheiras, foi observado florações tóxicas de cianobactérias, chegando a apresentar em alguns períodos do ano mais de 1 milhão de células de cianobactérias por milímetro, o que compromete a utilização para o abastecimento humano (Eskinazi-San'tanna et al., 2006).

O crescimento massivo de cianobactérias nos ecossistemas aquáticos continentais limita utilização daqueles ambientes como áreas de recreação e de abastecimento em razão do odor e gosto desagradável gerado pelas florações, aspecto repugnante e, nos casos de degradação da floração, anoxia da coluna da água. Por outro lado, nem todas as florações de cianobactérias são tóxicas e algumas podem ser tóxicas durante apenas um período do ano, do mês ou da semana (CHAVES et al., 2009).

As Cianobactérias representam o grupo de maior interesse sanitário, uma vez que apresentam espécies potencialmente tóxicas. Mas, apesar das densidades observadas, os gêneros considerados potencialmente tóxicos de acordo com a literatura, como *Microcystis*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Synechocystis*, *Geitlerinema*,

*Aphanocapsa*, *Coelosphaerium* foram detectadas em baixas densidades, com pouca frequência e com contribuição discreta ao longo do período estudado. Embora presentes, não formaram florações, pois não foram dominantes em densidade.

Ao contrário do que apresenta a maioria dos trabalhos, estes táxons, principalmente, *Microcystis*, *Planktothrix*, *Cylindospermopsis* e *Geitlerinema* são comuns e dominantes em reservatórios no Brasil, como relatados na região Nordeste nos Estados de Pernambuco (TRAVASSOS-JÚNIOR et al., 2005; MOURA; DANTAS; BITTENCOURT-OLIVEIRA, 2007; DIAS, 2007; MOURA et al., 2007; DANTAS et al. 2008; LIRA, 2009; ANDRADE et al., 2009; CORDEIRO-ARAÚJO et al., 2010; ARAGÃO, 2011; LIRA et al., 2011; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2012) Rio Grande do Norte (COSTA et al., 2006; CHELLAPPA et al., 2009), Ceará (MOLISANI et al. 2010), na região Sudeste no Estado de São Paulo (FERREIRA et al, 2005; TUCCI et al., 2006; GEMELGO et al., 2009), na região Centro-Oeste, em Mato Grosso do Sul (VIEIRA; PEREIRA; DERBÓCIO, 2009) e na região Norte, em Tocantins (MARQUES, 2006).

A maioria das cianobactérias é de água doce, onde podem viver no plâncton e/ou no perifíton, sendo as espécies planctônicas, particularmente, as mais importantes em virtude dos problemas que podem causar nos ecossistemas aquáticos, tanto do ponto de vista ecológico, como sanitário (SANT'ANNA et al., 2006). No entanto, o mais grave é que certas espécies são capazes de produzir toxinas que podem ser acumuladas na rede trófica e produzir diferentes sintomas de intoxicação, atingindo conjuntos de organismos muito além da comunidade aquática (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2001).

Tal fato alerta para possíveis riscos à saúde pública visto que esse reservatório é utilizado para o abastecimento humano e atividade de piscicultura intensiva em tanques-rede, dessa forma preconiza-se a necessidade de seu manejo.

Nos reservatórios localizados em regiões semiáridas, a dominância das cianobactérias está geralmente relacionada com fatores tais como: regime pluviométrico, elevada temperatura ambiente, longo fotoperíodo e abundante disponibilidade de nutrientes (BOUVY et al., 1999; HUSZAR et al., 2000; MOURA et al., 2007; DANTAS et al., 2008).

## 5.5 Espécies Descritoras

As espécies descritoras (Tabela 6) da comunidade fitoplanctônica somaram: 84,72% (11 táxons) no P1 e 87,70 % (12 táxons) no P2. Sendo 14 espécies no total consideradas descritoras para o ambiente e as maiores contribuições foram das classes Cyanobacteria (oito táxons) e Chlorophyceae (seis táxons).

Considerando os períodos seco e chuvoso e os pontos amostrais, conjuntamente, observou-se que das 14 espécies descritoras, destacaram-se, *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp. (Cyanobacteria), por contribuírem com as maiores densidades, (40,77%; 47,01%; 24,19% e 21,35% no P1, P2, respectivamente) (Tabela 7).

**Tabela 7.** Lista das espécies descritoras com base na porcentagem de contribuição em densidade relativa (%) no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE no período de agosto de 2013 a abril de 2014.

Espécies Descritoras	Densidade Relativa (%)	
	P1	P2
<b>Cyanobacteria</b>		
<i>Anathece</i> sp.	1,81	2,22
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	1,81	2,21
<i>Aphanocapsa elachista</i>	1,23	-
<i>Chroococcus</i> cf. <i>minor</i>	1,50	1,05
<i>Cyanodictyon</i> sp.1	<b>40,77</b>	<b>47,01</b>
<i>Cyanodictyon</i> sp. 2	1,41	2,80
<i>Leptolyngbya</i> sp.	<b>24,19</b>	<b>21,35</b>
<i>Snowella</i> sp.	-	1,95
<b>Chlorophyceae</b>		
<i>Botryococcus braunii</i>	-	1,00
<i>Eutetramorus tetrasporus</i>	-	1,32
<i>Hariotina reticulata</i>	1,01	-
<i>Monoraphidium contortum</i>	2,20	1,58
<i>Monoraphidium minutum</i>	1,36	1,16
<i>Radiococcus planktonicus</i>	7,37	4,00
<b>Densidade total:</b>	<b>84,72%</b>	<b>87,70%</b>

*Cyanodictyon* sp.1 destacou-se com maior densidade dentre as descritoras e também como espécie dominante para o período estudado. De acordo com Komárek e Anagnostidis, (1999); Komárek, Kling e Komárková, (2003); Wehr e Sheath, 2003; Bicudo e Menezes (2006), o gênero é colonial e cresce principalmente no plâncton, comum em água doce, planctônicos em lagos mesotróficos a eutróficos, sendo também considerado de ocorrência rara.

O gênero *Cyanodictyon* também foi encontrado com muita frequência, apontando elevada contribuição para a densidade das cianobactérias no braço do reservatório de Furnas (MG), onde apresentou maior concentração junto a outras espécies picoplantônicas na região do reservatório, que possuía águas mais límpidas e transparentes, na literatura possuem raros relatos da presença e produção de cianotoxinas (PIMENTEL, 2009).

*Leptolyngbya* sp. foi a única Cyanobacteria filamentosa relatada no presente estudo e de relevante contribuição para densidade das descritoras. Resultado semelhante foi observado no reservatório Ribeirão das Lajes (RJ) o qual é classificado como oligo-mesotrófico, onde Gomes (2005) verificou que as espécies de cianobactérias *Cyanodictyon* sp. e *Leptolyngbya* que não são típicas formadoras de florações no Brasil foram as que mais contribuíram para a densidade do fitoplâncton, assim, como observado no presente estudo, as duas espécies foram dominantes.

Segundo Bicudo e Menezes (2006) espécies de *Leptolyngbya* ocorrem tanto no perifíton de águas continentais e marinhas quanto em ambientes terrestres e subaéreos, o gênero é bastante amplo, e podem ser encontrada no plâncton ou presos ao substrato. O gênero é um dos mais comuns (e taxonomicamente mais difícil) gêneros de cianobactérias, contendo numerosas morfotipos e espécies, que são muito comuns nos solos e no perifíton e metafíton em uma variedade de ambientes (marinhos) de água doce e salinos (ANAGNOSTIDIS; KOMÁREK, 1998; FRANCESCHINI et al., 2010).

## 5.6 Dominantes e Abundantes

Dos 114 táxons registrados, foram considerados dominantes, apenas duas Cyanobacteria: *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp., as quais foram também classificadas como espécies descritoras e as que mais contribuíram com a densidade.

*Cyanodictyon* sp.1 foi dominante nos dois pontos amostrais, em P1 nos meses de agosto de 2013 e de nov./13 a jan./14 (compreendendo os períodos seco e chuvoso). Em P2, foi a única espécie dominante, estando presente nos meses de ago./13, nov./13 a jan./14 e em março. Já *Leptolyngbya* sp. foi dominante apenas em P1, nos meses de set. e out./13 (período seco).

As espécies abundantes, cuja ocorrência foi superior ao valor médio de organismos da amostra, foram em número de 22, predominando os pertencentes ao

nanoplâncton, estando representadas pelas classes Cyanobacteria (10 spp.) e Chlorophyceae (10 spp.), foram as mais representativas em número de espécies, e Zygnemaphyceae (1) e Bacillariophyceae (1). Foram representadas por: *Aphanocapsa delicatissima*, *Aphanocapsa elachista*, *Anathece* sp., *Aphanothece* sp., *Chroococcus* cf. *minor*, *Chroococcus* sp.2, *Cyanodictyon* sp.1, *Cyanodictyon* sp.2, *Leptolyngbya* sp., *Snowella* sp. (Cyanobacteria). *Chlorella minutissima*, *Chlorococcum infusionum*, *Eutetramorus tetrasporus*, *Monoraphidium minutum*, *Monoraphidium contortum*, *Chlorolobion* sp., *Monoraphidium* cf. *litorale*, *Radiococcus planktonicus*, *Radiococcus* sp., *Sphaerocystis* sp. (Chlorophyceae), *Mougeotia* sp. (Zygnemaphyceae) e *Discostella stelligera* (Bacillariophyceae). Destas espécies, oito Cyanobacteria e quatro Chlorophyceae, também se destacaram como descritoras (Tabela 7).

Essa maior abundância em termos de espécies das classes Cyanobacteria e Chlorophyceae são resultados frequentemente observados em corpos de água do Brasil (GENTIL et al., 2008; SANTOS, 2010).

As Cianobactérias foram representadas principalmente pelas Chroococcales, os táxons relacionados são considerados habitantes comuns de águas rasas tropicais (Komárek, 2003). Alguns dos táxons encontrados apresentam elevadas densidades em ambientes eutróficos brasileiros (COSTA et al., 2006a, 2006b, GENTIL et al., 2008).

## 5.7 Frequência de Ocorrência

Dentre os táxons encontrados, 11(10%) foram muito frequentes, seis pertencentes a Cyanobacteria: *Anathece* sp., *Aphanocapsa delicatissima*, *Chroococcus minutus*, *Chroococcus* cf. *minor*, *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp. e Chlorophyceae com cinco táxons: *Botryococcus braunii*, *Crucigenia quadrata*, *Monoraphidium contortum*, *Monoraphidium minutum* e *Oocystis* sp.1, ocorrendo em ambos os períodos estudados e sendo resistentes às variações temporais. Enquanto que 17 táxons (15%) foram classificados como frequentes, sendo 14 táxons da classe Chlorophyceae e três de Cyanobacteria. A maioria dos táxons inventariados, 49 espécies (43%) foi pouco frequente e os táxons classificados como esporádicos totalizaram 37 espécies (32%) sendo assim, sensíveis às variações temporais (Tabela 8).

As espécies, *Botryococcus braunii*, *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp. apresentaram frequência de ocorrência de 100%.









**Tabela 8.** Frequência de ocorrência dos táxons registrados no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre, CE, de agosto de 2013 a abril de 2014 (P1: Ponto 1; P2: Ponto 2; F.O: Frequência de ocorrência; MF: Muito Frequente; F: Frequente; PF: Pouco Frequente; E: Esporádico; \*: táxons exclusivos do período de chuva, \*\*: táxons exclusivos da seca).

<i>Staurastrum</i> sp.2**	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Staurastrum smithii</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Mougeotia</i> sp.	x	x	X	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	P.F
<b>Euglenophyceae</b>																			
<i>Trachelomonas armata</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Trachelomonas</i> sp.1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	E
<i>Trachelomonas</i> sp.2*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	E
<i>Trachelomonas volvocina</i> **	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<b>Cryptophyceae</b>																			
<i>Cryptomonas</i> sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	P.F
<b>Xanthophyceae</b>																			
<i>Isthmochloron lobulatum</i>	x	x	-	x	x	-	x	x	X	-	x	-	-	-	-	-	-	-	F
<i>Goniochloris mutica</i>	-	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	P.F
<i>Tetraplektron torsum</i>	-	x	-	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	P.F
<b>Chrysophyceae</b>																			
<i>Chromulina</i> sp.**	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<b>Bacillariophyceae</b>																			
<i>Discostella stelligera</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	x	P.F
<i>Eunotia</i> sp.**	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Fragilaria</i> sp.	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x	P.F
<i>Navicula</i> sp.**	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E
<i>Synedra</i> sp.**	-	-	x	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E

Avaliando de maneira geral, tanto para as espécies descritoras, abundantes, dominantes e que apresentaram alta frequência de ocorrência, pode-se observar que as formas cocóides prevaleceram no presente estudo, tanto para as Chlorophyceae como para Cyanobacteria, foram particularmente representadas por algas nanoplanctônicas cocóides coloniais e/ou solitárias das ordens Chroococcales e Chlorococcales, as quais possuem elevada razão superfície/volume, o que favorece a absorção de nutrientes permitindo que estas apresentaram melhores estratégias de sobrevivência frente às condições ambientais dos sistemas (LOPES et al., 2005; DANTAS et al., 2008; ROSINI 2010; BRAS 67 HUSZAR, 2011).

As Clorofíceas estão presentes nos mais diversos ambientes, e a grande maioria das espécies, aproximadamente 90%, é de água doce, apresentando uma distribuição

cosmopolita, isto é, ampla distribuição no planeta. Consiste em um grupo predominante do plâncton de água doce e encontra-se em águas tropicais e subtropicais (BICUDO; MENEZES, 2006). De acordo com Nogueira (1999), possuem maior capacidade de absorção de nutrientes, uma vantagem adaptativa principalmente em ambientes com maior transparência e baixas concentrações de nutrientes.

A dominância de cianobactérias em relação aos demais grupos pode ser justificada pelas suas estratégias adaptativas tornando possível seu desenvolvimento em condições eutróficas, uma vez que possuem habilidade de armazenar fósforo em suas células; fixação de nitrogênio atmosférico e habilidade de migrar na coluna de água devido à presença de aerótopos, facilitando assim o posicionamento na zona eufótica para aproveitar maior eficácia de luz e nutrientes (MERCANTE et al., 2006; SANT'ANNA et al., 2006).

### 5.8 Riqueza, índices de Diversidade, Equitabilidade e Dominância

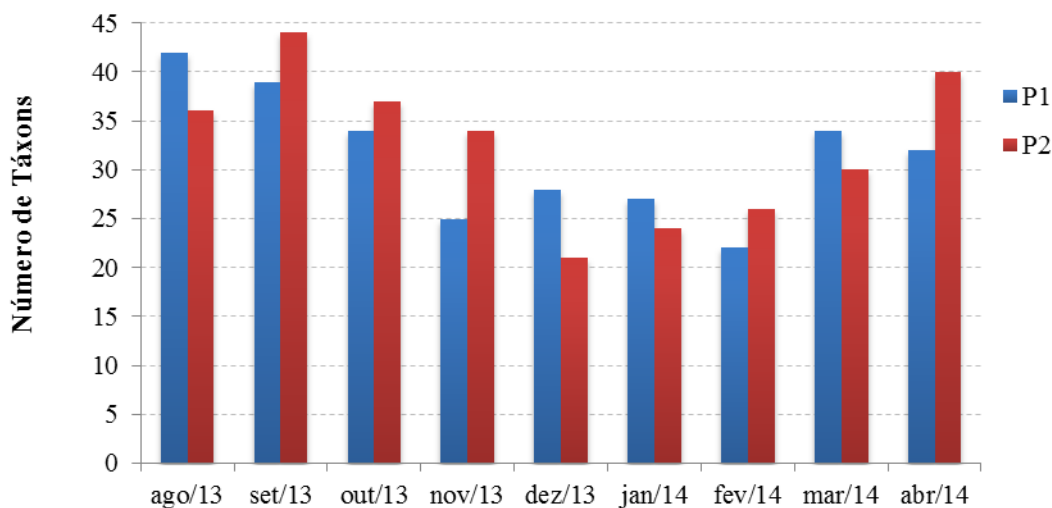
A Riqueza (R), os índices de Diversidade ( $H'$ ), Dominância ( $DS'$ ) e Equitabilidade ( $J'$ ) apresentaram pequenas variações entre os pontos e períodos de estudo (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores de riqueza(R), dos índices de diversidade ( $H'$ ), dominância ( $DS'$ ) e equitabilidade ( $J'$ ) nos pontos estudados no Reservatório Olho D'água/CE, no período de agosto de 2013 a abril de 2014.

		<b>Densidade</b>			
	<b>R</b>	<b><math>H'</math></b> <b>(bits.ind<sup>-1</sup>)</b>	<b><math>DS'</math></b> <b>(org.mL<sup>-1</sup>)</b>	<b><math>J'</math></b>	
Meses					
<b>P1</b>	ago/13	<b>42</b>	3,03	0,29	0,56
	set/13	39	2,85	0,29	0,54
Seco	out/13	34	2,97	0,27	0,59
	nov/13	25	2,14	0,37	0,46
	dez/13	28	<b>1,93</b>	<b>0,43</b>	<b>0,40</b>
	jan/14	27	<b>1,93</b>	0,42	0,41
	fev/14	<b>22</b>	2,54	0,28	0,57
Chuva	mar/14	34	<b>3,39</b>	<b>0,18</b>	<b>0,67</b>
	abr/14	32	2,49	0,26	0,50
<b>P2</b>	ago/13	36	2,83	0,30	0,55
	set/13	<b>44</b>	2,98	0,26	0,55
Seco	out/13	37	<b>3,57</b>	<b>0,13</b>	<b>0,69</b>
	nov/13	34	2,35	0,40	0,46
	dez/13	<b>21</b>	<b>1,88</b>	<b>0,46</b>	<b>0,43</b>
	jan/14	24	2,34	0,32	0,51
Chuva	fev/14	26	3,12	0,21	0,66
	mar/14	30	2,69	0,35	0,55
	abr/14	40	2,41	0,28	0,45

Diversidade, riqueza e equitabilidade são atributos relativamente eficientes na caracterização da estrutura da comunidade fitoplanctônica, sendo importantes indicadores do equilíbrio da mesma. Desta forma, a análise destes atributos são de fundamental importância para se inferir sobre como a comunidade responde a mudanças nas características do ambiente (ALMEIDA, 2008).

A **riqueza** de táxons variou entre os pontos de coleta e também ao longo do período de estudo. No P1, a riqueza variou de 25 táxons em nov./13 (seco) a 42 em ago./13 (seco) e já para o P2, foram registrados o maior e o menor valor de riqueza, com maior valor em set./2013 (período seco), com 44 táxons e o menor valor de riqueza (21 táxons), registrado em dez./2013 (chuvoso) (Figura 11; Tabela 9).



**Figura 11.** Variação do índice de riqueza de espécies fitoplanctônicas nos pontos de amostragem no Reservatório Olho D'água/Várzea Alegre-CE, período de agosto de 2013 a abril de 2014.

O P1 apresentou o maior número de táxons de ago. a out./13 (período seco), decaindo em dezembro com início do período chuvoso. O P2 demonstrou o mesmo comportamento, onde o maior número de espécies ocorreu de agosto a outubro de 2013 reduzindo-se em dezembro. Porém o número de táxons voltou a permanecer estável em março e abril.

Os valores do **índice de diversidade** variaram entre 1,93 e 3,39 bits.ind<sup>-1</sup>, ambos no período chuvoso, no P1 e no P2 de 1,88 (chuva) a 3,57 bits.ind<sup>-1</sup> (seco). (Tabela 9, Figura 12). De forma geral, os pontos estudados apresentaram média diversidade fitoplanctônica,

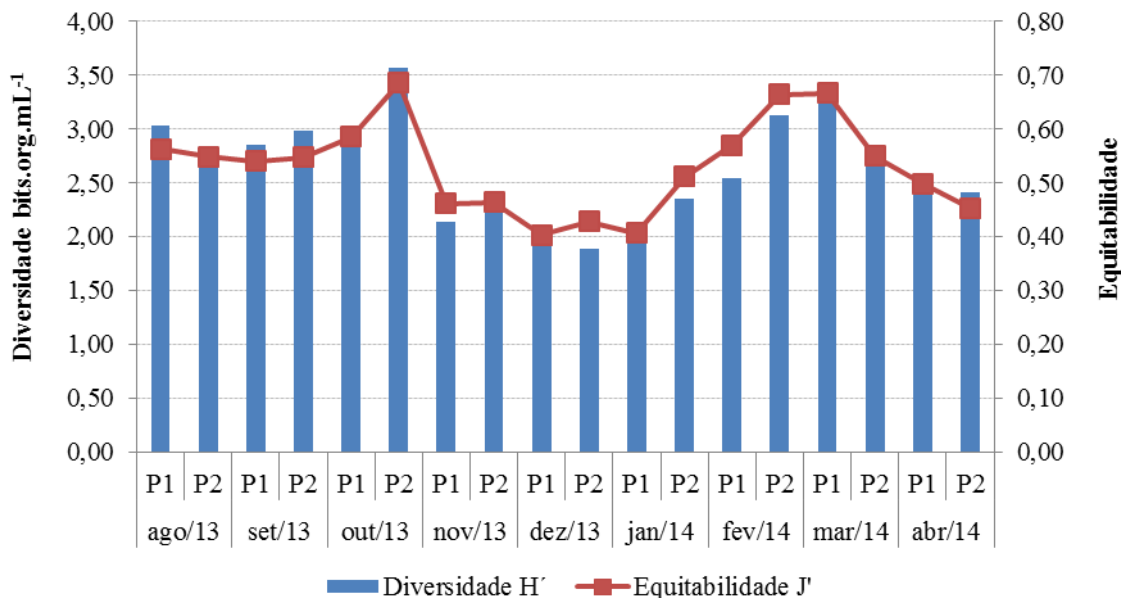
variando de  $H' = 1,88$  a  $H' = 3,57$ , tais dados podem indicar que a estrutura da comunidade no reservatório esteve representada por 67% considerada de média, 17% baixa e apenas 16% alta diversidade. Tanto no período seco, quanto no chuvoso, prevaleceu a média diversidade.

Os maiores valores de diversidade fitoplanctônica foram registrados no P2, no mês de out./13, enquanto a menor diversidade foi observada no mês de dez./13, sendo inversamente relacionada com a densidade fitoplanctônica total. A relação entre densidade e diversidade fitoplanctônica foi reportada por Margalef (1983), sugerindo que em elevadas densidades específicas, ocasionadas por poucas espécies dominantes, ocorre redução dos valores de diversidade.

A diversidade é dependente do número de espécies (riqueza) na comunidade e na distribuição dos organismos entre as espécies (equitabilidade). Em geral, a diversidade está associada diretamente à estabilidade da comunidade ou a complexidade de teia alimentar, e inversamente ao grau de alterações dos sistemas (MARGALEF 1983).

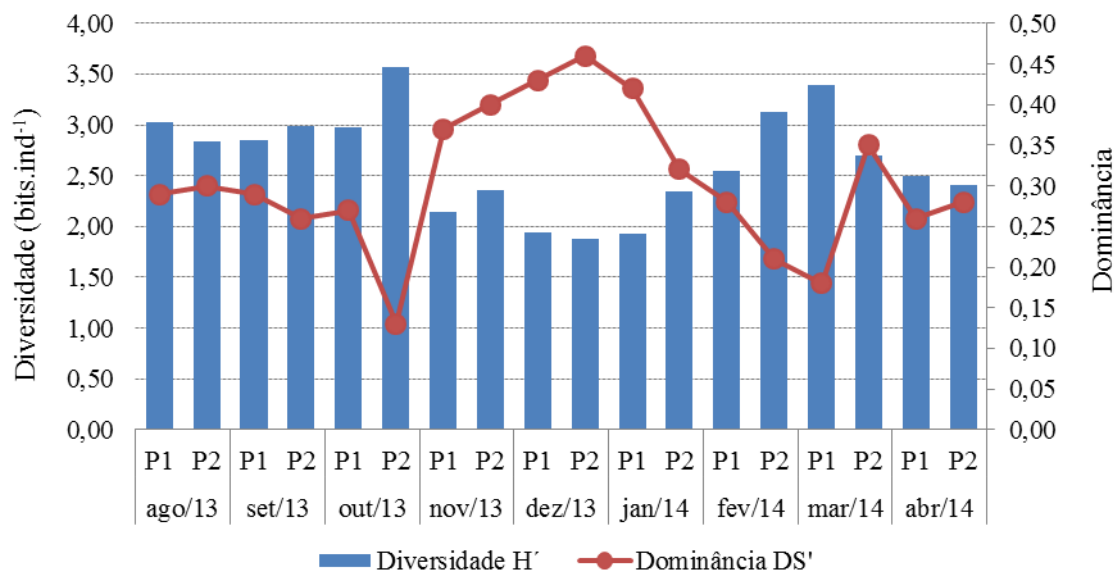
A variação do **índice de equitabilidade** foi baixa, com o menor valor deste índice (0,40) sendo obtido para a comunidade fitoplanctônica no P1, no início do período chuvoso, no mês de dez./13, e o maior valor do índice (0,69) no ponto 2 no mês de out./13, período seco (Tabela 9; Figura 12). Corroborando com Carraro (2009) no Reservatório de Pedra (PE), onde observou resultados semelhantes.

Em relação à equitabilidade, a comunidade fitoplanctônica apresentou em 61% das amostras distribuição uniforme durante o período de estudo, sugerindo melhor distribuição dos indivíduos entre as espécies, e distribuição não uniforme 39%, onde os valores apresentaram-se abaixo de 0,50 confirmando o domínio de poucas espécies.



**Figura 12.** Índice de Diversidade específica ( $\text{bits.org}^{-1}$ ) e Equitabilidade das espécies fitoplanctônicas identificadas no Reservatório Olho D'água/ Várzea Alegre-CE, de agosto de 2013 a abril de 2014.

Para o **índice de dominância**, o valor máximo registrado foi de 0,46 no mês de dez./13 (chuvoso, P2) e o valor mínimo registrado foi 0,13 no P2 mês de out./14 (seco) (Tabela 9, Figura 13).



**Figura 13.** Variação dos índices de diversidade ( $\text{bits.ind}^{-1}$ ) e dominância nos pontos amostrais do Reservatório Olho D'água, Várzea Alegre/CE, de agosto de 2013 a abril de 2014.



Em reservatórios eutróficos é comum observar baixos valores para os índices de diversidade e equitabilidade, pois as condições ambientais em situação de trofia tendem ao favorecimento de um pequeno número de espécies oportunistas e competitivas que se alternam na dominância da comunidade, formando altas densidades (CHELLAPPA; COSTA, 2003).

Esses dados refletem a elevada densidade de *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp., em função da dominância dessas espécies durante todo o estudo, justificando-se assim, os valores de diversidade e equitabilidade encontrados.

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

## 6 CONCLUSÕES

1 - A comunidade fitoplanctônica esteve composta por 114 táxons, distribuídos em nove classes taxonômicas: Chlorophyceae, Cyanobacteria, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae, Xanthophyceae, Chlamydothryx, Cryptophyceae e Chrysophyceae.

2- A classe com maior riqueza específica foi Chlorophyceae. Enquanto, Cyanobacteria foi a que mais contribuiu para a densidade, houve dominância desta classe, com mais 80% da densidade total, em ambos os períodos (seco e chuvoso). Confirmando a representação qualitativa e quantitativa destes grupos como principais produtores primários da área estudada.

3- Em geral, a comunidade fitoplanctônica esteve dominada quantitativamente por espécies de cianobactérias, com as maiores contribuições das espécies *Cyanodictyon* sp.1 e *Leptolyngbya* sp., as quais destacaram-se como descritoras e dominantes, são características de ambientes meso a eutróficos.

4- As espécies de cianobactérias dominantes no Reservatório, não foram às clássicas formadoras de florações no Brasil e no mundo.

5- Foram documentados, gêneros considerados potencialmente tóxicos, como *Microcystis*, *Planktothrix*, *Cylindrospermopsis*, *Synechocystis*, *Geitlerinema*, *Aphanocapsa*, *Coelosphaerium*, embora detectados em baixas densidades, com pouca frequência de ocorrência e com contribuição discreta ao longo do período.

6- A comunidade fitoplanctônica nos pontos amostrais apresentou uma alta riqueza de espécies, características de ambientes tropicais, representada por 67% das amostras considerada de média diversidade, e 61% apresentou distribuição uniforme dos táxons, para ambos os períodos avaliados.

7- As densidades de células de cianobactérias estiveram em acordo com a resolução N° 357 do CONAMA. E segundo a portaria N° 518 do MS, de 25 de março de 2004, faz-se

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

8- A atividade de piscicultura intensiva desenvolvida no Reservatório pode ter funcionado como um importante fator de perturbação antropogênica, pois especialmente, os maiores valores de densidade ocorreram no P2 (tanques de piscicultura), havendo também interferência na composição das espécies fitoplanctônicas locais, com dominância constante de cianobactérias. Assim, faz-se necessário a adoção de medidas de prevenção da eutrofização do reservatório.

9- Todos táxons identificados são primeiro registro para o Reservatório Olho D'água, assim como a presente pesquisa voltada para estrutura da comunidade fitoplanctônica, também é pioneira. Considerando a importância dos estudos da flora dos ambientes aquáticos, a presença de espécies ainda desconhecidas para a ciência, sugere-se a continuidade dos estudos para ampliar o conhecimento da ficoflórula no Ceará e no Brasil.

## REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, I.C.S.; FERREIRA-CORREIA, M.M.; DOURADO, E.C.S.; CARIDADE, E. O. Comunidade fitoplanctônica do Lago Cajari, Baixada Maranhense, no período de cheia. **Boletim do Laboratório de Hidrobiologia**, v. 18, p.1-9, 2005.

ALMEIDA, F.F. **Fitoplâncton de um Lago de inundação amazônico (Lago Catalão, Amazonas, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. 2008. 79 f. Dissertação (mestrado em Biologia Tropical e recursos naturais), INPA/UFAM, Manaus, 2008.

ALMEIDA, V.L.S.; MELÃO, M.G.G.; MOURA, A.N. Plankton diversity limnological characterization in two shallow tropical urban reservoirs of Pernambuco State, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, n. 2, p. 537-550, 2012.

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

ANDRADE, C.M.; GOMES, C.T.S.; ARAGÃO, N.K.C.V.; SILVA, E.M.; LIRA, G.A.S.T. Estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no reservatório de Tapacurá-PE. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n.1, p.109-17, 2009.

APHA- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION . **Standart Methods for the Examination of Water end Wastewater**. 19 Edition. Washington, D. C., 1995. 1155p.

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

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, 8: Cyanophyceae. **Hoehnea**, v. 23, p.1-38, 1996.

AZEVEDO, M.T.P.; SANT'ANNA, C.L. Coelosphaerium evidententer-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, F. A. R. **Ecologia de processos e qualidade de água**. Laboratório de Limnologia do ICB/UFMG, 2005 Disponível em:  
<<http://www.icb.ufmg.br/~limnos/fitoplancton.htm>> Acesso em: Ago. 2013.

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

BICUDO, C.E.M.; PAIVA, M.T.; CASTRO, A.A.J. **Flora Ficológica do Estado de São Paulo- Zygnemaphyceae**. Vol. 4, parte 1, São Paulo: RiMa Editora: FAPESP, 2014, 248p.

BIOLO, S.; SIQUEIRA, N. S.; BUENO, N. C. Desmidiaceae (exceto *Cosmarium*) de um tributário do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 309-326, 2008.

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

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; OLIVEIRA, M.C.; YUNES, J.S. **Cianobactérias tóxicas**. Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. n. 23. 2001.

BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BEKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow Reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, p. 285-297, 1999.

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

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

BRASIL, J.; HUSZAR, VLM. O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 4, p. 799-834, 2011.

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. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Portaria nº 518 de 25 de março de 2004**: estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, 2005.

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

CARRARO, F. G. P. **Estrutura do Fitoplancton e sua Utilização como Indicador de Condições Ecológicas no Reservatório de Pedra, Bahia**. 2009 59f. Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

CARVALHO, L. R.; SANT'ANNA, C. L.; GEMELGO, M. C. P.; AZEVEDO, M. T. P. Cyanobacterial occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n.1, p.141-148, 2007.

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 fitoplanctônica (exceto Bacillariophyta) de um reservatório de abastecimento público da região do Cariri, CE.** 2014. 85 f. Dissertação de Mestrado, Bioprospecção Molecular - PPBM, da Universidade Regional do Cariri (URCA), Crato/CE, 2014.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2008.** Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, São Paulo, 2009.

CHAVES, P.F.; ROCHA, S.B. de; DUTRA, A.T.M.; YUNES, J.S. Ocorrência de Cianobactérias nos rios dos Sinos (RS) entre os anos de 2005 e 2008. **Oecologica Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 319-328, 2009.

CHELLAPPA, N.T.,; COSTA M.A.M. Dominant and co-existing species of cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v.24, p. 3-10, 2003.

CHELLAPPA, N. T. A.; BORBA, J. M. A.; ROCHA, O. B. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 3, p. 477-494, 2008.

CHELLAPPA, N. T. A.; CÂMARA, F. R. A. A.; ROCHA, O. B. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 241-251, 2009.

COGERH. Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos. **Relatório de Vistoria Técnica Açude Olho d'água** – Várzea Alegre - CE. Crato, 2008.

COGERH, **Cartilha informativa hidroambiental – vamos conhecer o Salgado- Bacia hidrográfica do Salgado.** 2ª ed. 2010. 23 p.

COMAS, A. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. **Bibliotheca Phycologica** 99, Cramer, 1996.192p.

CORDEIRO-ARAÚJO, M. K.; CAVALCANTE-SILVA, E.; SANTOS, V. P.; DIAS, S. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; SEVERI, W.; MOURA, A. N. Diversidade Fitoplanctônica de Lagoas Marginais no Reservatório de Sobradinho-Bahia. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTAL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Bauru, SP: Nupeea, 2010. 576 p.

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

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

COSTA, I.A.S; AZEVEDO, S.M.F.O.; SENNA, P.A.C. BERNARDO, R.R.; COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal Biology**, v.66, n.1B, p. 211-219, 2006.

COSTA, D.F.; DANTAS, Ê.W. Diversity of phytoplankton community in different urban aquatic ecosystems in metropolitan João Pessoa, state of Paraíba, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 23, n. 4, p. 394-405, 2011.

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

COSTA, C.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA JÚNIOR, A. M.; ZICKEL, C. S.; MOURA, A. N. Composição Florística e Variação Espaço-Temporal do Microfitoplâncton no Reservatório de Carpina – PE. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; PIMENTEL, R. M. M.; ALBUQUERQUE, U. P. **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo**. Recife- PE: NUPEEA, 2010.

COQUEMALA, V. **Variação anual do fitoplâncton no reservatório Passaúna, Paraná**. 2005. 92 f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, 2005.



CROSSETTI, O. L.; BICUDO, C. E. M. Structural and functional phytoplankton responses to nutrient impoverishment in mesocosms placed in a shallow eutrophic reservoir (Garças Pond), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 541, p. 71-85. 2005.

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

DANTAS, E.W., MOURA, AN., BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC., ARRUDA NETO, JDTA. e CAVALCANTI, ADC. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 970-982, 2008.

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

DELAZARI-BARROSO, A.; SANT'ANNA, C. L.; SENNA, P. A. C. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). **Hoehnea**, v.34, n. 2, p. 211-229, 2007.

DIAS, S.N. **Ecologia do fitoplâncton no Reservatório Arcoverde: estudo nictemeral e sazonal**. 2007. 49 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, 2007.

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

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

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; PANOSSO, R.F.; ATTAYDE, J.L.; COSTA, I.A.S.; SANTOS,C.M.; ARAÚJO, M.; MELO, J.L. Águas Potiguares: Oásis ameaçados. **Revista Ciência Hoje**, v.39, p. 68-71, 2006.

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

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**, 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**, Dordrecht, v. 445, p. 165-174, 2001.

FIGUEIREDO, D. M. **Padrões limnológicos e do fitoplâncton nas fases de enchimento e de estabilização dos reservatórios do APM Manso e AHE Jauru (Estado de Mato Grosso)**. Tese (Doutorado) - em Ecologia e Recursos Naturais Universidade Federal de São Carlos, 2007.

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

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Disponível em < [www.funceme.br/index.php/tempo/chuvas-mensais-município](http://www.funceme.br/index.php/tempo/chuvas-mensais-município) >. Acesso em julho de 2014.

GEMELGO, M. C. P. A; SANT'ANNA, C. L.; TUCCI, A. BARBOSA, H. R. Population dynamics of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, a Cyanobacteria toxic species, in water supply reservoirs in São Paulo, Brazil. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 297-307, 2008.

GEMELGO, M. C. P. A; MUCCI, J. L. N. B.; NAVAS-PEREIRA, D. B. Population dynamics: seasonal variation of phytoplankton functional groups in Brazilian reservoirs (Billings and Guarapiranga, São Paulo). **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 4, p. 1001-1013, 2009.

GENTIL, R. C. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão**. 2007. 186f. Tese (Doutorado em biodiversidade vegetal e meio ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2007.

GENTIL, R. C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L. Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea**, v. 35, n.2, p. 265-280, 2008.

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

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

GOMES, 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.**, 81 f. 2005. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho / Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Biofísica), 2005.

GRANADO, D. C.; HENRY, R.; TUCCI, A. Influência da variação do nível hidrométrico na comunidade fitoplanctônica do Rio Paranapanema e de uma lagoa marginal na zona de desembocadura na Represa de Jurumirim (SP). **Hoehnea**, v. 36, n. 1, p. 113-129, 2009.

HEO, W.; KIM, B. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. **Hydrobiologia**. v. 524, p. 229-239, 2004.

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

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

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

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

HENRY, R.; USHINOHAMA, E.; FERREIRA, R. M. R. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 399-414, 2006.

HOFFMANN, L., KOMARÉK, J.; KASTOVSKY, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) state in. **Algalogical Studies**, v.117, p.95-115, 2004.

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

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

HUSZAR, V. L.M., CARACO, N.F., ROLAND, F., COLE, J. **Nutrient-Chlorophyll relationships in tropical-subtropical lakes: do temperate models fit? Biogeochemistry**. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <http://atlas.srh.ce.gov.br/>, acesso em: junho de 2012.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Disponível em < [www.ipece.ce.gov.br/acesso-a-informação/](http://www.ipece.ce.gov.br/acesso-a-informação/)>. Acesso em julho de 2014.

KOMÁREK, J., KLING, H., KOMÁRKOVÁ, J. Filamentous Cyanobacteria. In WEHR, J. D., SHEATH, R. G. **Freshwater Algae of North America Ecology and Classification**. San Diego, Califórnia: Academic Press. P. 117-196. 2003.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4: Nostocales. **Algalogical Studies**, v.56, p. 247-345, 1989.

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

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota. Teil: Chroococcales.** In: H. Ettl; G. Gärtner; H. Heynig; D. Mollenhauer (eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer 1-545. 1999.

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

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

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

KOMÁREK, J., Coccoid and colonial Cyanobacteria. In WEHR, J.D. e SHEATH, R.G. (Eds). Freshwater algae of North America: ecology and classification. **Academic Press**, USA, p. 59-116, 2003.

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

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

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

LACHI, G.B.; SIPAÚBA-TAVARES, L.H. Qualidade da água e composição fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 34, n. 1, p. 29-38, 2008.

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](http://www.Cetesb.sp.gov.br)

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

LIRA, G.A.S.T. **Distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos do Estado de Pernambuco**. 2009.125 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Departamento de Biologia. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2009.

LIRA, G. A. S. T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA A. N. Caracterização Ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 219-221, 2007.

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

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

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

LOPES, M.R.M., BICUDO, C.E.M.; FERRAGUT, C., Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia**, v. 542, p. 235-247, 2005.

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

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.

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

MARQUES, A.K. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Luís Eduardo Magalhães, no Médio Tocantins-To: estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais.** 2006. 157 p. Dissertação (Mestrado), Pós Graduação em Ciência do Ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas: UFT, 2006.

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

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.** 2009. 65f. Dissertação (Recursos Pesqueiros e Aquicultura), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 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.

MERCANTE, C. T. J., SILVA, D., COSTA, S.V. Avaliação da qualidade da água de pesqueiros da região metropolitana da São Paulo por meio de uso de variáveis abióticas e clorofila. **Pesqueiros sob uma visão integrada de meio ambiente, saúde pública e manejo.** (Organizado: Katharina Eichbaum Esteves e Célia Leite Sant'Anna). São Carlos: RiMa. 2006. 240p.

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

MOURA, A. N.; DANTAS, E. W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco – Brazil the State of Pernambuco – Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, an international journal, v. 50, n. 4, p. 645-254, 2007.

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

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

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DANTAS, E. W.; ARRUDA-NETO, J. D. T. Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, p. 641-648, 2007b.

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

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

NASCIMENTO, E. C.; LIRA, G. A. S. T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. **Variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica e características limnológicas do Reservatório Saco I, Serra Talhada - Pernambuco**. In: ALBUQUERQUE, U. P.; VERAS, A. S. C.; FREIRE, F.; LIRA JUNIOR, M. A. (Org.). Caminhos da Ciência. 1º ed. Recife, EDUFRPE, v. 1, p. 79-92, 2006.

NISHIMURA, P.Y. **Ecologia da comunidade fitoplanctônica em dois braços da represa Billings (São Paulo-SP) com diferentes graus de trofia**. 2008. 148p. Dissertação (Mestrado) Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2008.

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

NOGUEIRA, I. S. **Estrutura dinâmica da comunidade fitoplanctônica da represa Samambaia, Goiás, Brasil**. São Paulo: USP, 1999. 341 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Botânica) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, Universidade de São Paulo.

NOGUEIRA, I.S.; NABOUT, J.C.; OLIVEIRA, J.E.; SILVA, K.D. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. **Hoehnea**, v.35, p.219-233. 2008.



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

OLIVEIRA, E. C. C.; FERNANDES, U. L.; FERREIRA, V. M.; AQUINO, E. P.; LACERDA, S. R. Estudo das Microalgas: Um dos Principais Desafios para Ações de Monitoramento da Água. In: XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. 2008.

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

PACHECO, C.H.A. **Dinâmica espacial e temporal de variáveis limnológicas e sua influência sobre as cianobactérias em um reservatório eutrofizado: Açude Acarape do Meio-CE**. 2009. 109 f. Dissertação de Mestrado- em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitária. Campina Grande – PB, 2009.

PIMENTEL, J. S.M. **Quantificação de cianobactérias produtoras de microcistina no Reservatório de Furnas (mg), através da PCR em tempo real, e sua relação com fatores ambientais**. 2009. 95 f. Dissertação de mestrado em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

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

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

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

REYNOLDS, C.S. **Ecology of Phytoplankton**. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 2006, p.535.

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

RODRIGO, M.A.; ROJO, C.; SEGURA, M.; LARROSA, J. Mechanisms of microalgae selection during the assembly of a planktonic community. **Aquatic Ecology**, v.43, p.61-72, 2009.

ROSINI, E. F. **Fitoplâncton de pesqueiros da região metropolitana de São Paulo: Levantamento florístico**. São Paulo, 2010. 215f. Dissertação (mestrado em biodiversidade vegetal e meio ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. 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. Scenedesmaceae (Chlorococcales, Chlorophyceae) de pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil: levantamento florístico. **Hoehnea**, v. 40, n.4, p. 661-678, 2013a.

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

ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta II. **British Phycological Journal**, v.6, p. 235-264, 1971.

ROUND, F.E., Crawford, R.M. e Mann, D.G. **The diatoms: biology and morphology of the genera**. Cambridge: Cambridge University Press. 1990.

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

89

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SORMUS, L. Fitoplâncton do Lago das Garças, Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP, Brasil: Estudo Taxonômico e Aspectos Ecológicos. **Hoehnea**, v.16, p. 89-131, 1989.

SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; SENNA, P.A.C.; KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n.2, p. 213-227, 2004.

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

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. de P.; AJUGARO, L. F.; CARVALHO, M. do C.; CARVALHO, L. R. de; SOUZA, R. C. R. de. **Identificação e contagem de Cianobacterias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras**. Interciência, Rio de Janeiro, 58p. 2006b.

SANT'ANNA, C. L.; MELCHER, S. S.; CARVALHO, M. C.; GEMELGO, M. P.; AZEVEDO, M. T. P. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 1, p.1-17, 2007.

SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P., WERNER, W.R., DOGO, C.R., RIOS, F.R.; CARVALHO, L.R. Review of toxic species of cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, v.126, p. 249-263, 2008.

SANT'ANNA, C.L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M.T.P.; MELCHER, S.S.; WERNER, V.R.; MALONE, C.F.S.; ROSINI, 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](http://botanica.sp.gov.br/files/2013/09/virtuais_3atlas.pdf)> acesso em junho de 2014.

SANTANA, E. W. **Caderno Regional da Sub-bacia do Salgado** / Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Assembléia Legislativa do Estado do Ceará; Fortaleza: INESP, 2009.

SANTOS, R. M. **Estrutura das comunidades fitoplanctônica e zooplanctônica, com ênfase na produção secundária do zooplâncton, e fatores ambientais relacionados nos reservatórios do Baixo Rio Tietê, SP**. 2010. 382 p. Tese (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Atlas Eletrônico dos Recursos Hídricos do Ceará** (Açude Olho d'água, várzea alegre). Disponível em: < <http://atlas.srh.ce.gov.br/infraestrutura>. >. Acesso em: janeiro de 2013.

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

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

SIVONEM, K.; JONES, G. Cyanobacterial toxins. In: CHORUS, I.; BARTRAM, J. (Ed.). **Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management**. London: E; FN Spon, 1999.

TANIGUCHI, G. M.; ROCHA, O.; SENNA, P. A. C. A Comunidade Fitoplanctônica de um lago tropical no sudeste do Brasil (Lago Dom Helvécio. Estado de Minas Gerais). In: **Caderno de Pesquisa Serie Biologia, Santa Cruz do Sul**, v. 15, n. 1, p. 29-55, 2003.

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

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

TRAVASSOS JÚNIOR, A.; MOURA, A.N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; LIRA, G.A.T.; MENDONÇA, D.F.P. Comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho região agreste do Estado de Pernambuco. **Cadernos FAFIRE**, Recife, v. 4, n. 11, p. 13-15, 2005.

TRINDADE, T. N. **Dinâmica horizontal do fitoplâncton no reservatório de Serra da Mesa (GO) em três períodos climatológicos**. 54f. 2007. Monografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro UFRJ - Instituto de Biologia/ Departamento de Botânica, 2007.

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

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju (cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 97-112, 2003.

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

TUNDISI, J. G. **Água no Século 21: Enfrentando a escassez**. São Paulo: Rima, 2003.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. **Ecosistemas de Águas Interiores**, Pp. 161-202. In: A.C. Rebouças, B. Braga, e J.G. Tundisi, (org.). *Águas Doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3 ed. São Paulo, Escrituras Editora. 2006.

UTERMÖHL, H. **Zur Vervollkommung der quantativen phytoplankton-methodik**. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 9(2): 1-38.1958.

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

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

VIEIRA, 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. **Boletim do Instituto de 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.; SHETH, R.G. **Freshwater algae of north America: Ecology and Classification**. Amsterdam:Academic Press, San Diego. 2003. 897p.