

CRISE HÍDRICA E SUAS IMPLICAÇÕES NA DINÂMICA DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO.

Camila Ferreira Mendes (1); Vanessa Virginia Barbosa (2); Patrícia Silva Cruz (3); Juliana Severiano dos Santos (4); José Etham de Lucena Barbosa (5)

¹Universidade Estadual da Paraíba, camilafmendes@hotmail.com

²Universidade Estadual da Paraíba, vanessa_bio18@hotmail.com

³Universidade Estadual da Paraíba, patriciacruz_biologa@hotmail.com

⁴Universidade Estadual da Paraíba, jsantosseveriano@gmail.com

⁵Universidade Estadual da Paraíba, ethambarbosa@hotmail.com

Resumo: Os últimos anos têm sido marcados por índices pluviométricos muito abaixo das médias registradas em anos anteriores. Condições de estiagem prolongada são comum para as regiões semiáridas, e essas condições, consequentemente influenciam diretamente a dinâmica química, física e biológica dos ecossistemas aquáticos dessa região. A proposta deste trabalho foi identificar as principais implicações causadas pela crise hídrica na dinâmica da comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido paraibano. As amostragens foram realizadas em quatro reservatórios: Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções. A frequência de coleta foi trimestral no período de Outubro de 2015 a Junho de 2016, e as amostras foram coletadas na subsuperfície, em três pontos em cada reservatório. In situ, foram coletados dados físicos com auxílio de sonda multiparamétrica. As amostras de água foram utilizadas para análises de nutrientes e análises qualitativas e quantitativas da comunidade fitoplanctônica. Dados de precipitação e volume dos reservatórios foram obtidos do banco de dados da AESA. Foi realizada uma análise exploratória dos dados, e uma RDA a fim de verificar quais variáveis ambientais influenciaram a dinâmica do fitoplâncton. Foi verificado baixa pluviosidade, especialmente no mês de Outubro, e todos os reservatórios apresentaram volume reduzido durante o período de estudo. As maiores temperaturas foram verificadas no reservatório Poções. Todos os reservatórios apresentaram pH alcalino (≥ 8), colunas de água oxigenadas e com elevada turbidez, provavelmente devido a grande quantidade de partículas orgânicas. Os reservatórios podem ser classificados como eutróficos baseados nas concentrações de NT e PT quantificadas em todos os períodos amostrados. Um total de 51 espécies do fitoplâncton foi encontrado durante o estudo. Chlorophyceae contribui com o maior número de espécies (22), seguida por Cyanophyceae (18), Euglenophyceae (7) e Bacillariophyceae (4). Todos os reservatórios apresentaram maior riqueza de Cyanophyceae durante os meses amostrados, com exceção de Poções que demonstrou uma mudança significativa em sua composição, tendo maior contribuição das classes Chlorophyceae e Euglenophyceae. Para a densidade, foi verificada a mesma dinâmica de maior contribuição de cianobactérias para todos os reservatórios, com exceção de Poções. Para a RDA foram utilizadas as espécies que apresentaram dominância acima de 5% da densidade total. As amostras foram distribuídas na RDA de acordo com as principais características dos períodos e estações de amostragem, tendo uma explicabilidade total de 56,09%. O eixo 1 da RDA explicou 24,29% da relação entre as espécies do fitoplâncton e as variáveis ambientais, e o eixo 2 explicou 36,45%. As variáveis temperatura e volume foram direcionadoras das cianobactérias especialmente nos reservatórios Acauã e Boqueirão. Enquanto a precipitação, salinidade, turbidez e sólidos totais dissolvidos foram as variáveis que direcionaram a comunidade fitoplanctônica, principalmente no reservatório Poções. É possível verificar que ecossistemas aquáticos pertencentes a uma mesma bacia hidrográfica, podem apresentar diferentes dinâmica da comunidade de algas, sendo a reduzida precipitação um fator que favorece o desenvolvimento das florações de cianobactérias.

Palavras-chave: eutrofização, cianobactérias, estiagem, nutrientes.

Introdução

Os efeitos das mudanças climáticas trazem como consequência condições atípicas que se apresentam de forma diferenciada nas regiões brasileiras. Segundo informações do INPE, as temperaturas das águas do Atlântico, o fenômeno El Niño no Pacífico e a baixa umidade atmosférica são fatores influenciadores para a irregularidade de chuvas. Recentemente, não apenas a região Nordeste do Brasil passou por momentos de crise hídrica, mas estados do Sudeste enfrentaram um período de seca que afetou muitos reservatórios que são de relevante importância para o abastecimento público (MARENGO *et al.*, 2015).

Nos estados da região semiárida, as principais características climáticas são a irregularidade das chuvas, alta incidência luminosa, elevada taxa de evapotranspiração. Tais fatores contribuem para uma rápida redução no volume dos reservatórios, e, além disso, esses ambientes são rasos e a sua morfologia intensificam essa perda. Esse conjunto de fatores pode promover modificações nas características físicas e químicas da água, ocasionando consequentemente alterações na dinâmica biológica do corpo hídrico (BARBOSA *et al.*, 2012).

A comunidade fitoplanctônica tem sua dinâmica alterada rapidamente conforme as mudanças tanto climatológicas, como nas características da água vão acontecendo. Então, em momentos de crise hídrica, e de secas ainda mais severas, os reservatórios do semiárido chegam aos seus menores volumes, intensificando, assim, a eutrofização e favorecendo a dominância das espécies de cianobactérias (BRASIL *et al.*, 2016). Por outro lado, pode haver uma diminuição da biomassa e favorecimento das espécies de diatomáceas e criptofíceas (MEDEIROS *et al.*, 2015).

Diante do exposto, a proposta deste trabalho foi identificar as principais implicações causadas pela crise hídrica na dinâmica da comunidade fitoplanctônica em reservatórios do semiárido paraibano.

Metodologia

As amostragens limnológicas foram operacionalizadas em quatro reservatórios da Bacia do Rio Paraíba (Figura 1), localizada nas coordenadas 21°30'20" latitude Sul e 41°04'12,21" longitude Oeste e 22°19'32,45". São eles: Epitácio Pessoa (Boqueirão), localizado no município de Boqueirão; Argemiro de Figueiredo (Acauã), localizado na cidade de Itatuba; Poções, em Monteiro; e Camalaú em Camalaú.



Figura 1: Mapa representativo dos locais de amostragem na região semiárida brasileira A – reservatório Poções, B – reservatório Camaláu, C – reservatório Boqueirão, D – reservatório Acauã.

A frequência de coleta foi trimestral no período de Outubro de 2015 a Junho de 2016, e as amostras foram coletadas na subsuperfície, em três pontos em cada reservatório. Para coleta de água foi utilizada a garrafa do tipo Van Dor e em *in situ* foi determinado as variáveis ambientais como temperatura da água, pH, turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg/L) e sólidos totais dissolvidos e salinidade através de sonda multiparamétrica de marca HORIBA- U50. Os nutrientes estudados foram: amônia (NH_4), nitrito (NO_2^-) e ortofosfato (SRP), nitrato (NO_3^-), fósforo total (PT) e nitrogênio total (NT) (APHA *et al.*, 1998). Os dados de precipitação e volume dos reservatórios foram obtidos do banco de dados disponível no site da AESA (Agência Executiva de Gestão das águas do Estado da Paraíba).

Para estudo qualitativo do fitoplâncton, as amostras foram coletadas com rede de plâncton com abertura de malha de $20\mu\text{m}$, através de arrasto horizontal na superfície da água. Depois de coletadas foram acondicionadas em frascos de plástico e fixadas com formol 4%. A análise do material biológico foi realizada no laboratório de Ecologia Aquática do Campus I da UEPB, a partir da confecção de lâminas semi-permanentes e posteriores observações em microscópio óptico da marca Olympus, modelo CX31. Foram analisados em cada amostra, características morfológicas dos organismos, as quais foram utilizadas para o enquadramento taxonômico dos mesmos em chaves de identificação disponíveis em artigos e livros especializados para cada grupo algal. Os táxons foram identificados a partir de amostras populacionais, sempre que possível a níveis

específicos e intraespecíficos. Gêneros e espécies de cianobactérias foram identificados por observação em microscópio por distinção das características morfológicas citadas na literatura (KOMAREK & AGNOSTIDIS, 1986; BAKER, 1991, 1992). A quantificação foi realizada utilizando-se a técnica de sedimentação (Utermöhl (1958)), sendo contado pelo menos um transecto da câmara ou 100 indivíduos da espécie mais abundante.

Uma análise exploratória descritiva de riqueza, densidade e espécies dominantes foi realizada, bem como dos dados físicos e químicos. Para uma descrição da relação entre a densidade da comunidade fitoplanctônica e as variáveis ambientais, foi realizada uma análise de redundância (RDA).

Resultados e discussão

Durante o estudo, os meses de menores e maiores índices pluviométricos foram outubro e dezembro, respectivamente. É possível verificar que ao longo do tempo os volumes dos reservatórios Acauã e Boqueirão diminuíram significativamente. O reservatório Poções atingiu o estado de colapso hídrico no mês de dezembro, tendo aumentado seu volume em fevereiro, após um período pontual de chuva. Dentre os reservatórios estudados, Camalaú apresentou volume reduzido nos períodos de menor precipitação e acúmulo de água acompanhando os períodos de chuva, mantendo seu volume constante. (Figura 2).

A temperatura da água variou de 23,4° C a 28,9° C, sendo a maior amplitude térmica verificada no reservatório Poções (5,3° C), observando-se maiores temperaturas especialmente no mês de fevereiro e menores em outubro. Todos os reservatórios apresentaram pH alcalino (≥ 8), colunas de água oxigenadas e com elevada turbidez, provavelmente devido a grande quantidade de partículas orgânicas. Os reservatórios podem ser classificados como eutróficos baseados nas concentrações de NT e PT quantificadas em todos os períodos amostrados (THORNTON; RAST, 1993) (Tabela 1).

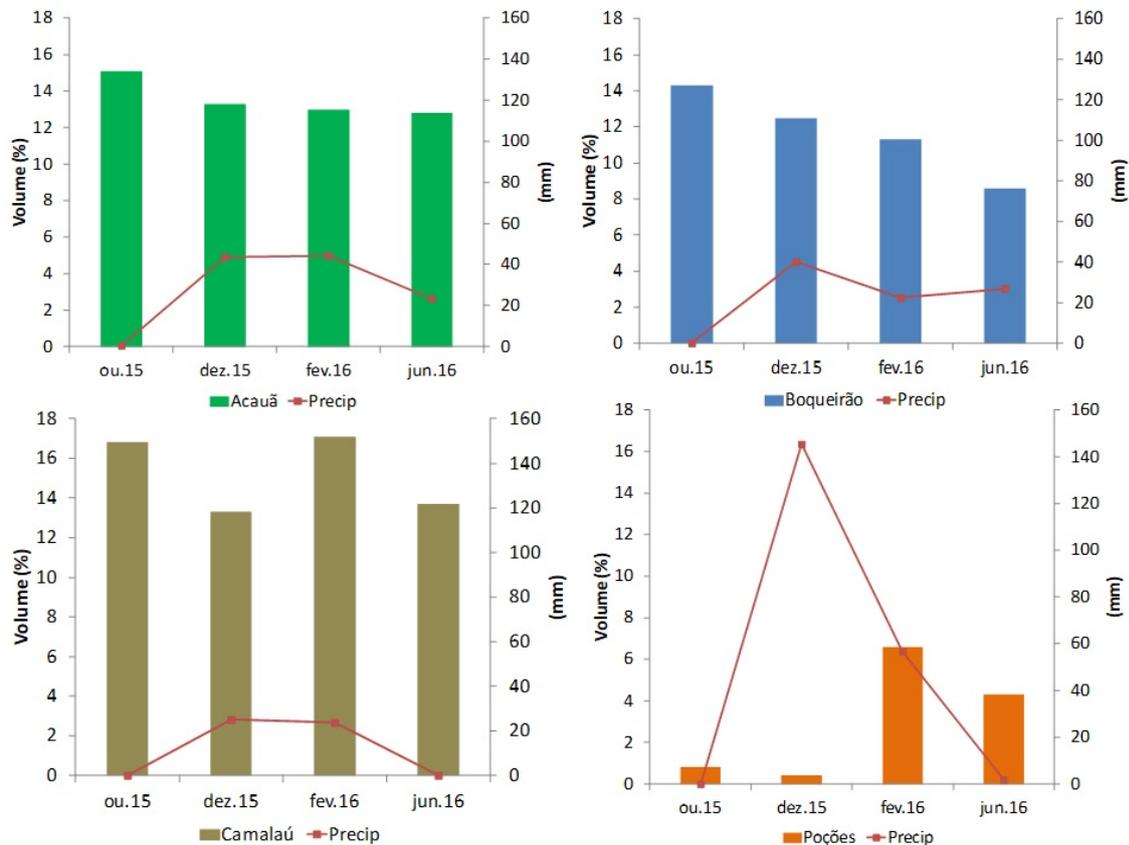


Figura 2 – Precipitação e volume dos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções no período de Outubro de 2015 a Junho de 2016.

Um total de 51 espécies do fitoplâncton foi encontrado durante o estudo. Chlorophyceae contribui com o maior número de espécies (22), seguida por Cyanophyceae (18), Euglenophyceae (7) e Bacillariophyceae (4). Todos os reservatórios apresentaram maior riqueza de Cyanophyceae durante os meses amostrados, com exceção de Poções que demonstrou uma mudança significativa em sua composição, tendo maior contribuição das classes Chlorophyceae e Euglenophyceae. Para a densidade, foi verificada a mesma dinâmica de maior contribuição de cianobactérias para todos os reservatórios, com exceção de Poções (Figura 3).

Tabela 1. Médias das variáveis ambientais T = temperatura, pH, Turbidez e OD = oxigênio dissolvido, NH₄ = amônio, NO₂ = nitrito, NO₃ = nitrato, NT = nitrogênio total, SRP = fósforo reativo solúvel e PT = fósforo total nos meses amostrados out.15 = outubro de 2015, dez.15 = dezembro de 2015, fev.16 = fevereiro de 2016 e jun.16 = junho de 2016, nos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções, pertencentes à Bacia do Rio Paraíba.

Reservatórios	Meses	Parâmetros									
		T	pH	Turbidez	OD	NH ₄	NO ₂	NO ₃	NT	SRP	PT
Acauã	out.15	26,9	10,3	96,8	10,8	45,0	0,4	36,0	182,7	53,1	52,8
	dez.15	27,2	10,2	100,0	6,4	112,7	18,2	63,2	212,9	49,2	118,7
	fev.16	28,9	10,4	137,7	6,4	60,0	0,8	1,2	205,2	63,9	73,7
	jun.16	28,1	8,0	105,6	6,2	620,5	8,2	49,7	756,0	138,3	233,3
Boqueirão	out.15	25,4	10,2	56,2	7,9	70,3	1,0	24,0	106,0	24,8	57,0
	dez.15	25,8	10,3	66,5	8,0	84,3	1,2	33,2	257,0	13,2	82,8
	fev.16	26,6	10,6	81,3	8,0	109,6	1,0	29,5	97,9	23,2	88,0
	jun.16	26,8	8,1	8,7	8,9	148,0	3,4	44,8	270,4	56,3	104,0
Camalaú	out.15	23,6	9,9	178,7	6,7	58,7	0,5	17,5	195,2	28,2	55,7
	dez.15	25,4	9,9	46,9	8,3	133,7	1,1	34,3	201,0	29,5	61,2
	fev.16	26,8	9,0	99,6	6,1	30,0	1,1	24,8	149,3	6,5	34,5
	jun.16	24,2	8,4	1,1	11,4	172,3	106,3	193,8	616,0	68,0	162,6
Poções	out.15	23,4	10,3	633,0	9,3	43,3	44,3	16,3	249,1	78,2	698,8
	dez.15	23,9	10,0	423,3	5,2	64,3	46,0	37,1	102,0	489,8	584,6
	fev.16	28,7	9,0	86,1	4,8	88,0	0,2	21,4	130,2	121,5	257,0
	jun.16	24,4	8,4	0,9	37,8	89,8	10,7	25,0	280,9	92,5	410,7

Para a RDA foram utilizadas as espécies que apresentaram dominância acima de 5% da densidade total. As amostras foram distribuídas na RDA de acordo com as principais características dos períodos e estações de amostragem, tendo uma explicabilidade total de 56,09%. O eixo 1 da RDA explicou 24,29% da relação entre as espécies do fitoplâncton e as variáveis ambientais, e o eixo 2 explicou 36,45% (Figura 4). As variáveis identificadas pela análise como dirigentes da comunidade fitoplanctônica foram: volume, precipitação, temperatura, oxigênio dissolvido, salinidade, turbidez e sólidos totais dissolvidos. As espécies de cianobactérias filamentosas *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn, *Pseudanabaena galeata* Böcher, *Limnothrix planctonica* (Woloszynska) Meffert e *Geitlerinema amphibium* (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis, e a espécie colonial *Chroococcus*

dispersus (Keissler) Lemmermann, foram diretamente relacionadas com a temperatura e volume do reservatório, principalmente para os reservatórios Acauã e Boqueirão. A cianobactéria colonial *Aphanocapsa koordersii* K.M.Strøm, e as euglenas *Trachelomonas volvocina* (Ehrenberg) Ehrenberg e *Trachelomonas hispida* (Perty) F.Stein, foram relacionadas com o oxigênio dissolvido, principalmente nas amostragens do mês de Junho em Camalaú e Poções. Para os demais períodos de Poções houve dominância da euglena *Lepocincles* sp. e as variáveis direcionadoras foram precipitação, salinidade, turbidez e sólidos totais dissolvidos.

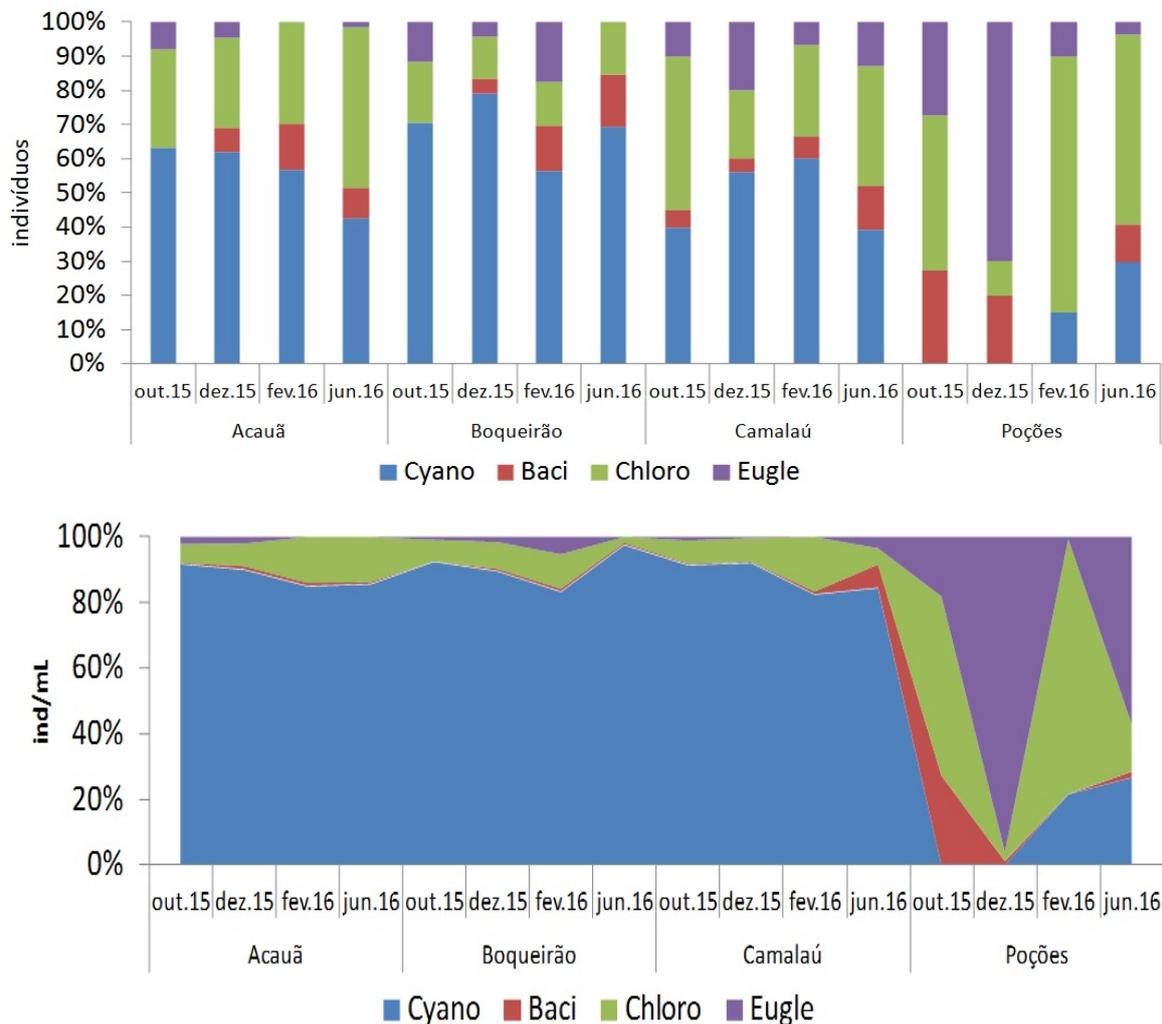
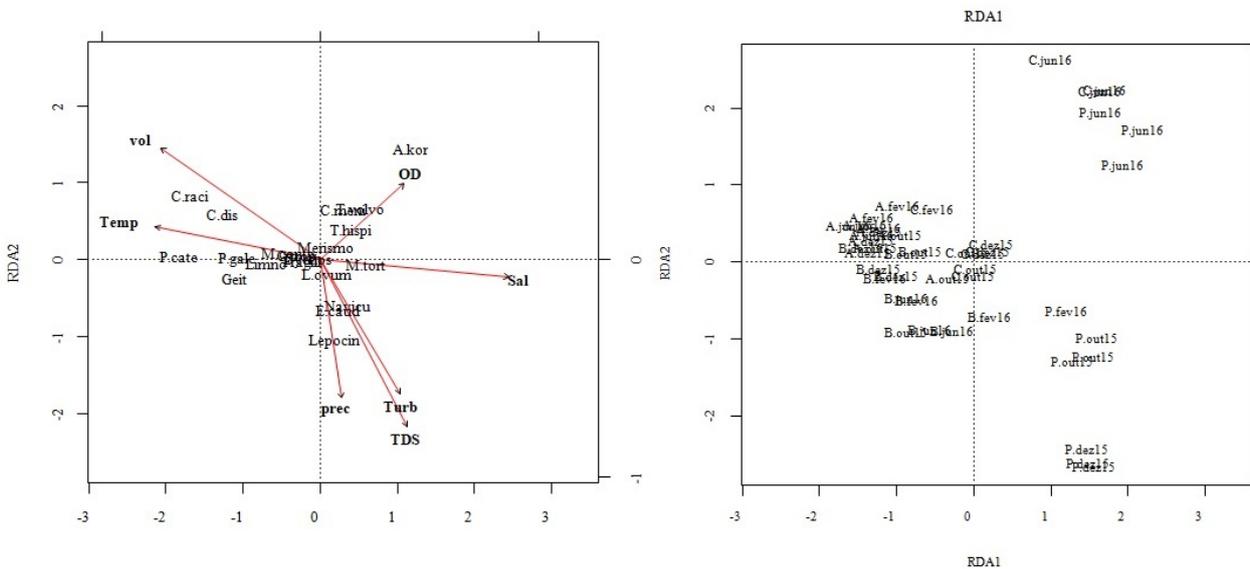


Figura 3: Contribuição da (A) riqueza e (B) densidade da comunidade fitoplanctônica nos reservatórios Acauã, Boqueirão, Camalaú e Poções.

Nossos resultados mostram que principalmente os reservatórios Acauã e Boqueirão foram dominados por cianobactérias em todo o período de amostragem. Os impactos da seca nas características hidrológicas, químicas e físicas para estes reservatórios favoreceram as florações de cianobactérias (BRASIL *et al.*, 2016). A falta de precipitação mantém a coluna d'água estabilizada, e com a redução do volume dos reservatórios, ocorre uma concentração de nutrientes, mantendo assim, as florações, fato que talvez fosse interrompido com eventos de chuva (de SENERPONT DOMIS *et al.*, 2013). Por outro lado, o reservatório Poções, nos períodos em que apresentou menor volume acumulado foi dominado por euglenas. Então, mesmo com a concentração de nutrientes, as cianobactérias não foram favorecidas, possivelmente pelo sistema apresentar alta turbidez e quantidade de matéria orgânica (MEDEIROS *et al.*, 2015).



Conclusões

Nossos resultados sugerem que em meio a crise hídrica, a comunidade fitoplanctônica encontrada nos reservatórios da região semiárida apresentam dinâmica diferenciada mesmo pertencendo a uma mesma bacia hidrográfica. Os reservatórios Acauã e Boqueirão foram dominados pelas cianobactérias e influenciados pela redução do volume e maiores temperaturas, enquanto que o reservatório Poções apresentou maiores densidades de euglenas e foi influenciado pela salinidade, precipitação, turbidez e sólidos totais dissolvidos. Mesmo todos os reservatórios sendo eutróficos, para este estudo, as concentrações de nutrientes não influenciaram a comunidade de algas.

Fomento

FINEP/ CAPES

Referências

APHA. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington, DC.: American Public Health Association. p.1220, 1995.

BAKER, P. Urban Water Research Association of Australia. Identification of Common Noxious Cyanobacteria, Part1:Nostocales. Australian Centre for Water Treatment and Water Quality Research. **Research Report** 29. Melbourne and Metropolitan Board of Works, 1991.

BAKER, P. Urban Water Research Association of Australia. Identification of Common Noxious Cyanobacteria, Part2: Chroococcales, Oscillatoriales. Australian Centre for Water Treatment and Water Quality Research. **Research Report** 46, Melbourne Water Corporation, 1992.

BARBOSA, José Etham de Lucena *et al.* Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia** v. 24, n. 1, p. 103–118 , 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2179-975X2012000100010&lng=en&tlng=en>.2179-975X.

BRASIL, Jandeson *et al.* Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. **Hydrobiologia** v. 770, n. 1, p. 145–164 , 2016.0018-8158.

KOMAREK J, AGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes 2-chroococcales. Archives of Hydrobiology Algol Studies 43(Suppl 73), 157-226, 1986.

MEDEIROS, Luciana de Castro *et al.* Is the future blue-green or brown? The effects of extreme events on phytoplankton dynamics in a semi-arid man-made lake. **Aquatic Ecology** v. 49, n. 3, p. 293–307 , 2015.

MARENGO, José A. *et al.* A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP** n. 106, p. 31 , 2015. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/110101>>.

THORNTON, J. A.; RAST, W. A test of hypotheses relating to the comparative limnology and assessment of eutrophication in semi-arid man-made lakes. **Comparative Reservoir Limnology and Water Quality Management** n. 1985, p. 1–24 , 1993.4951176289.