

## XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **RESPOSTA FUNCIONAL DO FITOPLÂNCTON ÀS VARIAÇÕES NO GRAU DE TROFIA EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

*Dayany Aguiar de Oliveira<sup>1</sup>; Tatiane Medeiros Queiroz<sup>2</sup>; Ranielle Daiana dos Santos Silva<sup>3</sup>;  
Vanessa Virginia Barbosa<sup>4</sup>; Jefferson Vitor Melo Cabral<sup>5</sup>; Juliana dos Santos Severiano<sup>6</sup> & José  
Etham Lucena Barbosa<sup>7</sup>*

**RESUMO** – O objetivo do estudo foi avaliar as respostas dos grupos funcionais fitoplanctônicos à variação no grau de trofia em um reservatório no semiárido brasileiro. Foram realizadas coletas trimestrais de água na região sub-superfície nas regiões lótica, transição e lêntica. Além da comunidade fitoplanctônica foram estudados os nutrientes e o Índice de Estado Trófico (IET). O reservatório apresentou redução do volume hídrico, no entanto, foi registrado um crescente aumento do volume hídrico no reservatório ao final do estudo. O grau de trofia durante o estudo variou entre mesotrófico e eutrófico. Houve aumento dos nutrientes no início do estudo associado ao baixo volume do reservatório e no final do estudo associado aos altos valores de turbidez. Os grupos funcionais que apresentaram maior biovolume foram os grupos **S<sub>1</sub>** (*Pseudanabaena galeata*, *Plankthotrix isothrix* e *Plankthotrix agardhi*), **H<sub>1</sub>** (*Dolichospermum solitarium*) seguido do grupo **S<sub>2</sub>** (*Arthrospira platensis*). As flutuações no volume hídrico modificaram a dinâmica de nutrientes aumentando assim o grau de trofia no reservatório, o que estimulou substancialmente à presença dos grupos funcionais **H<sub>1</sub>**, **S<sub>1</sub>**, e **S<sub>2</sub>** que são formados por cianobactérias, espécies que são características de ambientes túrbidos e com altos teor de nutrientes.

**Palavras-Chave** – Cianobactéria; Eutrofização; Escassez Hídrica.

**ABSTRACT** – The objective of the study was to evaluate the responses of phytoplankton functional groups to changes in the trophic level in a reservoir in the Brazilian semiarid region. Water samples were taken quarterly in the sub-surface region in lotic regions, transition and lentic. In addition to the phytoplankton community, nutrients and the Trophic State Index (EIT) were studied. The reservoir presented a reduction in the water volume, however, an increasing increase of the water volume in the reservoir was registered at the end of the study. The trophic degree during the study varied between mesotrophic and eutrophic. The functional groups that presented the highest biovolume were S1 (*Pseudanabaena galeata*, *Plankthotrix isothrix* and *Plankthotrix agardhi*), H1 (*Dolichospermum solitarium*) followed by the S2 group (*Arthrospira platensis*). The fluctuations in the water volume is

1) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, (83) 98151-4282, email: dayanyaguiar93@gmail.com

2) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, (83) 98734-0905, email: tatianemedeiros5892@gmail.com

3) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, (83) 99881-3646, email: ranielledaiana.santos72@gmail.com

4) 3) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, (83) 98119-4371, email: vanessav\_barbosa@hotmail.com

5) Universidade Estadual da Paraíba, Rua Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande - PB, 58429-500, (83) 98108-9423, email: jvitolmeloc@gmail.com

6) Instituto Federal de Ensino da Paraíba, R. Sra. da Luz, 366-1564, Guarabira - PB, 58200-000, (83) 99697-2546, e-mail: jsantosseveriano@gmail.com

modified the nutrient dynamics increasing the trophic degree in the reservoir, which substantially caused the presence of functional groups H1, S1, and S2 that are formed by cyanobacteria, species that are characteristic of turbid environments and with high nutrient content.

**Keywords:** Cyanobacteria; Eutrophication; Water Scarcity.

## INTRODUÇÃO

Os reservatórios de água da região semiárida foram criados para garantir a segurança hídrica na região, sendo utilizados para diversas finalidades como, abastecimento público, dessedentação animal, recreação, piscicultura e atividades agrícolas (Freire *et al.* 2009; Righetto, 2011; Attayde *et al.* 2011). A região semiárida é caracterizada por apresentar características morfoclimáticas bem específicas com altas taxas de evaporação, baixos índices pluviométricos, elevada intensidade luminosa, alto escoamento superficial e baixa capacidade de infiltração da água no solo (Barbosa, 2011; Costa, 2016). Tais condições climáticas propiciam a redução do volume hídrico desses ecossistemas, provocando aumento nas concentrações de nutrientes fosfatados e nitrogenados (Naselli-Flores e Barone, 2007), os quais estimulam o crescimento da comunidade fitoplanctônica, principalmente das cianobactérias (Chellapa *et al.* 2009; Câmara *et al.* 2009; Barbosa *et al.* 2012) e aceleram o processo de eutrofização nesses sistemas (Câmara *et al.* 2009; Moura *et al.* 2012).

Florações de cianobactérias em reservatórios semiáridos têm se intensificado ao longo dos anos, sendo estas, muitas vezes, acompanhadas de cepas tóxicas (Komárek *et al.* 2013). As florações podem promover a redução de diversidade de espécies alterando diretamente a estrutura e funcionalidade das espécies nos ecossistemas.

As cianobactérias são altamente competidoras, sendo tolerantes a ambientes com baixa transparência da água, alta salinidade, pH alcalino, elevadas temperaturas, além de tolerarem baixas concentrações de nutrientes (Huisman *et al.* 2004; O'neil *et al.* 2012; Becker *et al.* 2010). Entretanto, a ocorrência das florações de cianobactérias vem sendo sugeridas como consequências do aumento da eutrofização dos corpos hídricos e aquecimento global (Pearl e Huisman, 2009).

Na tentativa de avaliar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica diante as condições ambientais naturais ou antrópicas, tem-se intensificado o uso de abordagens funcionais, uma vez que elas fornecem informações precisas sobre as condições ambientais (Crossetti, 2006; Padišák *et al.* 2009). Além disso, essa abordagem tem sido comumente utilizada na tentativa de compreender o funcionamento dos ecossistemas, pois ela relaciona a morfologia, fisiologia e a ecologia das espécies (Heisler *et al.* 2008) levando em consideração o tipo de ambiente e seu estado trófico

(Brasil e Huzsar, 2011) de acordo com suas tolerâncias e sensibilidades às condições ambientais (Reynolds *et al.* 2002; Kruk, 2010; Brasil, 2011).

Devido à capacidade descritiva dos grupos funcionais, a abordagem funcional tem sido um método de avaliação amplamente utilizado em todo o mundo (Zhou *et al.* 2007; Cabecinha *et al.* 2009; Yang *et al.* 2011). Esse método de avaliação tem se mostrado uma importante ferramenta de poder preditivo, pois permite caracterizar as reais condições dos ecossistemas aquáticos, tendo como base a sensibilidade das espécies fitoplanctônicas a esses respectivos distúrbios ambientais (Huzsar *et al.* 2006), e por esse motivo, ela pode ser muito útil o manejo desses ecossistemas. Diante o exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a resposta dos grupos funcionais fitoplanctônicos à variação no grau de trofia em um reservatório destinado ao abastecimento público no semiárido brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O estudo foi realizado no reservatório Epitácio Pessoa (7°28'9"S; 36°8'2"W), popularmente denominado reservatório Boqueirão, situado no município de Boqueirão, Paraíba – Brasil. Esse reservatório possui capacidade máxima de 411.686.287 m<sup>3</sup> e é atualmente utilizado para o abastecimento e atividades de piscicultura, dessedentação animal, recreação e irrigação (AESAs, 2019).

### Amostragem

Foram realizadas coletas trimestrais no período de outubro de 2016 a junho de 2017, na sub-superfície da coluna d'água, em três locais do reservatório: entrada próxima ao rio, transição e próximo ao barramento. É importante salientar que no mês de março/17 o reservatório Boqueirão recebeu as águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco.

Foram mensuradas em *in situ*, a temperatura, turbidez e pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e sólidos totais dissolvidos, com auxílio da sonda multiparâmetro (marca Horiba). A transparência da água foi medida utilizando o Disco de Secchi. As amostras para o estudo quantitativo das cianobactérias foram fixadas com solução de Lugol concentrado a 1%, enquanto para o estudo qualitativo foram fixadas com formol a 4%. Para a análise de nutrientes as amostras foram acondicionadas em garrafas plásticas e conservadas congeladas até o momento da análise.

### Análise Estatísticas de Dados

Em laboratório, foram determinadas as concentrações de nutrientes fosfatados (Fósforo Reativo Solúvel e Fósforo Total) e nitrogenados (Amônia, Nitrito e Nitrato). A análise seguiu a metodologia conforme descrito o método *Standard Methods Apha* (2012).

Para identificação taxonômica das espécies fitoplanctônicas, foi utilizado chaves de identificação específicas para cada grupo de algas. As análises quantitativas foram feitas em microscópio invertido (ZEISS), em câmaras de sedimentação (Utermohl, 1964), com aumento de 400X (Zeiss Axiovert 40C) em campos aleatórios feito a contagem. O biovolume fitoplanctônico ( $\text{mm}^3 \text{L}^{-1}$ ) foi estimado de acordo com X (incluir o trabalho de biovolume). Os táxons fitoplanctônicos registrados foram enquadrados nos grupos funcionais estabelecidos por Reynolds (2002) e Padisák (2009).

Os dados de fósforo total e clorofila-a foram utilizados para calcular o Índice de Estado Trófico (IET), descrito por Carlson (1977), modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. (1983). A classificação trófica segue o seguinte critério: oligotrófico  $\text{IET} < 44$ , mesotrófico  $44 < \text{IET} < 54$  e eutrófico  $\text{IET} > 54$ .

Os dados de precipitação e volume foram obtidos do site da AESA (Agência Executiva de Gestão das Águas).

## RESULTADOS

O reservatório Boqueirão apresentou redução do volume hídrico entre os meses de Outubro/16 à Março/17, no entanto, foi registrado um crescente aumento do volume hídrico no reservatório a partir do mês de Abril/17 (Figura 1).

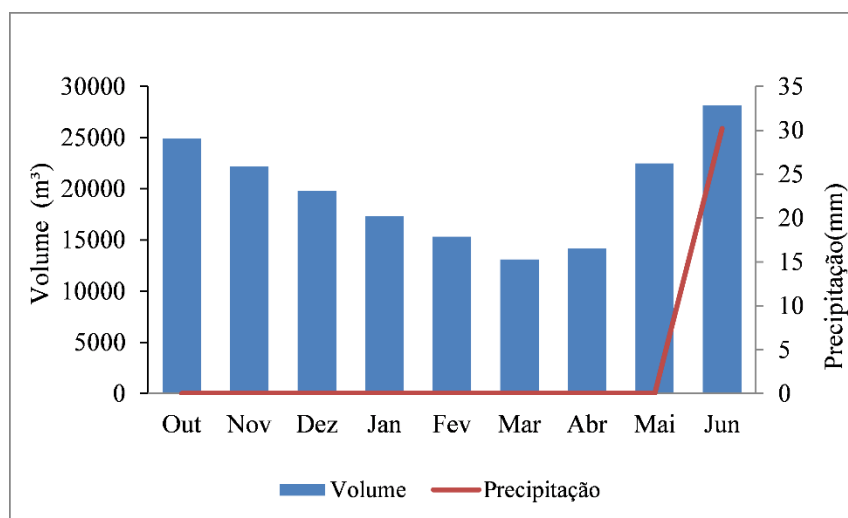


Figura 1: Índice de Estado Trófico do reservatório Acauã, Paraíba-Brasil no período de fevereiro de 2016 à fevereiro de 2017.

A temperatura no reservatório Boqueirão esteve-se acima de  $24^\circ \text{C}$  (Tabela 1). Observou-se que o pH manteve-se alcalino (7,45 e 8,91) em todos os meses amostrais, além disso, notou-se que

houve aumento considerável nos valores de turbidez, principalmente, no mês Junho de 2017, alcançando o valor máximo de (228 UNT).

Tabela 1 – Variáveis ambientais do Reservatório Boqueirão, Paraíba-Brasil, no período de Outubro de 2016 à Junho de 2017.

Meses	Temp. (C°)	pH	Turb. (UNT)	NH <sub>4</sub> (µg/L)	NO <sub>2</sub> (µg/L)	NO <sub>3</sub> (µg/L)	SRP (µg/L)	PT (µg/L)
<b>Outubro/2016</b>								
Lótica	24,57	8,91	18,5	248	5,59	96,33	33	160,33
Transição	24,92	8,54	16,8	12,69	0,0	25,43	43	120
Lêntica	24,57	8,64	7,65	198,2	2,24	24,22	13	53,66
<b>Fevereiro/2017</b>								
Lótica	25,95	8,47	2,36	23,97	0	33,91	3,0	43,66
Transição	26,57	8,52	36,1	13,39	15,67	8,48	28	33,66
Lêntica	26,23	8,49	18,5	6,34	7,84	14,53	28	60,33
<b>Junho/2017</b>								
Lótica	24,71	7,45	194	47,24	25,75	193,79	83	300,33
Transição	24,8	7,56	9,5	43,71	24,63	218,01	93	340,33
Lêntica	25,14	7,91	228	40,19	4,48	69,04	3	80,33

A amônia apresentou as maiores concentrações no mês de outubro/16, obtendo valor máximo de (198,2 µg/L), enquanto que o nitrito obteve as menores concentrações nesse mesmo mês, com valor mínimo de (0,0 µg/L).

Observou-se também que as variáveis fósforo total, nitrato e fósforo reativo solúvel obtiveram as maiores concentrações no mês de junho de 2017, com valores máximos de (340,33 µg/L), (218,01µg/L) e (93 µg/L) respectivamente. Com relação ao grau de trofia do reservatório Boqueirão, durante todo o período de estudo, o reservatório variou entre mesotrófico e eutrófico.

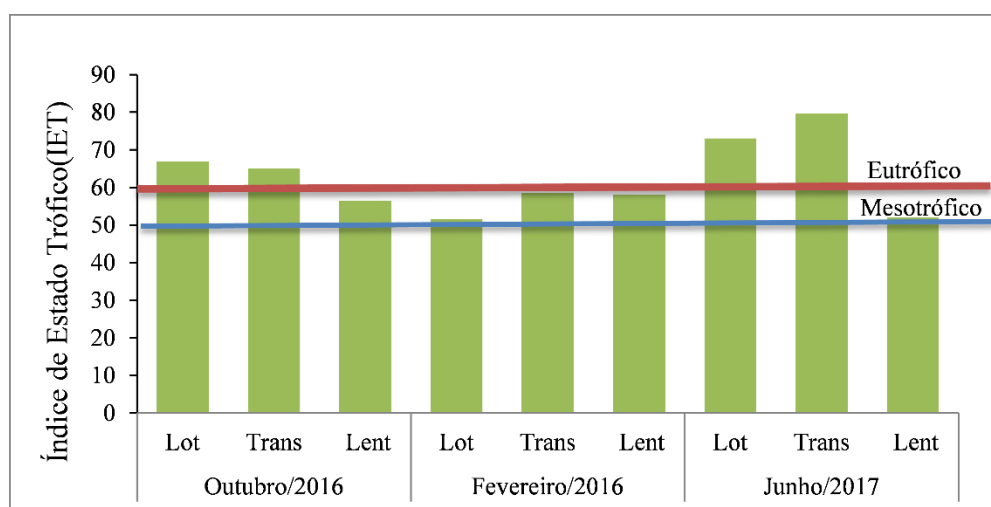


Figura 2: Índice de Estado Trófico do reservatório Boqueirão, Paraíba-Brasil, no período de outubro de 2016 à junho de 2017.

Foram identificados um total de 38 espécies fitoplanctônicas, distribuídas em 12 grupos funcionais: **D**, **H<sub>1</sub>**, **J**, **K**, **L<sub>O</sub>**, **M<sub>P</sub>**, **N**, **P**, **S<sub>1</sub>**, **S<sub>2</sub>**, **W<sub>1</sub>**, **X<sub>1</sub>**. Os grupos funcionais com maior biovolume foram os grupos **S<sub>1</sub>** (*Pseudanabaena galeata*, *Plankthotrix isothrix* e *Plankthotrix agardhi*), **H<sub>1</sub>** (*Dolichospermum solitarium*) e **S<sub>2</sub>** (*Arthrospira platensis*).

O grupo **S<sub>1</sub>** foi o grupo que apresentou maior biovolume observado no estudo com valor máximo de 12.477,36 mm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>, esse grupo esteve presente em todos os meses amostrais, diferentemente do grupo **H<sub>1</sub>** que obteve maior biovolume nos meses de Outubro/16 e Fevereiro de 2017, e do grupo **S<sub>2</sub>** que esteve presente apenas no mês de fevereiro/16.

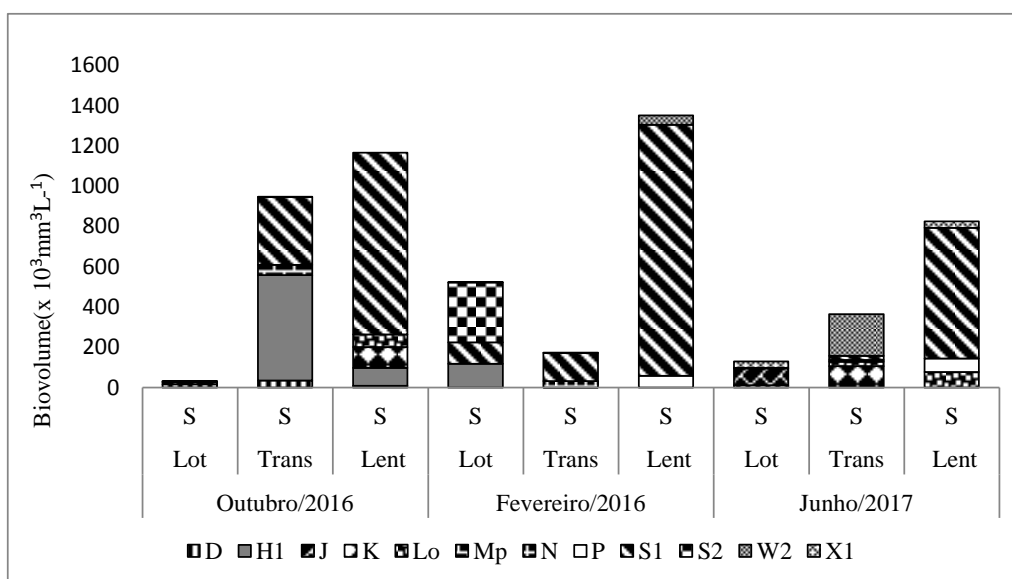


Figura 3: Biovolume dos grupos funcionais fitoplanctônicos no reservatório Boqueirão, Paraíba-Brasil, no período de Outubro de 2016 à Junho de 2017.

## DISCUSSÃO

A redução do volume hídrico do reservatório ocorreu devido as irregularidades pluviométricas dos últimos anos acompanhado das altas taxas de evaporação característicos dos ecossistemas semiáridos (Silva, 2007), no entanto, ao final do estudo foram registradas elevações do volume hídrico relacionada aos índices pluviométricos ocorridas em maio, além da entrada das águas do Rio São Francisco neste período.

As flutuações no nível da água desses ecossistemas além de provocar mudanças na hidrologia do ambiente, também provocam aumento nas concentrações de nutrientes (Naselli-Flores e Barone, 2007) uma vez que ocorre a diminuição do volume do reservatório, concentrando esses nutrientes (Braga *et al.* 2015). Por outro lado, foi observado ao final do estudo, aumento das concentrações de

nutrientes e do estado trófico após a entrada das águas da transposição, as quais podem ter favorecido a suspensão de partículas na coluna de água.

O aumento das concentrações de nutrientes provenientes da redução do volume hídrico, ou mesmo da suspensão de partículas de sedimento promove um efeito positivo na comunidade fitoplanctônica (Chellappa *et al.* 2008), principalmente as cianobactérias (Naselli-Flores, 2005) ocasionando o aumento da biomassa de cianobactérias (Dalu e Wasseman, 2018), e a elevação do grau de trofia, especialmente naqueles sistemas que apresentam longos e recorrentes períodos de seca (Medeiros *et al.* 2015).

Diante disso, as excessivas concentrações de nutrientes observadas no estudo podem ter provocado intensas mudanças no estado trófico do reservatório, e isso, conseqüentemente contribuiu para o aumento da biomassa de algas (Cao *et al.* 2016). Por esse motivo, os grupos funcionais que apresentaram maior biovolume foram os grupos **S<sub>1</sub>** (*Pseudanabaena galeata*, *Plankthotrix isothrix* e *Plankthotrix agardhi*), **H<sub>1</sub>** (*Dolichospermum solitarium*) seguido do grupo **S<sub>2</sub>** (*Arthrospira platensis*) grupos estes compostos por cianobactérias.

A permanência do grupo **S<sub>1</sub>** está relacionando as altas concentrações de nutrientes e aos elevados valores de turbidez observados no estudo, uma vez que, esse grupo é típico de ambientes misturados e túrbidos, e é um grupo que possui tolerância á ambientes que apresentam baixa disponibilidade de luz (Reynolds *et al.* 2002; Pinto *et al.* 2007).

Já o grupo **H<sub>1</sub>** foi sensível ao aumento das concentrações de nutrientes no mês de Junho de 2017, principalmente as concentrações de fósforo e aos altos valores de turbidez, isso se deve ao fato das espécies pertencentes desse grupo serem sensíveis a mistura da coluna de água (Reynolds *et al.* 2002), e também a altas concentrações de fósforo (Reynolds *et al.* 2002; Padizák *et al.* 2009).

Enquanto que o grupo **S<sub>2</sub>** é composto por espécies que têm a capacidade de tolerar baixas intensidades luminosas e baixas concentrações de nutrientes, esse grupo geralmente é característico de ambientes rasos e túrbidos (Reynolds *et al.* 2002).

A presença de grupos funcionais característicos de ambientes com altos teores de nutrientes, túrbidos e com baixa intensidade luminosa refletem as reais condições do ecossistema no período de estudo. Além disso, esses grupos funcionais foram compostos unicamente por cianobactérias, isso está associado à capacidade que as cianobactérias têm em dominar os ecossistemas aquáticos, devido principalmente ao sucesso competitivo das cianobactérias sobre os outros grupos fitoplanctônicos, pois elas possuem estratégias adaptativas ecológicas e fisiológicas (Sant'Anna *et al.* 2008), que as permitem sobressair diante os demais grupos. Devido a essas características adaptativas, frequentes florações têm sido descritas principalmente em reservatórios que destinam água para abastecimento público, por esse motivo, torna-se fundamental o estudo aprofundado

nesses ecossistemas, visto que, esses corpos hídricos assumem importante relevância no que diz respeito à saúde pública na sociedade.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que as flutuações no volume hídrico modificaram a dinâmica de nutrientes aumentando assim o grau de trofia no reservatório, o que estimulou substancialmente a presença dos grupos funcionais  $H_1$ ,  $S_1$ , e  $S_2$ , que são formados por cianobactérias, espécies que são características de ambientes túrbidos e com altos teor de nutrientes. A dominância de cianobactérias nesse ecossistema é um fato preocupante, visto que, as espécies dominantes são potenciais produtoras de toxinas, e isso podem acarretar danos à saúde pública na região, principalmente devido ao fato desses reservatórios serem fundamentais para garantir a disponibilidade hídrica na região e serem utilizados no abastecimento público.

## REFERÊNCIAS

- ATTAYDE, J.L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R.A. (2011). *Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil*. Fisheries Management and Ecology, vol. 18, n. 6, pp. 437 – 443.
- American Public Health Association - APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20a ed. American Public Health Association, 1998, 1220 p.
- BARBOSA, L.G.; BARBOSA, P.M.M.; J. & BARBOSA, F.A.R. (2011) *Vertical distribution of phytoplankton functional groups in a tropical shallow lake: driving forces on a diel scale*. Acta Limnologica Brasiliensia, 23(1), pp. 63 – 73.
- BRAGA, G.G.; BECKER, V.; OLIVEIRA, J. N. P.; MENDONÇA Jr. J. R.; BEZERRA, A.F.M.; TORRES, L.M.; ... MATTOS, A. (2015). *Influence of extended drought on water quality in tropical reservoirs in a semiarid region*. Acta Limnologica Brasiliensia, 27(1), pp. 15 – 23.
- BRASIL, J., J. & HUSZAR, V.L.M. (2011). *O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental*. Oecologia Australis, vol. 15, no. 4, pp 799 – 834.
- BARBOSA, J.E.L.; MEDEIROS, E.S.F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R.S.; CRISPIM, M.C.B.; SILVA, G.H.G. (2012). *Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management*. Acta Limnologica Brasiliensia, vol. 24, n. 1, pp. 103 – 118.
- BECKER, V.; ILHARA, P.; YUNES, J.S. & HUSZAR, V.L.M. (2010). *Occurrence of anatoxina(s) during a bloom of Anabaena crassa in a water-supply reservoir in southern Brazil*. Journal of Applied Physiology 22, pp. 235 – 241.
- CROSSETTI, L.O.; BECKER, V.; CARDOSO, L.S.; RODRIGUES, L.R.; COSTA, L.S. & MOTTA, M.D. (2013). *Is phytoplankton functional classification a suitable tool to investigate spatial heterogeneity in a subtropical shallow lake?* Limnologica, 43, pp. 157 – 163.



- CHELLAPPA, N.T.; CÂMARA, F.R.A.; ROCHA, O. (2009). *Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves reservoir and Pataxó channel*. Rio Grande do Norte, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 69, n. 2, pp. 241 – 251.
- CABECINHA E.; VAN DEN BRINK P.J.; CABRAL, J.A.; CORTES R.; LOURENÇO M.; PARDAL M.A. (2009). *Ecological relationships between phytoplankton communities and different spatial scales in European reservoirs: implications at catchment level monitoring programmes*. *Hydrobiologia*, 628, pp. 27 – 45.
- CAO, X.; WANG, J.; LIAO, J.; SUN, J.; HUANG, Y. (2016). *The threshold response of phytoplankton community to nutrient gradient in a shallow eutrophic Chinese lake*. *Ecological Indicators*, vol. 61, pp. 258 – 267.
- COSTA, M.R.A.; ATTAYDE, J.L.; BECKER, V. (2016). *Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes*. *Hydrobiologia*, vol. 778, pp. 75 – 89.
- CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.M.; ROCHA, O. (2008). *Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, Rio Grande do Norte, Brazil*. *Brazilian Journal of Biology*, vol. 68, n. 3, p. 477 – 494.
- CARVALHO, L.R. (2008). *Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil*. *Algological Studies*, 126, pp. 249 – 263.
- CARLSON, R.E. (1977). *Atrophic state index for lakes*. *Limnology and Oceanography*, vol. 22, pp. 361 – 369.
- DANTAS, E.W.; DO CARMO BITTENCOURT O.M.; MOURA, A.N. (2012). *Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory*. *Limnologica-Ecology and Management of Inland Waters*, vol. 42, n. 1, pp. 72 – 80.
- DALU, T.; WASSERMAN, R.J. (2018). *Cyanobacteria dynamics in a small tropical reservoir: understanding spatio-temporal variability and influence of environmental variables*. *Science of the total environment*, vol. 643, pp. 835 – 841.
- FREIRE, R.H.F.; CALIJURI, M.C.; SANTAELLA, S.T. (2009). *Longitudinal patterns and variations in water quality in a reservoir in the semiarid region of NE Brazil: responses to hydrological and climatic changes*. *Acta Limnologica Brasiliensia*, vol. 21, n. 2, pp. 251 – 262.
- HEISLER, J. (2008). *Eutrophication and harmful algal blooms: a scientific consensus*. *Harmful algae*, vol. 8, n. 1, pp. 3 – 13.
- HUSZAR, V.L.M.; CARACO, N.F.; ROLAND, F.; COLE, J. (2006). *Nutrients chlorophyll relationships in tropical-subtropical lakes: do temperate models fit?* *Biogeochemistry*.
- HUISMAN, J. (2004). *Changes in turbulent mixing shift competition for light between phytoplankton species*. *Ecology*, vol. 85, n. 11, pp. 2960 – 2970.
- KOMÁREK, J., KAŠTOVSKÝ, J. & MARES, J. (2013). *Taxonomic classification of Cyanoprokaryotes (Cyanobacteria) 2013, according to polyphasic evaluation*. In: *Book of Abstracts of the 19th Symp. IAC, Cleveland, USA*, pp. 65.

- KRUK, C.; RODRÍGUEZ GALLEGU, L.; MEERHOFF, M.; QUITANS, F.; LACEROT, G.; MAZZEO, N.; SCASSO, F.; PAGGI, J.C.; PEETERS, E.T.H. & SCHEFFER, M. (2010). *Determinants of biodiversity in subtropical shallow lakes (Atlantic coast, Uruguay)*. *Freshwater Biology*, 54, pp. 2628 – 2641.
- LAPOLLI, F.R.; CORAL, L.A.; RECIO, M.A.L. (2011). *Cianobactérias em mananciais de abastecimento – problemática e métodos de remoção*. *Revista Dae*, 185, pp. 09 – 17.
- MEDEIROS, L.D.C.; MATTOS, A.; LÜRLING, M.; BECKER, V. (2013). *Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake*. *Aquatic Ecology*, vol. 49, n.3, p.293-307, 2015. pp. 219 – 230.
- NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R.; CHORUS I. & KURMAYER R. (2007). *Toxic cyanobacterial blooms in reservoirs under a semiarid Mediterranean climate: the magnification of a problem*. *Environmental Toxicology* 22, pp. 399 – 404
- NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R. (2005). *Water-level fluctuations in Mediterranean reservoirs: setting a dewatering threshold as a management tool to improve water quality*. *Hydrobiologia*, vol. 548, n. 1, pp. 85 – 99.
- O'NEIL, J.M. (2012). *The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change*. *Harmful algae*, vol. 14, pp. 313 – 334.
- PADISÁK, J.; CROSSETTI, L.O.; NASELLI-FLORES, L. (2009). *Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates*. *Hydrobiologia*, vol. 621, pp. 1 – 19.
- REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. (2002). *Towards a functional classification of the fresh water phytoplankton*. *Journal of Plankton Research*, vol. 24, pp. 417 – 428.
- SILVA, R.M.A. (2007). *Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: políticas públicas e transição paradigmática*. *Revista Econômica do Nordeste*, vol. 38, n. 3, pp. 466 – 485.
- SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.P.; WERNER, W.R.; DOGO, C.R.; RIOS, F.R.; REYNOLDS, C.S. (2006) *Ecology of phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press.
- UTERMÖHL, H. (1958). *Zur Vervollkommnung der quantitative Phytoplankton: Methodik Mitteilung Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie*, vol. 9, pp. 1 – 38.
- YANG M.; BI Y.; HU J.; ZHU K.; ZHOU G.; HU Z. (2011). *Seasonal variation in functional phytoplankton groups in Xiangxi Bay, Three Gorges Reservoir*. *Chin J Oceanol Limnol*; 29, 64–1057.
- ZARFL, C. (2015). *A global boom in hydropower dam construction*. *Aquatic Sciences*, 77(1), 161 – 170.
- ZHOU G.; KUANG Q.; HU Z. (2007). *Spring water blooms of phytoplankton in Daning River and its nutrient limitation*. *Resour Environ Yangtze Basin*; 16, pp. 633 – 628.