

ESTRUTURA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO DO BRASILEIRO

Tatiane Medeiros Queiroz ¹
Gustavo Correia de Moura ²
Juliana dos Santos Severiano ³
José Etham de Lucena Barbosa ⁴

RESUMO

Os reservatórios da região semiárida brasileira são utilizados para múltiplas finalidades, como abastecimento público, irrigação e agricultura. Além disso, esses ecossistemas aquáticos são influenciados por características climáticas bem específicas, como longos períodos de estiagem, elevada intensidade luminosa e alta taxa de evaporação. Tais condições aliadas ao aporte de nutrientes, aceleram o processo de eutrofização, ocasionando o crescimento da comunidade fitoplanctônica, principalmente das cianobactérias. Diante disso, o objetivo do estudo foi verificar a composição e a abundância da comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido brasileiro. O estudo foi realizado nos reservatórios Boqueirão e Acauã, situados na Paraíba, em fevereiro/2017. Foram realizadas às análises quali-quantitativas para determinar a abundância relativa das espécies e a representatividade das classes da comunidade fitoplanctônica. Os resultados mostraram que os reservatórios Acauã e Boqueirão apresentaram maior dominância de cianobactérias. Durante o estudo, foram registrados um total de 19 táxons, distribuídos em 4 classes: Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Euglenophyceae e a classe Cyanophyceae, que apresentou maior densidade, destacando-se como espécie de cianobactéria dominante a *Cylindrospermopsis raciborskii*, no reservatório Acauã, e em Boqueirão a espécie *Geitlerinema* sp. foi considerada abundante. Contudo, conclui-se que o monitoramento limnológico é uma das formas de avaliar a composição da comunidade fitoplanctônica, já que são utilizadas como bioindicadoras de qualidade da água.

Palavras-chave: Comunidade fitoplanctônica, Reservatórios, Eutrofização, Semiárido.

INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, os reservatórios são importantes ecossistemas aquáticos utilizados para diversas finalidades, sendo essenciais para o abastecimento de água potável, irrigação, recreação, dessedentação de animais e agricultura, dentre outras (BOUVY *et al.*, 2000; ATTAYDE *et al.*, 2011). A região semiárida é caracterizada por apresentar características climáticas bem específicas, como altas taxas de evaporação, baixos índices pluviométricos,

¹ Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, tatianemedeiros5892@gmail.com;

² Doutorando do Curso de Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, gustavocorreia2@gmail.com;

³ Professora do Departamento de Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB, jsantosseveriano@gmail.com;

⁴ Professor do Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, ethambarbosa@hotmail.com.

elevada intensidade luminosa, alto escoamento superficial e baixa capacidade de infiltração da água no solo (BOUVY *et al.*, 2000; BARBOSA, 2011; COSTA, 2016). No entanto, tais condições climáticas e ações antrópicas afetam a qualidade da água e, conseqüentemente, o aumento de aporte de nutrientes nitrogenados e fosfatados, acelerando o processo de eutrofização no corpo aquático e levando ao crescimento da comunidade fitoplanctônica, principalmente das cianobactérias (NASELLI-FLORES *et al.*, 2007; DANTAS *et al.*, 2012; BRASIL *et al.*, 2016).

A eutrofização interfere no equilíbrio de ecossistemas aquáticos, alterando a transparência do meio, gosto e sabor da água, redução do oxigênio e problemas para o tratamento de água nas estações de tratamento (HAVENS *et al.*, 2017).

Entretanto, os padrões de estratificação e mistura da coluna de água nos reservatórios, como também o aumento da ressuspensão de sedimentos, densidade, viscosidade, disponibilidade de nutrientes e a luz no ambiente interferem nos processos biológicos, principalmente na ecologia da comunidade fitoplanctônica (LOPES; BICUDO; FERRAGUT, 2005; CANTIN *et al.*, 2011). Por outro lado, espécies de cianobactérias possuem vantagens adaptativas e sobrevivem a essas condições em sistemas eutróficos, dominando a comunidade fitoplanctônica, devido a capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, estocar nutrientes, flutuar, regular sua posição na coluna d'água e desempenhar altas taxas de fotossíntese sob condições de baixa luminosidade (BECKER *et al.*, 2010; O'NEIL *et al.*, 2012). Tais estratégias adaptativas e fisiológicas, permitem que espécies fitoplanctônicas permaneçam no ambiente, obtendo vantagem competitiva em sistemas aquáticos com capacidade de resistência e resiliência no sistema (REYNOLDS *et al.*, 2002; PADISÁK *et al.*, 2009).

A estrutura da comunidade fitoplanctônica em reservatórios tropicais pode servir para monitorar os corpos aquáticos, transcrevendo as características do ambiente de acordo com as variações morfológicas (CHELLAPA *et al.*, 2009; DANTAS *et al.*, 2012), estabilidade e persistência de espécies ao decorrer do tempo (ARAGÃO-TAVARES *et al.*, 2017). Nesse contexto, é fundamental o conhecimento sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica, pois pode ser utilizada como bioindicadora da qualidade de água (PHILIPS *et al.*, 2013).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é verificar a composição e abundância da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios situados no semiárido brasileiro.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em dois reservatórios situados na região semiárida do estado da Paraíba – Brasil, no reservatório Argemiro de Figueiredo (7°28'9"S; 36°8'2"W), popularmente conhecido como Boqueirão, e no reservatório Acauã (7°22'30"S; 35°37'42"W). Atualmente, esses reservatórios são utilizados para a captação de água, abastecimento público, irrigação e agricultura (AESAs, 2019). O reservatório Argemiro de Figueiredo está situado no município de Boqueirão e possui capacidade máxima de 411.686.287 m³, enquanto o reservatório Acauã está localizado no município de Itatuba e tem capacidade máxima de acumulação de 253.000.000 m³ (AESAs, 2019).

As amostras foram coletadas na subsuperfície da coluna d'água, em fevereiro de 2017. As amostras de água para o estudo qualitativo da comunidade fitoplanctônica foram fixadas com Formol à 4%, enquanto, para o estudo quantitativo as amostras foram fixadas com solução de Lugol concentrado à 1%. A identificação das espécies foi realizada em microscópio invertido (Zeiss xx), com auxílio de chaves de identificação taxonômica (KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1989; 2005; KOMÁREK *et al.* 2002). A análise quantitativa foi realizada em microscópio invertido (Zeiss Avioyert 40C), com aumento de 400X, em câmaras de sedimentação de Uthermöhl (1958). A densidade (cél mL⁻¹) foi obtida utilizando a fórmula descrita por Ross (1979). Foi realizado o cálculo da abundância de espécies seguindo o método (LOBO; LEIGHTON 1986), o qual considera dominantes aquelas com valores acima de 50% e abundantes para os valores superiores à média.

DESENVOLVIMENTO

O fitoplâncton é um grupo de microrganismos fotossintetizantes adaptados a viverem parcial ou continuamente em águas abertas (REYNOLDS, 2006). Segundo Reynolds (2002) e Pádisak (2003), sua abundância e distribuição no corpo aquático são afetadas por vários fatores físicos, químicos e biológicos, que ocorrem em diferentes escalas de tempo.

A comunidade fitoplanctônica é importante para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, sendo responsável por metade da produção primária da cadeia trófica, desempenhando funções importantes para o entendimento da estrutura e dinâmica desses ambientes, além de promover sucessões ecológicas (REYNOLDS, 1983; SALAZAR-GOMEZ *et al.*, 2011).

De acordo com Araújo (2003), os reservatórios são as principais fontes de abastecimento para as cidades do semiárido brasileiro, conseqüentemente, o fitoplâncton nestes ecossistemas tem recebido maior destaque (CHELLAPA *et al.*, 2009; ATTAYDE *et al.*, 2011; MOURA *et*

al., 2012). Estudos efetuados na região semiárida (CHELLAPPA *et al.*, 2008; FREITAS *et al.*, 2011; COSTA, 2016) mostram que, esses reservatórios estão sujeitos a redução de volume hídrico, devido aos longos períodos de estiagem, levando ao crescimento de algas e aumentando as concentrações de nutrientes nitrogenados e fosfatados, que contribuem para o processo de eutrofização e favorecem às cianobactérias, pois são altamente competitivas em ambientes enriquecidos de nutrientes, além de formarem florações.

Diante disso, o processo de eutrofização tem intensificado as florações de cianobactérias, que podem provocar desequilíbrio nos ecossistemas, em consequência das alterações no sistema aquático, que representa sérios riscos à saúde dos seres humanos e para os animais, devido a liberação de diferentes tipos de toxinas nocivas (saxitoxinas, anatoxinas, cilindrospermopsinas e microcistinas) (DALU; WASSERMAN, 2018; HAVENS *et al.*, 2017). Dessa forma, relatos na literatura demonstram, por exemplo, que as toxinas microcistinas ocasionaram a morte de 65 pacientes em uma clínica de hemodiálise no Brasil, em Caruaru-PE, intensificando o monitoramento obrigatório da toxicidade dessas florações de cianobactérias, desde 1996 (CARMICHAEL *et al.*, 2001).

No entanto, essas florações causam distúrbios biológicos, modificando as condições bióticas e abióticas, pois, exibem vantagens adaptativas a altas temperaturas, períodos de estratificação e aumento da luminosidade, adquirindo vantagem competitiva e permitindo-lhes dominância sobre o fitoplâncton, em ambientes eutróficos (BONILLA *et al.*, 2012; PAERL e OTTEN, 2013; YANG *et al.*, 2016). Diante dessas condições, a comunidade fitoplanctônica desenvolveu estratégias adaptativas para permanecer no ambiente, apresentando características morfológicas (tamanho, forma, presença de flagelos, mucilagem e colonialidade) e fisiológicas (eficiência fotossintética, absorção de nutrientes, flutuabilidade e capacidade mixotrófica) para continuar com suas funcionalidades no ecossistema (REYNOLDS, 1997; NASELLI-FLORES, 2017).

Baseados nesses atributos, estudos sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica são uma forma de descrever as condições ambientais e de compreender o funcionamento dos ecossistemas, sendo utilizada como bioindicadora de qualidade da água (PÁDISAK *et al.*, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, foram registrados um total de 19 táxons no reservatório de Acauã, distribuídos nas classes Cyanophyceae (10), Chlorophyceae (7), Bacillariophyceae

(1) e Euglenophyceae (1). No reservatório Boqueirão, a composição da comunidade fitoplanctônica foi menor durante o estudo (6 taxóons), distribuídos nas classes Cyanophyceae (3), Bacillariophyceae (2) e Euglenophyceae (1) (Tabela 1). Esse levantamento das espécies evidenciou a maior riqueza das cianobactérias em ambos os reservatórios, em especial ao reservatório Acauã que apresentou uma maior riqueza da classe Cyanophyceae.

Tabela 1. Comunidade fitoplanctonica identificada nos reservatórios de Boqueirão e Acauã, Paraíba-Brasil, em fevereiro de 2017.

Lista de espécies	Fevereiro/2017	
	Boqueirão (%)	Acauã (%)
Cyanophyceae		
<i>Aphanocapsa koordersii</i> (Ström, 1923)		0,07
<i>Chroococcus dispersus</i> (Lemmermann, 1904)		5,43
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> ((Woloszynska) Seenayya & Subba Raju em Desikachary, 1972)		65,24
<i>Dolichospermum crassum</i> ((Lemmermann) Walcklin, Hoffmann & Komárek, 2009)		0,11
<i>Geitlerinema</i> sp.	36,36	2,70
<i>Limnothrix</i> sp.		3,64
<i>Merismopedia</i> sp.		0,14
<i>Planktothrix agardhii</i> ((Gomont) Anagnostidis & Komárek, 1988)	18,18	3,65
<i>Pseudanabaena catenata</i> (Lauterborn, 1915)	9,09	4,68
<i>Pseudanabaena galeata</i> (Böcher, 1949)		1,47
Bacillariophyceae		
<i>Navicula</i> sp.		3,64
<i>Nitzschia</i> sp.	18,18	
<i>Pinullaria</i> sp.	9,09	
Chlorophyceae		
<i>Actinastrum aciculares</i> (Playfair, 1917)		0,16
<i>Actinastrum hantzschii</i> (var. gracile YVRoll, 1927)		0,48
<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck (Beijerinck, 1890)		0,59
<i>Crucigenia tetrapedia</i> ((Kirchner) Kuntze, 1898)		0,50
<i>Monoraphidium contortum</i> ((Thuret) Komárková-Legnerová in Fott, 1969))		5,13
<i>Monoraphidium tortile</i> ((West & GSWest) Komárková-Legnerová, 1969)		0,91
<i>Scenedesmus acuminatus</i> ((Lagerheim) Chodat, 1902)		0,05
Euglenophyceae		
<i>Lepocincles ovum</i> ((Ehrenberg) Lemmermann, 1901)		1,32
<i>Lepocincles</i> sp.	9,09	

Fonte: Própria (2019).

A classe Cyanophyceae teve maior representatividade em termos de densidade, tanto para o reservatório Acauã (87,18%), quanto para Boqueirão (63,64%). Para essa classe, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi a espécie com maior dominância (65,24%) no reservatório Acauã. Em Boqueirão, a mesma classe teve maior abundância de *Geitlerinema* sp. (36,36%) e

Planktothrix agardhii (18,18%). A classe Chlorophyceae, ausente em Boqueirão, totalizou 7,86% da abundância relativa em Acauã, sendo *Monoraphidium contortum* (5,13%) a espécie mais representativa (Figura 2).

A classe Bacillariophyceae representou apenas 3,64% da comunidade fitoplanctônica em Acauã, sendo representada apenas pela espécie *Navicula* sp. Em Boqueirão, a mesma classe (27,27%) foi representada, principalmente, pelo táxon *Nitzschia* sp. (18,18%). Para ambos os reservatórios, a classe Euglenophyceae apresentou a menor abundância relativa, com apenas um representante em Acauã, *Lepocincles ovum* (1,33%) e *Lepocincles* sp. (9,09%) em Boqueirão (Figura 2).

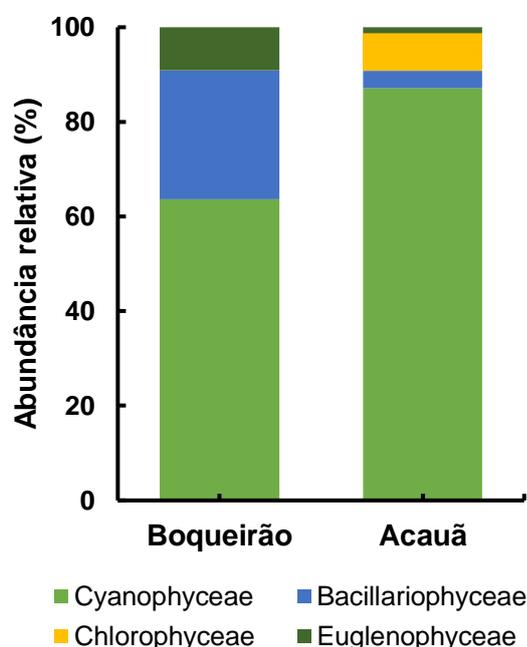


Figura 2. Abundância relativa da comunidade filoplanctônica nos reservatórios de Boqueirão e Acauã, Paraíba-Brasil, em fevereiro de 2017.

De acordo com os resultados obtidos, foi possível observar que os reservatórios Acauã e Boqueirão apresentaram maior dominância de cianobactérias. Sua dominância em água doce pode estar relacionada, principalmente, com a temperatura elevada e altas taxas de luminosidade em ambientes eutróficos (BUFORD *et al.*, 2016). Observou-se maiores densidades dessa classe no reservatório Acauã, o que sugere a ocorrência de florações. Estas florações são favorecidas pelos períodos de estiagem prolongada e interferem nas características hidrológicas, químicas e físicas para estes reservatórios do semiárido brasileiro (BRASIL *et al.*, 2016). Além disso, o aumento dessa classe pode reduzir a diversidade da comunidade fitoplanctônica (CHELLAPA, 2008). A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*

foi a cianobactéria dominante em Acauã. As cianobactérias são capazes de produzir toxinas que causam sérios problemas para o tratamento de água potável e para o risco à saúde dos seres humanos e animais, em decorrência da produção e liberação de citoxinas, hepatoxinas, neurotoxinas e dermatotoxinas (DALUE e WASSERMAN, 2018). Seu sucesso ecológico pode estar relacionado à vantagens adaptativas, como por exemplo, a capacidade de se manter sob baixa intensidade luminosa, elevada turbidez e capacidade de migração na coluna de água, devido a presença de vesículas de gás e células especializadas na fixação de nitrogênio (heterócitos) e armazenamento de fósforo (acinetos), preferencialmente, em períodos secos (BUFORD *et al.*, 2016). Outra espécie de cianobactéria, a *Geitlerinema* sp., presente no reservatório Boqueirão, apresentou maior abundância, podendo estar relacionada aos altos valores de nutrientes, a temperatura e altas condições de turbulência (DANTAS, 2008; MOURA *et al.*, 2012).

O mês de fevereiro/17, caracterizado pelo baixo volume hídrico, devido a seca severa, propiciou a redução do volume hídrico desses reservatórios. Em Boqueirão, a disponibilidade da água foi de apenas 3%, pois, a dominância das cianobactérias ocorre justamente nos períodos de escassez de chuva (BARBOSA *et al.*, 2012). Estudos afirmam, que durante a maior parte do ano, a dinâmica do fitoplâncton, em regiões semiáridas, indica que florações de cianobactérias ocorrem devido a ocorrência de secas (BOUVY *et al.*, 1999; DANTAS *et al.*, 2012; NASELLI-FLORES *et al.*, 2017).

O período de seca pode ter intensificado o processo de eutrofização e o aumento da turbidez, oferecendo condições ótimas para o crescimento de cianobactérias, pois conseguem competir sobre outras comunidades fitoplanctônicas. Estas espécies, de morfotipos filamentosos, são fortes competidoras pelo fato de apresentarem células diferenciadas (BOUVY *et al.*, 2000).

Portanto, a redução do volume hídrico, pode modificar a comunidade fitoplanctônica e aumentar a biomassa das cianobactérias (NASELLI-FLORES *et al.*, 2007). Nessa perspectiva, é necessário o constante monitoramento desses reservatórios, pois, é uma das formas de avaliar a composição da comunidade fitoplanctônica, utilizada como bioindicadora da qualidade da água (WU *et al.*, 2014). Diante dos eventos caracterizados pelas secas prolongadas e ambientes cada vez mais eutrofizados, têm se tornado um grande problema para a qualidade da água em todo o mundo, como também, às frequente florações de cianobactérias assumem uma importante relevância no que diz respeito a saúde pública na sociedade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluiu-se que, o entendimento da comunidade fitoplanctônica é importante para descrever as condições ambientais dos reservatórios. Sendo que, as cianobactérias tiveram maior dominância nesses ecossistemas aquáticos na região semiárida brasileira devido a influência do ambiente, favorecendo suas florações. Nessa perspectiva, são necessárias o constante monitoramento que utilizem fatores físicos e químicos aliados com os biológicos para prever possíveis impactos nas funções ecossistêmicas fornecidas por esse sistema ecológico.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas. Meteorologia: chuvas. 2019. Paraíba. Disponível em: <<https://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/climatologia/>>. Acesso em: 10 junho de 2019.
- ARAGÃO-TAVARES, N. K. C.; MOURA, A. N.; DANTAS, Ê. W. Persistence and stability of phytoplankton communities in eutrophic reservoirs of northeastern Brazil. vol. 40, n. 3, pp. 749-759, **Brazilian Journal of Botany**, 2017.
- ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. vol. 18, n. 6, pp. 437 – 443. **Fisheries Management and Ecology**, 2011.
- ARAÚJO, J.C.2003. Assoreamento em reservatórios do semi-árido: modelagem e validação. Porto Alegre 8, 39-56. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**,2003
- BARBOSA, L. G., BARBOSA, P. M. M., & BARBOSA, F. A. R. Vertical distribution of phytoplankton functional groups in a tropical shallow lake: driving forces on a diel scale. vol. 23, pp. 63-73. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2011.
- BECKER, V.; HUSZAR, V. L.; CROSSETTI, L. O. Responses of phytoplankton functional groups to the mixing regime in a deep subtropical reservoir. **Hydrobiologia**, v. 628, n. 1, p. 137-151, 2009.
- BECKER, V.; ILHARA, P.; YUNES, J. S.; & HUSZAR, V. L. M. Occurrence of anatoxina(s) during a bloom of *Anabaena crassa* in a water-supply reservoir in southern Brazil. vol. 22, pp. 235-241. **Journal of Applied Physiology**, 2010.
- BICUDO CEM, MENEZES M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2 ed. São Carlos, Rima, 2006.
- BOUVY, M. *et al.* Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, 493(1-3), 115-130, 2003.
- BOUVY, M. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. vol. 23, n. 1, pp. 13-27. **Aquatic microbial ecology**, 2000.

BOUVY, Marc *et al.* 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, n. 3, p. 285-297, 1999.

BRASIL, J.; ATTAYDE, J. L.; VASCONCELOS, F. R.; DANTAS, D. D. F.; HUZZAR, V. L. M. Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. vol. 770, pp. 145-164. **Hydrobiologia**, 2016.

BURFORD, M. A. Understanding the winning strategies used by the bloom-forming cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*. vol. 54, pp. 44-53. **Harmful Algae**, 2016.

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**, vol. 79, p. 594-607, 2012.

CANTIN, A., BEISNER, B. E., GUNN, J. M., PRAIRIE, Y. T., & WINTER, J. G. Effects of thermocline deepening on lake plankton communities. vol. 68(2), pp. 260-276. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 2011.

CHELLAPPA, N. T.; CÂMARA, F. R. A.; ROCHA, O. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves reservoir and Pataxó channel, Rio Grande do Norte, Brazil. vol. 69, n. 2, pp. 241 – 251. **Brazilian Journal of Biology**, 2009.

CHELLAPPA, N.T.; BORBA, J.M.; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, Rio Grande do Norte, Brazil. vol. 68, n. 3, pp. 477-494. **Brazilian Journal of Biology**, 2008.

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. vol. 778, pp. 75-89. **Hydrobiologia**, 2016.

CARMICHAEL, W.W., Azevedo, S.M.F.O., Molica, R.J.R., Jochimsen, E.M., Lau, S., Rinehart, K.L., Shaw, G.R., Eaglesham, G.K., 2001. Human fatalities from Cyanobacteria: Chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environ. Health Perspect.* 109, 663–8

DALU, T.; WASSERMAN, R. J. Cyanobacteria dynamics in a small tropical reservoir: understanding spatio-temporal variability and influence of environmental variables. vol. 643, pp. 835-841. **Science of the total environment**, 2018.

DANTAS, Ê. W., Carmo Bittencourt-Oliveira, M., Moura, A. N. Dynamics of phytoplankton associations in three reservoirs in northeastern Brazil assessed using Reynolds' theory. **Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters**, 42(1), 72-80, 2012

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

FIGUEREDO, C. C. From intermittent to persistent cyanobacterial blooms: identifying the main drivers in an urban tropical reservoir. vol. 75, n. 3. **Journal of limnology**, 2016.

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.

FREITAS, F.R.S., RIGHETTO, A.M., ATTAYDE, J.L., 2011. Cargas de fósforo total e material em suspensão em um reservatório do semi-árido brasileiro. **Oecologia Australis** 15, 655-665.

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. vol.35, n 2, pp. 265-280. **Hoehnea**, 2008.

HAVENS, Karl E. et al. Dynamics of cyanobacteria blooms are linked to the hydrology of shallow Florida lakes and provide insight into possible impacts of climate change. **Hydrobiologia**, p. 1-17, 2017.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1989. Abordagem moderna do sistema de classificação de cianófitos, 4: Nostocales. vol. 56, pp. 247-345. **Algological Studies**, 1989.

KOMÁREK, J., AZEVEDO, M. T. P., LEGNEROVÁ, J.K., SANT'ANNA, C.L. & SENNA P.A.C. 2002. Dois comuns *Microcystis* espécies (Chroococcales, Cyanobacteria) da América tropical, incluindo *M. panniformis* sp.nov. vol. 23, pp. 159-177. **Cryptogamie Algologie**, 2002.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K.; Cyanoprokaryota 2: Oscillatoriales. In: Süßwasserflora Von Mitteleuropa. Elsevier, **Spektrum Akademischer Verlag**, 2005.

KOMÁREK. In Mundaú reservoir, a semiarid Brazilian ecosystem. vol. 27, n. 3, pp. 322-329. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 2015.

LOBO, E. & LEIGHTON, G., 1986, Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar.**, 22(1): 1-29.

LOPES, M. R. M., BICUDO, C. E. D. M., & FERRAGUT, M. C. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. In *Aquatic Biodiversity II*. pp. 235-247. **Springer, Dordrecht**, 2005.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Brasília (DF). MIN, 2004.

Moura, A.N.; Nascimento, E.C. & Dantas, E.W. (2012). Temporal and spatial dynamics of phytoplankton near farm fish in eutrophic reservoir in Pernambuco, **Brazil. Revista de Biologia Tropical**, 60(2):581-97

NASELLI-FLORES, L., K. MARTENS, D. FONTANETO & THOMAZ, S. M. Preface: emerging trends in aquatic ecology II. pp. 1-5. **Hydrobiologia**, 2017.

NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R.; CHORUS I. & KURMAYER R. Toxic cyanobacterial blooms in reservoirs under a semiarid Mediterranean climate: the magnification of a problem. vol. 22, pp. 399-404. **Environmental Toxicology**, 2007.

O'NEIL, J. M. The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change. vol. 14, p. 313-334. **Harmful algae**, 2012.

PADISÁK, J. Phytoplankton. Pp. 251-308. in: P.E. O'Sullivan & C.S. Reynolds (eds.). The Lakes Handbook 1. **Limnology and Limnetic Ecology**. Blackwell Science Ltd., Oxford, UK. 699p., 2003.

PADISÁK, J.; CROSSETTI, L.O.; NASELLI-FLORES, L. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. vol. 621, pp. 1-19. **Hydrobiologia**, 2009.

PHILIPS, G.; LYCHE-SOLHEIM, A.; SKJELBRED, B.; MISCHKE, U.; DRAKARE, S.; FREE, G.; JARVINEN, M.; de HOYOS, C.; MORABITO, G.; POIKANE, S.; CARVALHO, L. A phytoplankton trophic index to assess the status of lakes for the Water Framework Directive. vol. 704, pp.75-95. **Hydrobiologia**, 2013.

PAERL, H. W. & T. G. OTTEN. Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. **Microbial Ecology** 65: 995–1010, 2013

REYNOLDS, C.S. A physiological interpretation of the dynamic responses of a population of a planktonic diatom to physical variability of the environment. **New Phytologist**, 95: 41-53, 1983.

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

REYNOLDS, C.S. et al. Towards a functional classification of the fresh water phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v. 24, p.417- 428, 2002.

REYNOLDS, C.S. Vegetation Process in the Pelagic: a Model for ecosystem Theory. **Ecology Institute Oldendorf/Luhe**, Germany. 367p., 1997.

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

ROSS, J. Práticas de Ecologia. pp.181. Barcelona: **Ediciones Omega**, 1979.

SALAZAR-GOMEZ, I. *et al.* Cambios diarios de la biomasa fitoplanctónica en la bahía de Mochima, Venezuela, durante la época de lluvia. **Bol. Inst. Oceanogr.** Venezuela, v. 50, n. 1, p. 69–77, 2011.

SALMASO, N.; L. NASELLI-FLORES, L.; PADISÁK, J. Functional classifications and their application in phytoplankton ecology. vol. 60(4), pp. 603-619. **Freshwater Biology**, 2015.

SCHINDLER, D.W. The dilemma of controlling cultural eutrophication of lakes. vol. 279, pp. 4322-4333. **Proc R Soc**, 2012.

SEVINDIK, T. O., CELIK, K., NASELLI-FLORES, L. Spatial heterogeneity and seasonal succession of phytoplankton functional groups along the vertical gradient in a mesotrophic reservoir. In Annales de Limnologie- **International Journal of Limnology** (Vol. 53, pp. 129-141). EDP Sciences, 2017.

WU, N.; SCHMALZ, B; FOHRE, N. Study Progress in Riverine Phytoplankton and its use as transposition between the São Francisco and upper Paraná river basins. **Austin Journal of Hydrology**, p.1-9, 2014.

YANG, B.; JIANG, Y.; HE, W. LIU, W.; KONG, X.; JORGENSEN, S. E.; XU, F. The tempo-spatial variations of phytoplankton diversities and their correlation with trophic state levels in a large eutrophic Chinese lake. vol. 66, pp. 153-162. **Ecological Indicators**, 2016.