

# DIVERSIDADE DA COMUNIDADE FITOPLACNTÔNICA EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO DURANTE PERÍODO DE ESTIAGEM PROLONGADA



*Patrícia Silva Cruz<sup>1</sup>; Hérica Cavalcante<sup>2</sup>; Leandro Gomes Viana<sup>3</sup>; Raniele Daina dos Santos Silva<sup>4</sup>; Dayany Aguiar de Oliveira<sup>5</sup>; José Etham de Lucena Barbosa<sup>6</sup>*

<sup>1</sup>Bióloga. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). E-mail: [patriciacruz\\_biologa@hotmail.com](mailto:patriciacruz_biologa@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenheira Sanitária. Doutoranda em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) E-mail: [herikacavalcante@yahoo.com.br](mailto:herikacavalcante@yahoo.com.br)

<sup>3</sup>Biólogo. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) E-mail: [leandrogomesbiologo@gmail.com](mailto:leandrogomesbiologo@gmail.com)

<sup>4,5</sup>Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) E-mail: [ranieldaina@hotmail.com](mailto:ranieldaina@hotmail.com); [dayanyaguiar93@gmail.com](mailto:dayanyaguiar93@gmail.com)

<sup>6</sup>Professor Adjunto do Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) E-mail: [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com)

Contato principal

*Patrícia Silva Cruz<sup>1</sup>*



*Palavras chave:* Cianobactérias, Clima, Regime Hidrológico.

*keywords:* Climate, Cyanobacteria, Hydrological Regime.



## Resumo:

O presente estudo objetivou avaliar a diversidade da comunidade fitoplanctônica durante período de estiagem prolongada. O estudo foi realizado no reservatório de Poções, no município do Monteiro, receptor do canal de transposição do eixo leste do rio São Francisco para o Estado da Paraíba. As amostragens foram realizadas mensalmente, ao longo de 13 meses, no ponto de captação na subsuperfície. O estudo foi marcado por um período de chuvas abaixo da média histórica, onde somado as altas taxas de evaporação influenciaram significativamente a redução do volume acumulado. Houve uma tendência no aumento das concentrações de fósforo total (PT) durante os períodos com registros de redução do volume acumulado. As concentrações de clorofila durante o período de estudo apresentaram relação negativa com o volume. Em relação a comunidade fitoplanctônica, foram identificadas um total de 17 espécies descritoras. A diversidade medida pelo índice de Shannon-Wiener (H') mostrou baixos valores, coincidindo com o período em que o reservatório apresentou redução do volume acumulado e dominância das cianobactérias. As espécies descritoras verificadas refletiram na multiplicidade da comunidade fitoplanctônica, onde as algas com diferentes estratégias ecológicas apresentaram-se bem adaptadas às condições ambientais encontradas no estudo (ambientes misturados, enriquecidos e limitados por luz (turbulentos)).

## Abstract:

The present study aimed to evaluate the diversity of the phytoplankton community during a period of prolonged drought. The study was carried out in the Poções reservoir, in the municipality of Monteiro, receiving the channel of transposition of the east axis of the São Francisco river to the State of Paraíba. The samplings were carried out monthly, during 13 months, at the point of capture in the subsurface. The study was marked by a period of rains below the historical average, where, together with the high evaporation rates, the accumulated volume reduction significantly influenced. There was a trend in increasing total phosphorus (PT) concentrations during periods with cumulative volume reduction. Chlorophyll concentrations during the study period had a negative relationship with volume. In relation to the phytoplankton community, a total of 17 descriptive species were identified. The diversity measured by the Shannon-Wiener index (H') showed low values, coinciding with the period in which the reservoir presented reduction of the accumulated volume and dominance of the cyanobacteria. The observed descriptive species reflected in the multiplicity of the phytoplankton community, where the algae with different ecological strategies were well adapted to the environmental conditions found in the study (mixed, enriched and light-limited (turbulent) environments).

## INTRODUÇÃO

A comunidade fitoplanctônica é formada por microrganismos de ampla diversidade morfológica, que respondem com alterações na composição e biomassa as mais sutis variações ambientais (Crossetti, Bicudo, 2008; Reynolds et al., 2002; Vanderlei, 2013). As mudanças temporais na composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica são influenciadas pelas condições ambientais, onde os padrões de riqueza, diversidade, densidade e biomassa estão diretamente relacionados com esta variação (Reynolds, 2006).

Os ecossistemas aquáticos apresentam composição fitoplanctônica associada a fatores geográficos, climáticos, físicos, químicos e biológicos. Atributos como: composição, abundância e distribuição temporal e espacial desses organismos, estão intimamente relacionadas com forças autogênicas (interações competitivas e de coexistência, depleção de nutrientes, elevada abundância de herbívoros) e alogênicas (índices pluviométricos, eventos de misturas pelos ventos, renovação de água), que são capazes de favorecer a sucessão de espécies melhor adaptadas à condição ambiental (Reynolds, 1988).

Para compreender a dinâmica da comunidade fitoplanctônica, é preciso entender os mecanismos que controlam a estrutura, forma e funcionamento (Le Quére et al. 2005); tarefa complexa em virtude da diversidade de espécies fitoplanctônicas e infinidade de fatores (bióticos e abióticos) e condicionantes potenciais existentes no ambiente (Reynolds, 2006).

Muitos fatores contribuem para os padrões de distribuição e estabilidade da biomassa fitoplanctônica nos reservatórios, tais como o estado trófico (Barone; Naselli-Flores, 1994) e os gradientes ambientais multidimensionais (Fabbro; Duivenvoorden, 2000). Os mecanismos de seleção das espécies do fitoplâncton em reservatórios tropicais são variáveis e dependem não só das condições ambientais, como também da habilidade das espécies sobreviver sob tais condições. As diferentes condições ambientais (temperatura, regime de luz e mistura) somadas aos recursos (nutrientes) possibilitam ao fitoplâncton instituir estratégias de vida relacionadas diretamente com a eficiência de alocação de recursos (Reynolds, 2006).

Períodos de estiagens prolongadas, comuns na região semiárida do nordeste brasileiro provocam grandes variações do volume de água acumulado nos reservatórios e por consequência mudanças dos componentes abióticos e bióticos, refletindo sobre a densidade, organização e distribuição da comunidade fitoplanctônica, indicador sensível das alterações ambientais (Huszar, Caraco, 1998; Wetzel, 2001; Borges; Train; Rodrigues, 2008). Diante do exposto, nosso objetivo foi avaliar a diversidade da comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical durante período de estiagem prolongada.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Área de Estudo:** O estudo foi realizado no reservatório Poções, situado no riacho Mulungu, no município de Monteiro, aproximadamente 15 km a jusante da sede municipal. Localiza-se na sub-bacia do alto Paraíba (7°53'38"S e 37°0'30"W) o qual apresenta uma capacidade de acumulação de 29.861.562m<sup>3</sup>, formando um espelho d'água de 773,41 há e drenando uma área de 656km<sup>2</sup>. A finalidade principal do reservatório é o aproveitamento do potencial hídrico para irrigação. Este reservatório é apenas utilizado para abastecimento desta cidade quando os níveis de acumulação de águas do açude Cordeiro (Congo) tornam-se críticos. Além de servir para o abastecimento público, o Reservatório Poções é destinado a atividades como irrigação, dessedentação de rebanhos e lazer. Esse reservatório é receptor do canal de transposição do eixo leste do Rio São Francisco para o Estado da Paraíba.

**Dados Hidrológicos:** Os dados de volume do reservatório foram disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A).

**Amostragem:** As amostragens foram realizadas mensalmente, ao longo de 13 meses, no ponto de captação na subsuperfície (Figura 1). Para o fitoplâncton as amostras foram coletadas na subsuperfície em garrafas de polietileno para análises quantitativa, seguidas da fixação com solução de Lugol concentrado a 5%. Para análise qualitativa, foram realizados arrastes com rede de plâncton (abertura de malha de 20µm) e fixação com formol a 4%.



**Figura 1.** Local de coleta (Ponto de Captação) do Reservatório de Poções - Monteiro-PB.)

**Variáveis Físicas e Químicas:** Foram medidas através de sonda multiparamétrica (Horiba, U-50) as variáveis: turbidez, temperatura, pH, condutividade elétrica (C.E.) e sólidos dissolvidos totais (SDT). Para estimar a transparência da água, utilizou-se a profundidade de

de extinção obtida com o disco de Secchi. Os nutrientes (Fósforo Total, fósforo reativo solúvel) seguiram as recomendações descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). Para determinação da concentração de clorofila a foi utilizada a técnica de extração com etanol a 96% (Jespersen; Christoffersen, 1987).

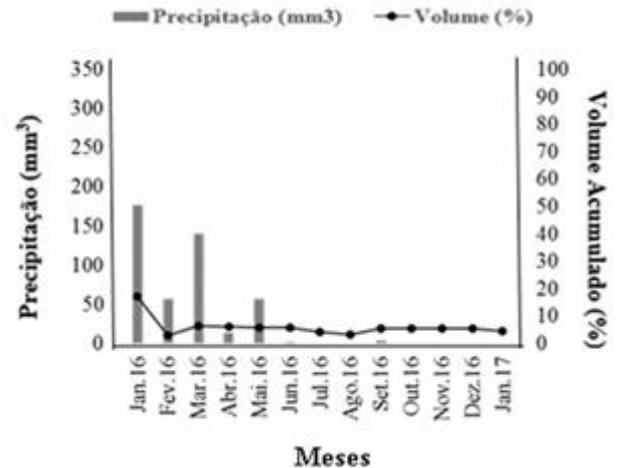
**Análise de Fitoplâncton:** Para a identificação dos gêneros das algas e das cianobactérias seguiu-se as orientações de Bicudo; Menezes (2006). A análise quantitativa da comunidade fitoplanctônica, foi realizada conforme Utermöhl (1958) e o tempo de sedimentação seguiu o método de Margalef (1983). O cálculo da densidade foi feito segundo Ross (1979), expresso em número de indivíduos por mililitro (ind. ml<sup>-1</sup>). O biovolume (mm<sup>3</sup>.l<sup>-1</sup>) foi estimado a partir de fórmulas geométricas (Sun; Liu, 2003; Hillebrand et al. 1999) utilizando-se os valores médios das medidas de 30 indivíduos, expresso em unidade de peso fresco, onde 1 mm<sup>3</sup>.l<sup>-1</sup>=1 mg.l<sup>-1</sup> (Wetzel; Likens, 2000). As espécies descritoras foram definidas como aquelas que contribuíram com mais de 5% para a biomassa total (Reynolds, 2002). A diversidade foi estimada pelo índice de Shannon-Wiener (H') (Shannon; Weaver, 1963) baseado na biomassa e expressa em bits por miligramas. A riqueza de espécies e o índice de Shannon-Wiener foram calculados utilizando o programa Primer+ (PERMANOVA; v. 6.1.11).

**Análise Estatística:** Para verificar diferenças significativas das variáveis ambientais e o período amostral foi realizada uma análise de significância PERMANOVA, com 9999 permutações e  $\alpha < 0,05$ . A posteriori foi realizada uma análise Pair-wise Tests para os termos que apresentaram variação significativa (Anderson et al. 2008). A análise da comunidade fitoplacntônica foi realizada utilizando-se dados das espécies que apresentaram 5% ou mais da biomassa total nos meses amostrados. Os dados de biomassa foram transformados em raiz quadrada, para os dados de riqueza e diversidade foi utilizado o critério transformação individual. A medida de similaridade Bray Curtis foi utilizada para biomassa e Distância Euclidiana para os aspectos da riqueza e diversidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Primer+ (PERMANOVA; v. 6.1.11). Os gráficos foram criados utilizando Origin 8.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo foi marcado por um período de chuvas abaixo da média histórica. A precipitação registrada não promoveu o aumento do volume de água armazenado no ambiente de estudo (Figura 2). Foram observadas diferenças significativas quanto às variáveis hidrológica, meteorológica e ambiental entre o período amostral (Pseudo F=3,50 e p=0,0001).

Observou-se no ambiente, águas com temperaturas variando entre 21,80 e 26,65°C (n=13), pH levemente ácido com tendência a básico (entre 6,69 e 10,06 n=13), transparência do Secchi entre 0,09 e 0,65 m (n=13), águas turbidas (entre 66,80 e 167,00 uT, n=13) e SDT (entre



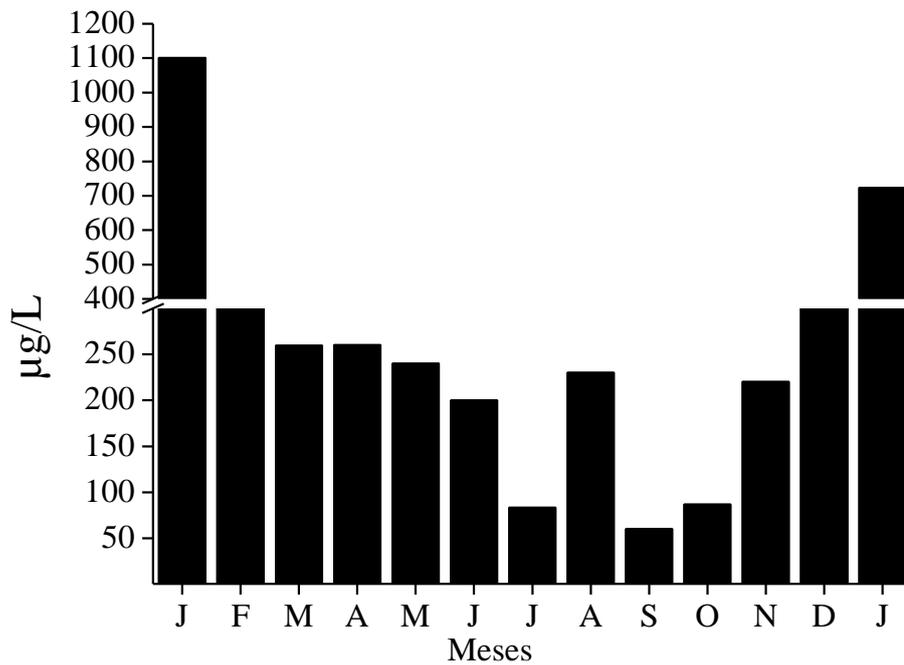
0,241 a 1,54 g/l, n=13) (Tabela 1).

**Figura 2.** Gráfico com volume acumulado e precipitação registrada no ambiente em estudo.

O conjunto de dados apresentados somado a distribuição irregular e/ou ausente das chuvas e as altas taxas de evaporação influenciaram significativamente a redução do volume acumulado no reservatório. Dados da literatura reportam que as bacias hidrográficas da região semiárida nordestina são mais sensíveis a redução da precipitação e do fluxo de água, apresentando-se geralmente turvos e com propensão à eutrofização em virtude da concentração de nutrientes (Barbosa et al., 2012).

As concentrações de fósforo solúvel reativo (SRP) apresentaram redução durante o período estudado. Houve uma tendência no aumento das concentrações de fósforo total (PT) durante os períodos com registros de redução do volume acumulado no reservatório (Figura 3). O aumento das concentrações de fósforo total juntamente com a redução da concentração de SRP (indicação de incorporação na biomassa) foram fatores que explicaram o aumento da biomassa algal.

As concentrações de clorofila a durante o período de estudo apresentaram relação negativa com o volume, onde as maiores concentrações foram registradas nos períodos com menor volume acumulado, o que indica um aumento da biomassa algal. Dados da literatura reportam o mesmo padrão de aumento de biomassa algal associados às condições mais rasas, eutróficas e turbidas em reservatórios do semiárido brasileiro (Huszar et al. 2000; Costa et al. 2009; Dantas et al. 2011 e Soares et al., 2013).



**Figura 3.** Concentrações de fósforo total observadas durante o período de estudo.

**Tabela 1:** Valores médios das variáveis ambientais durante o período de estudo.

VARIÁVEIS						
PERÍODO	SECCHI (m)	T°C	pH	C.E. (µS/cm)	TURBIDEZ (UT)	SDT (g/L)
Jan/16	0,09	23,46	10,06	720	1000	0,461
Fev/16	0,7	25,31	9,36	1180	75,3	0,757
Mar/16	0,61	25,74	9,89	795	73,7	0,509
Abr/16	0,54	26,65	6,69	647	68,9	0,413
Mai/16	0,54	25,75	7,25	705	66,8	0,452
Jun/16	0,45	25	7,64	766	83,1	0,492
Jul/16	0,32	22,13	8,27	1200	117	0,767
Ago/16	0,47	21,8	8,15	1350	108	0,86
Set/16	0,50	23,41	8,12	1560	106	0,998
Out/16	0,47	23,78	8,24	370	107	0,241
Nov/16	0,65	23,54	8,12	437	92,1	0,28
Dez/16	0,33	24,40	8,35	1910	70,4	1,22
Jan/17	0,25	24,28	8,56	2400	167	1,54

Em relação a comunidade fitoplacntônica, foram identificadas um total de 17 espécies descritoras (Tabela 2). A riqueza não apresentou diferença significativa temporal ( $p>0,05$ ). A diversidade medida pelo índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ) mostrou baixos valores durante o período de estudo ( $0,05$  e  $0,70$  bits.mg) coincidindo com o período em que o reservatório apresentou redução do volume acumulado e dominância das cianobactérias.

Houve dominância das cianobactérias a partir do mês de Fevereiro/16 até Janeiro/17, com elevadas densidades e biovolume. O sucesso competitivo das cianobactérias sobre os demais grupos fitoplacntônicos permite sua

dominância em eventos de florações e se deve, principalmente, às suas estratégias adaptativas ecológicas e fisiológicas (Sant'Anna et al. 2008). Essas florações têm sido relatadas principalmente em reservatórios de abastecimento público e assumem relevância do ponto de vista de saúde pública Lapolli et al. 2011).

As espécies de cianobactérias presentes durante o período de estudo foram: *Aphanocapsa sp.*, *Coelosphaerium sp.*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Chroococcus sp.*, *Merismopedia mínima* e *Phormidium sp.*e apresentaram biovolume expressivo durante todo o período amostral (Figura 4).

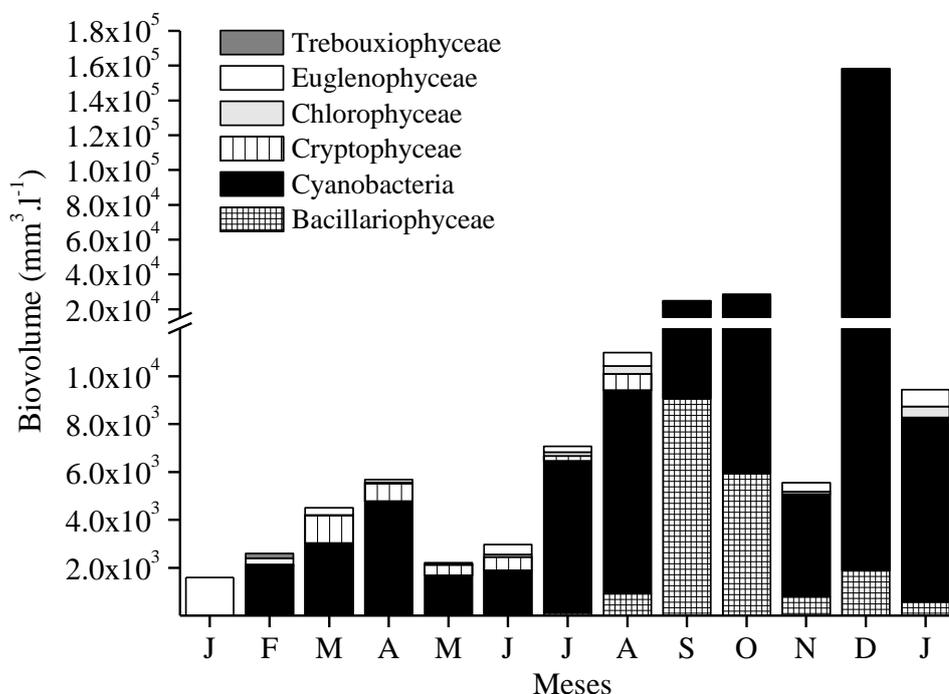


Figura 4. Biovolume dos grupos fitoplacntônicos durante o período de estudo.

O biovolume da espécie *Aphanocapsa sp.* apresentou diferença significativa temporal ( $p=0,001$ ) durante o estudo. Sua ocorrência pode está relacionada a águas ricas em nutrientes, fato comum em reservatórios rasos do semiárido durante períodos de estiagem prolongada. A permanência da baixa transparência da água durante o estudo favoreceu as florações de cianobactérias filamentosas (*Cylindrospermopsis raciborskii*). A presença desta espécie fixadora de nitrogênio é associada a maior plasticidade de adaptações as

variáveis ambientais (Bonilla et al. 2012; Bittencourt-Oliveira et al. 2010). Dentre as vantagens apresentadas por esta espécie, destaca-se sua capacidade de tolerar elevadas temperaturas da água, baixas concentrações de nutrientes, baixa transparência da água e elevadas salinidade e pH, conforme ressaltado em estudos de Briand et al. (2002); Bonilla et al. (2011). Além disso, estudos de Buford et al. (2006) resalta o sucesso dessas florações relacionadas a sua capacidade em armazenar fósforo e de utilizar condições de baixa luminosidade.

**Tabela 2:** Lista das Espécies Descritoras do Fitoplâncton durante o período de estudo.

ESPÉCIES DO FITOPLÂNCTON
<i>Aulacoseira sp.</i>
<i>Cyclotella sp.</i>
<i>Aphanocapsa sp.</i>
<i>Coelosphaerium sp.</i>
<i>Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Sunayya &amp; Subba Raju</i>
<i>Chroococcus sp.</i>
<i>Merismopedia minima G.Beck</i>
<i>Phormidium sp.</i>
<i>Cryptomonas ovata Ehrenberg</i>
<i>Coelastrum sphaericum Nägeli</i>
<i>Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová</i>
<i>Scenedesmus bijugatus Kützing</i>
<i>Scenedesmus sp.</i>
<i>Selenastrum sp.</i>
<i>Lepocinlis acus (O.F.Müller) B.Marin &amp; Melkonian</i>
<i>Trachelomonas volvocina (Ehrenberg) Ehrenberg</i>
<i>Oocystis taenoensis Nägeli ex A.Braun</i>

Estudos na região do Nordeste Brasileiro, evidenciam que a *Cylindrospermopsis raciborskii* vem ocorrendo com muita frequência, por vezes, dominando a comunidade fitoplanctônica e formando florações mistas com outras cianobactérias (Costa et al. 2009). Esses autores verificaram nesta pesquisa, que as cianobactérias que se destacaram formando florações com *Cylindrospermopsis raciborskii* foram: *Pseudanabaena sp.*, *Pseudanabaena catenata*, *Merismopedia sp.*, *Planktothrix agardhii* e *Oscillatoria sp.*, que são espécies potencialmente produtoras de toxinas.

A presença das espécies de cianobactérias podem oferecer riscos à saúde da população que utiliza essa água para consumo, em virtude da capacidade de algumas espécies produzirem toxinas (Ferrão-Filho et al. 2009). Outro fator relevante é o fato de que a maior parte das cianotoxinas não são removidas pelo tratamento convencional, utilizado na maioria das estações de tratamento de água no Brasil, e ainda, podem ter a concentração aumentada durante o processo, onde dessa forma, a água potável pode ser uma das principais fontes de exposição do homem às cianotoxinas, ao longo do tempo (Hoeger et al. 2004; Funari; Testai, 2008).

Enquanto as cianobactérias são geralmente relacionadas à condição de estabilidade térmica, as Chlorophyceae são frequentemente associadas à desestratificação, coincidindo com a maior disponibilidade de nutrientes provenientes da ressuspensão do sedimento (Gentil et al., 2008). A presença da Chlorophyceae nos ambientes é justificada por esse grupo ser típico de ambientes rasos eutróficos ou hipereutróficos (Padisák et al. 2006). Esse grupo esteve

composto pelas espécies: *Coelastrum sphaericum*; *Monoraphidium contortum*; *Scenedesmus bijugatus* e *Selenastrum sp.* com biovolume entre 10,30 e 466,27 mm<sup>3</sup>.l-1.

Com a redução do volume acumulado do reservatório houve diferença significativa (p=0,001) quanto ao biovolume da classe Bacilariophyceae. A partir do mês de Junho/16 houve contribuição significativa do grupo, composto pelas espécies *Aulacoseira sp.* e *Cyclotella sp.* com biovolume variando entre 110 e 9060 mm<sup>3</sup>.l-1 e 163,93 e 289,29 mm<sup>3</sup>.l-1, respectivamente. A presença dessas espécies coincidiu com o período em que as águas estavam mais turbidas.

O desenvolvimento do grupo Euglenophyceae (*Lepocinlis acus* e *Trachelomonas volvocina*), pode ser associado à baixa transparência da água e aos altos valores de fósforo total observadas durante o estudo. De acordo com trabalhos de Gentil (2007) e Lunchi e Sipaúba-Tavares, (2008), a boa expressividade dessa classe é favorecida pelas elevadas concentrações de nitrogênio e fósforo.

## CONCLUSÕES

Durante o período de estudo houve redução na diversidade da comunidade fitoplanctônica, com o predomínio de cianobactérias, em virtude de muitas espécies desta classe, apresentarem adaptações frente às condições ambientais, como baixa luminosidade e altas temperaturas.

As espécies descritoras observadas no estudo, refletiram na multiplicidade da comunidade fitoplanctônica, onde algas com diferentes estratégias ecológicas apresentaram-

se bem adaptadas às condições típicas de ambientes misturados, enriquecidos e limitados por luz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAM PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 19 ed. Washington D.C.: APHA – AWWA – WPCF, 2012.

ANDERSON, M. J.; GORLEY, R. N.; CLARKE, K. R. PERMANOVA+ for PRIMER: Guide to software and statistical methods, Primer-E, Plymouth UK, 2008.

ARFI, R. The effects of climate and hydrology on the trophic status os Sélingué reservoir, Mali, West Africa. Lakes Reserv. **Res. Manage**, 8, 247-257, 2003.

BARBOSA, J. E. L.; MEDEIROS, E. S. F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R. S.; CRISPIM, M. C. B.; SILVA, G. H. G. Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 1, p. 103-118, 2012.

BARONE, R.; NASELLI-FLORES, L. Phytoplankton dynamics in a shallow, hypertrophic reservoir (Lake Arancio, Sicily). **Hydrobiologia**, n. 289, p. 199–214, 1994.

BICUDO, C.E. de M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. São Carlos: RiMa, 2006.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; SANTOS, D.M.S.; MOURA, N.A. Toxic cyanobacteria in reservoirs in northeastern Brazil: detection using a molecular method. **Brazilian Journal of Biology**, vol. 70, n. 4, p. 1005-1010, 2010.

BONILLA, S., AUBRIOT, L., SOARES, M. C. S., GONZÁLEZ-PIANA, M., FABRE, A., HUSZAR, V. L.M., LÜRLING, M., ANTONIADES, D., PADISÁK, J.; KRUK, C. What drives the distribution of the bloom-forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*? **FEMS Microbiology Ecology**, 79: 594–607, 2012.

BORGES, P.A.F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L.C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, 607 (1): 63-74 p. 2008.

BRIAND, J.F.; LÉBOULANGER, C.; HUMBERTD, J.F.; BERNARD, C.; DUFOUR, P. *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) invasion at mid-latitudes: selection, wide physiological tolerance, or globalwarming? **Journal of Phycology**, v. 40, p. 231–238, 2004.

BURFORD, M.A.; O “DONOHUE, M.J. A comparison of phytoplankton community assemblages in artificially and naturally mixed subtropical water reservoirs. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 51, p. 2143-2153, 2006.

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 Brasiliense**, 13(2): 382-401p. 2009.

COSTA, M.R.A.; ATTAYDE, J.L.; BECKER, V. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, Published Online: 15 December 2015.

CROSSETTI, L.O.; BICUDO, C. E. M. Adaptations in phytoplankton life strategies to imposed change in a shallow urban tropical eutrophic reservoir, Garças Reservoir, over 8 years. **Hydrobiologia**, 614: 91–105p. 2008

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

FABBRO, L. D.; DUIVENVOORDEN, L. J. A two-part model linking multidimensional environmental gradients and seasonal succession of phytoplankton assemblages. **Hydrobiologia**, n. 438, p.13-24, 2000.

FERRÃO-FILHO, A.S.; MOLICA, R.; AZEVEDO, S.M.F.O. Ecologia, Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 225-228, 2009.

FUNARI, E; TESTAI, E. Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. **Critical Reviews in Toxicology** v. 38(2), p. 97-125, 2008.

GENTIL, R. C. Estrutura da Comunidade Fitoplacntônica de Pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, em dois períodos: primavera e verão. 134p. Tese de Doutorado (Doutorado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 2007.

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

HOEGER S. J.; SHAW, G.; HITZFELD, B. C.; DIETRICH, D. R. Occurrence and Elimination of Cyanobacterial Toxins in Two Australian Drinking Water

Treatment Plants. **Toxicon**, v. 43, n. 6, p. 639-649, 2004.

HUSZAR, V.L.M.; CARACO, N.F. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological functional descriptors in six temperate lakes. **Freshwater Biology**, 40: 679-696 p. 1998.

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

HILLEBRAND, H.; DÜRSEKEN, D.; KIRSCHIEL, D.; POLLINGHER, U.; ZOHARY, T. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **Journal of Phycology**, 1999, 35: 403-424.

JESPERSEN, A. M.; CHRISTOFFERSEN, K. (1987). Measurements of chlorophyll a from phytoplankton using ethanol as an extraction solvent. **Archiv für Hydrobiologie Journal**, 109: 445-454, 1987.

KOSTEN, S., HUSZAR, V. L. M., BÉCARES, E., COSTA, L. S., VAN DONK, E., HANSSON, L.-A., JEPPESEN, E., KRUK, C., LACEROT, G., MAZZEO, N., DE MEESTER, L., MOSS, B., LÜRLING, M., NÖGES, T., ROMO, S.; SCHEFFER, M. Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes. **Global Change Biology**, 18: 118-126, 2012.

LAPOLLI, F. R.; CORAL, L. A.; RECIO, M. A. L. Cianobactérias em mananciais de abastecimento – problemática e métodos de remoção. *Revista Dae*, 185, 09-17p, 2011.

LE QUÉRÉ, C.; HARRISON, S. P.; PRENTICE, I. C.; BUITENHUIS, E. T.; AUMONT, O.; BOPP, L.; CLAUSTRE, H.; DA CUNHA, L. C.; GEIDER, R.; GIRAUD, X.; KLAAS, C.; KOHFELD, K. E.; LEGENDRE, L.; MANIZZA, M.; PLATT, T.; RIVKIN, R. B.; SATHYENDRANATH, S.; UITZ, J.; WATSON, A. J.; WOLF-GLADROW, D. Ecosystem dynamics based on plankton functional types for global ocean biogeochemistry models. **Global Change Biology**, v. 11, p. 2016 – 2040, 2005.

LUNCHI, G. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Qualidade da água fitoplanctônica de um viveiro de piscicultura utilizado para fins de pesca esportiva e irrigação. **Boletim do Instituto de Pesca**, 34(1), pp.29-38, 2008.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Omega, D.L, 1983.

NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R. Phytoplankton dynamics and structure: a comparative analysis in natural and man-made water bodies of different trophic state, 2000.

PAERL, H. W.; HUISMAN, J. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. **Environmental Microbiology Reports**, 1: 27-37, 2009.

PAULINO, W. D.; TEIXEIRA, F. J. C. A questão da água no nordeste / centro de gestão e estudos estratégicos, agência nacional de águas. P 219-246. Brasília, DF: CGEE, 2012.

REYNOLDS, C.S. What factors influence the species composition of phytoplankton in lakes of different trophic status? **Hydrobiologia**, 369/370: 11-26p. 1988.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, 2002, 24: 417-428.

REYNOLDS, C.S. Ecology of phytoplankton. Cambridge, Cambridge University Press: 550pp, 2006.

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. **Algal Studies**, 126: 249 – 263p. 2008.

SOARES, M.C.S., MARINHO, M.M., AZEVEDO, S.M.F.O., BRANCO, C.W.C., HUSZAR, V.L.M. Eutrophication and retention time affecting spatial heterogeneity in a tropical reservoir. **Limnologia**, 42: 197-203, 2012.

SOARES, M. C. S.; HUSZAR, MIRANDA, M. N.; MELO, M. M.; ROLAND, F.; LURLING, M. Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preferences. **Hydrobiologia**, 717: 1-12p, 2013.

SUN, J.; LIU, D. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v.25, N.11, p. 1331-1346, 2003.

VANDERELEI, S.L.P. Fases de equilíbrio de cianobactérias em reservatório Eutrófico do semiárido durante período de estiagem prolongada. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental), Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual da Paraíba, 54p, 2013.