

DOMINÂNCIA DE *Cylindrospermopsis raciborskii* EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Patrícia Silva Cruz (1); Camila Ferreira Mendes (1); Leandro Gomes Viana (2); Raniele Daiana dos Santos Silva Oliveira (3); José Etham de Lucena Barbosa (4)

- (1) Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. E-mail: patriciacruz_biologa@hotmail.com
(1) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: camilafmendes@hotmail.com
(2) Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, e-mail: ranielledaiana@hotmail.com
(3) Universidade Estadual da Paraíba -UEPB, e-mail:ethambarbosa@hotmail.com

Resumo: O presente estudo objetivou avaliar e identificar em escala temporal os fatores que promovem influência na dominância da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* em reservatório tropical do semiárido brasileiro. O estudo foi realizado no reservatório Argemrio de Figueiredo (Acauã), divisor de águas entre o médio e baixo rio Paraíba. As amostragens foram realizadas mensalmente, ao longo de 13 meses, no ponto de captação (sistema adutor da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba-CAGEPA) na subsuperfície. Foram identificadas um total de 10 espécies, pertencentes a classe das Cianobactérias. Dentre as espécies identificadas, a *Cylindrospermopsis raciborskii* contribuiu com 51% da biomassa total de cianobactérias e esteve presente em todo o período do estudo. A permanência da baixa transparência da água do reservatório funcionou como fator significativo ($p=0,0001$) para o favorecimento de cianobactérias filamentosas (*Cylindrospermopsis raciborskii*) que possui várias habilidades, dentre elas, o baixo requerimento de luz. As condições ambientais favoreceram o desenvolvimento das cianobactérias, com dominância da espécie *C. raciborskii*, relacionada a disponibilidade de nutrientes (fósforo) e disponibilidade de luz.

Palavras-Chave: Ecossistema Raso, Cianobactérias, Nutrientes.

Introdução

Dentre os problemas de maior impacto atual na saúde pública relacionado com a poluição dos corpos hídricos destaca-se a ocorrência cada vez mais frequente de florações algais com predominância de cianobactérias, em particular de espécies potencialmente produtora de cianotoxinas. Essa problemática encontra-se disseminada em corpos aquáticos por todo mundo, associada, principalmente, à disponibilidade de nutrientes nos mananciais (eutrofização), ao aumento da temperatura das superfícies da água como efeito das mudanças no clima mundial (O'NEIL et al., 2012).

A distribuição e ocorrência das florações de cianobactérias são reguladas por fatores ambientais e bióticos, de forma que a proliferação de diferentes populações é favorecida pela versatilidade metabólica e pelas adaptações estruturais e enzimáticas que essas populações utilizam com a finalidade de sobreviver em condições adversas e limitantes (FERNADES et al., 2009).

As espécies pertencentes a esse grupo diferem amplamente em aspectos morfológicos e funcionais que afetam a produção de toxinas e a interação com outros organismos (SOARES et al., 2013). O desenvolvimento de adaptações morfológicas como vesículas gasosas, que possibilitam a migração na coluna d'água, a capacidade de fixação de nitrogênio, de estocar fósforo e a heterotrofia possibilitam às cianobactérias sua dominância na comunidade fitoplanctônica sob condições físicas estáveis, desenvolvendo densas florações em ambientes ricos em nutrientes (DELAZARI-BARROSO, 2007). Esse processo é visto como um mecanismo adaptativo direcionado à utilização ótima dos recursos ambientais, ao mesmo tempo em que reduz a luminosidade para outras populações algais potencialmente competidoras (REYNOLDS, 1997).

Na região semiárida brasileira, uma série de característica climática e geomorfológica favorece a eco-fisiologia das cianobactérias, dentre elas: a alta variação espacial e temporal na precipitação; baixa amplitude térmica com temperaturas acima de 25°C ao longo do ano; alta evapotranspiração potencial, levando a um déficit no equilíbrio hídrico durante pelo menos nove meses do ano; solos pouco profundos e pouco estruturados; captação de drenagem caracterizada por rios e rios de fluxo intermitente; e cobertura vegetal decidual, denominada "Caatinga" (BARBOSA et al., 2012).

Vários estudos tem reportado a dominância desses organismos em mananciais de abastecimento público, onde as florações tóxicas de cianobactérias são consideradas como um dos maiores problemas em ecossistemas de água doce, pois estão associadas a alterações nos aspectos organolépticos da água, como má aparência e odor desagradável, causando também danos ecológicos, tais como alterações nas cadeias alimentares, com potenciais efeitos na ciclagem de nutrientes e na biodiversidade, além de danos à saúde humana (FERNANDES et al., 2009; PAERL et al., 2011). Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar e identificar em escala temporal os fatores que promovem influência na dominância da espécie *Cylindropermopsis raciborskii* em reservatório tropical do semiárido brasileiro.

Metodologia

Área de estudo: O estudo foi realizado no reservatório Argemrio de Figueiredo (Acauã), divisor de águas entre o médio e baixo rio Paraíba (7°27,5'3''S, 35°35'52,6''W), possui bacia hidráulica de 2.300ha de área e 253.000,000 m³ de capacidade de acumulação. Possui profundidades máxima de 58 m e média de 25m. Drena águas de toda a região metropolitana de Campina Grande e foi construído para abastecimento de 17 cidades do planalto da Borborema.

Amostragens: As amostragens foram realizadas mensalmente, ao longo de 13 meses, no ponto de captação (sistema adutor da Companhia de Água e Esgotos da Paraíba-CAGEPA) na subsuperfície. 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 20 μ m) e fixação com formol à 4%.

Variáveis abióticas e Comunidade Fitoplacntônica: Foram medidas através de sonda multiparamétrica (Horiba, U-50): turbidez, temperatura, pH e sólidos dissolvidos totais. Para estimar a transparência da água, utilizou-se a profundidade de extinção obtida com o disco de Secchi. Para as análises dos nutrientes (Fósforo Total - PT e Fósforo Reativo Solúvel-PSR) seguiram as recomendações descritas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012). A determinação da concentração de clorofila-a foi através da extração com etanol a 96% (JESPERSEN; CHRISTOFFERSEN,1987).

Para análise da comunidade fitplacntônica, foram realizadas identificações das cianobactérias seguindo-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⁻¹).

Análise Estatística: Para verificar diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as variáveis abióticas e bióticas durante o período amostral foi realizada a análise de variância (ANOVA). Foram ainda realizados testes de correlação de Spearman para verificar as variáveis abióticas relacionadas com a biomassa da *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Resultados e discussão

Em relação a comunidade fitoplanctônica foram identificadas um total de 10 espécies, pertencentes a classe das Cianobactérias (Tabela 1). Dentre as espécies identificadas, a *Cylindrospermopsis raciborskii* contribuiu com 51% da biomassa total de cianobactérias e esteve presente em todo o período do estudo (Figura 1).

Tabela 1: Espécies de Cianobactérias identificadas durante o período de estudo.

Espécies de Cianobactérias
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) G.Cronberg & Komárek
<i>Aphanocapsa</i> sp.
<i>Coelosphaerium</i> sp.
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Sunayya & Subba Raju
<i>Chroococcus</i> sp.
<i>Dolichospermum</i> sp.
<i>Merismopedia mínima</i> G.Beck
<i>Microcystis</i> sp.
<i>Planctolyngbya limnetica</i> (Lemmermam) Kamárková –Legnerová & Cronberg
<i>Phormidium</i> sp.
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böcher

Observou-se que o reservatório apresentou condições que favoreceram o desenvolvimento dessa espécie, dentre eles: águas quentes (entre 23,78 e 32,22°C, n=13), pH básico (entre 7,29 e 10,85, n=13) e SDT (entre 0,42 a 1,89 g/L, n=13) (Tabela 2) com diferença significativa ($p < 0,001$) em escala temporal.

Verificou-se ainda baixa transparência da água (Secchi entre 0,14 e 0,45 m (n=13)) e águas turvidas (entre 157 e 346 uT, n=13). A permanência da baixa transparência da água do reservatório funcionou como fator significativo ($p = 0,0001$) para o favorecimento de cianobactérias filamentosas (*Cylindrospermopsis raciborskii*) que possui várias habilidades, dentre elas, o baixo requerimento de luz (BRIAND et al., 2004; BUFORD; DAVIS, 2011).

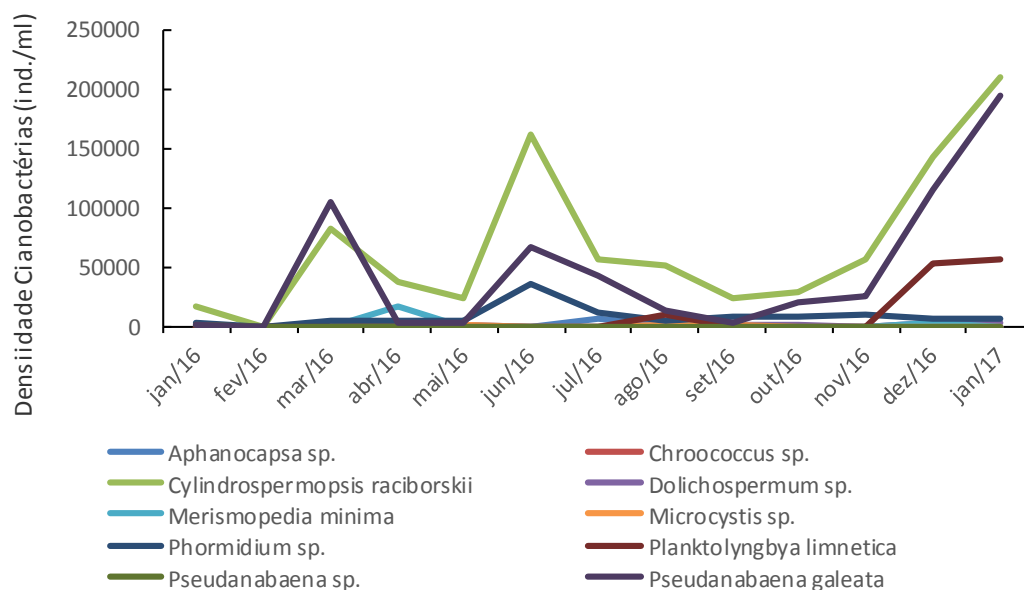


Figura 1: Densidade das espécies de Cianobactérias identificadas durante o período de de estudo.

Tabela 2: Valores das variáveis analisadas durante o período de estudo.

ÉPOCA	SECCHI	T°C	PH	TURBIDEZ (UT)	SDT (/L)	PT	PSR	CLOROFILA-A
JAN/16	0,27	30,00	10,85	201	1,77	199,50	36,50	81,35
FEV/16	0,42	31,6	10,4	173	1,79	167,00	0,00	59,33
MAR/16	0,24	30,33	10,41	216	1,79	232,00	0,00	155,96
ABR/16	0,26	29,22	7,29	165	1,31	313,67	63,00	211,03
MAI/16	0,27	31,11	8,15	193	1,30	330,33	93,00	200,96
JUN/16	0,31	32,22	8,4	2,14	1,22	247,00	18,00	91,13
JUL/16	0,26	25,34	8,39	157	1,79	233,67	28,00	90,17
AGO/16	0,3	27,08	8,66	248	1,85	283,67	3,00	144,36
SET/16	0,25	27,86	8,31	238	1,89	273,67	38,00	94,48
OUT/16	0,45	23,78	8,24	107	0,241	373,67	18,00	155,40
NOV/16	0,21	28,13	8,43	346,00	0,42	287,00	193,00	274,82
DEZ/16	0,16	30,67	9,21	212,00	1,63	473,67	28,00	324,70
JAN/17	0,14	30,78	9,29	176,00	1,63	347,00	93,00	80,58

Foram observadas elevadas concentrações de fósforo total (PT) e clorofila –a (Figuras 2 e 3) que apresentaram tendência de aumento aos logo dos meses amostrados. Esse comportamento pode ser explicado, em virtude das flutuações do volume acumulado no reservatório, o que favoreceu a concentração de nutrientes e conseqüentemente, o crescimento da comunidade fitoplanctônica, expressa nos valores de clorofila-a. Os baixos níveis de água dos reservatórios da região semiárida são frequentemente associados com a alta biomassa de algas, além da turbidez orgânica, em virtude à alta disponibilidade de nutrientes para os produtores primários (NASELLI-FLORES, 2003; GERALDES; BOAVIDA, 2005, 2007; BOND et al., 2008).

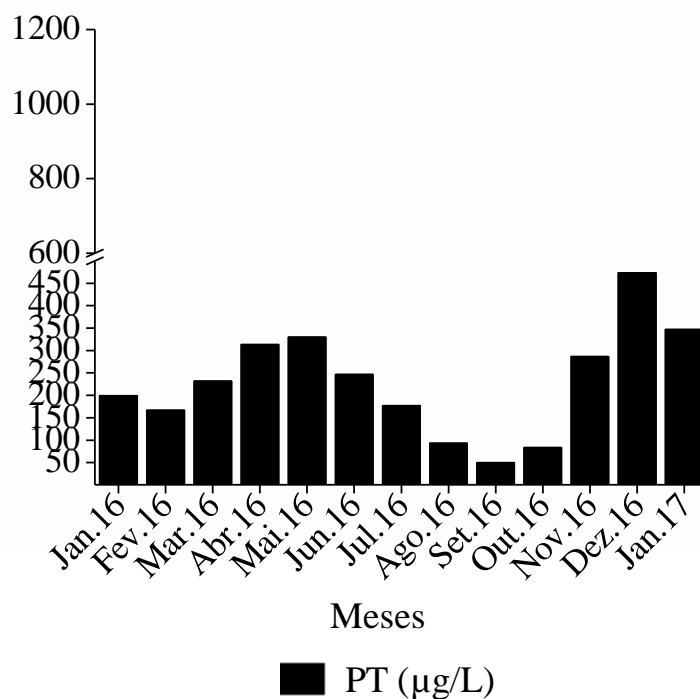


Figura 2: Concentrações de Fósforo Total (PT) observadas durante o período de estudo.

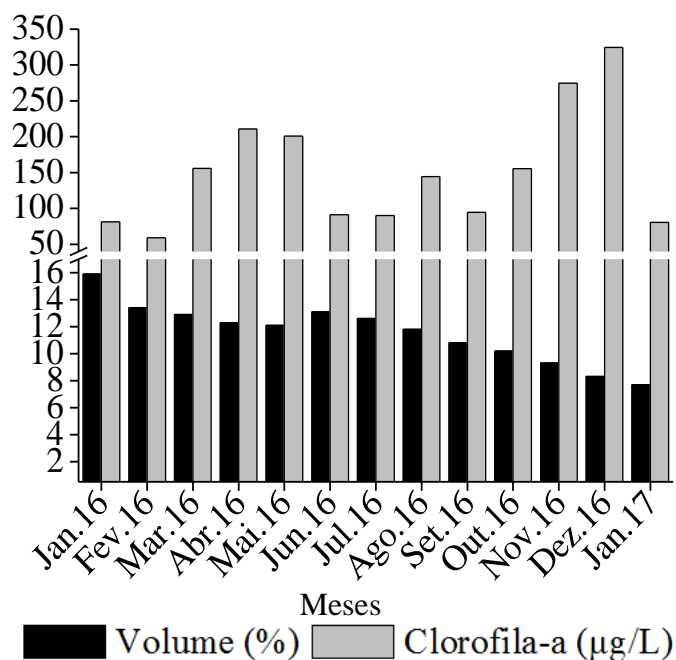


Figura 3: Concentrações de Clorofila-a observadas durante o período de estudo.

Foi observado correlação significativa entre os valores de biomassa da *Cylindrospermopsis raciborskii* com as concentrações de fósforo total ($p=0,002$) e luz ($p=0,001$). De acordo com Moura et al., (2011), as cianobactérias possuem diferentes adaptações resultante das interações ambientais, em especial a *C. raciborskii* que é associada a maior plasticidade de adaptações as variáveis ambientais (BONILLA et al., 2012; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2011). Dentre as vantagens apresentadas por esta espécie, destaca-se sua capacidade de tolerar elevadas temperaturas da água, baixa transparência da água e elevadas salinidade e pH, conforme ressaltado em estudos de Briand et al., 2002; Bonilla et al., 2012. 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.

Conclusões

As condições ambientais favoreceram o desenvolvimento das cinaobactérias, com dominância da espécie *C. raciborskii*, relacionada a disponibilidade de nutrientes (fósforo) e disponibilidade de luz.

Fomento

CAPES, FINEP, LEAq (Laboratório de Ecologia Aquática) e UEPB.

Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 2012, 1325 p.
- 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**, v. 24, n. 1, p. 103-118.
- BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. (2006). **Gêneros de algas continentais do Brasil**. Chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: Rima.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOURA, A.N.; HEREMAN, T.C.; DANTAS, E.W. (2011). Increase in straight and coiled *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) populations under conditions of thermal desestratification in a shallow tropical reservoir. **Journal of Water Resource and Protection**, v3,n.4, p245-252.
- 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. (2012). What drives the distribution of the bloom-forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*? **FEMS Microbiology Ecology**, 79: 594–607.

BRIAND, J.F.; ROBILLOT, C.; QUIBLIER-LLOBERAS, C.; HUMBERT, J.F.; COUTE, A.; BERBARD, C. (2002). Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii*(Cyanobacteria) blooms in a shallow pond in France. **Water Resource**, 36:3183-92.

BRIAND, J.F.; LÉBOULANGER, C.; HUMBERT, J.F.; BERBARD, C.; DUFOUR, P. (2004). *Cylindrospermopsis raciborskii*(Cyanobacteria) invasion at mid-latitudes: selection wind physiological tolerance, or global warming? **Journal of Phycology**, v.40, n.2, p321-238.

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

DELAZARRI-BARROSO, A. (2007). Fatores controladores do desenvolvimento do fitoplâncton em um reservatório de abastecimento público no Espírito Santo, com ênfase em cianobactérias. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 112p.

FERNANDES, V.O.; CAVATI, B.; OLIVEIRA, L.B.; SOUZA, B.D'a. (2009). Ecologia de cianobactérias: fatores promotores e consequências das florações. **Oecologia Brasiliensis**, 13(2): 247-258.

GERALDES, A. M.; BOAVIDA, M. J.(2007). Zooplankton assemblages in two reservoirs: one subjected to accentuated water level fluctuations, the other with more stable water levels. **Aquatic Ecology**, v. 41, n. 2, p. 273-284.

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

MOURA, A.N.; DANTAS, E.W.; OLIVEIRA, H.S.B.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. (2011). Vertical and temporal dynamics of cyanobacteria in the Carpina potable water reservoir in Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.71, n.2, p451-459.

NASELLI-FLORES, L.; PADISÁK, J.; DOKULIL, M.T.; CHORUS, I. (2003). Equilibrium/steady-state concept in phytoplankton ecology. **Hydrobiologia**, The Hague, v. 502, p. 395-403.

O'NEIL, J.M.; DAVIS, T.W.; BURFORD, M.A.; GOBLER, C.J. (2012). The rise of harmful cyanobacteria blooms: the potential roles of eutrophication and climate change. **Harmful Algae**, 14:313-334.

PAERL, H. W.; Xu, H.; MCCARTHY, M. J.; ZHU, G.; QIN, B.; Li, Y.; GARDNER, W. S. (2011). Controlling harmful cyanobacterial blooms in a hyper-eutrophic lake (Lake Taihu, China): The need for a dual nutrient (N & P) management strategy. **Water Research**, 45, p. 1973-1983.

REYNOLDS, C.S. (1997). Vegetation processes in the pelagic: a model for ecosystem theory. Oldendorf: Ecology Institute.

ROSS, J. (1979). **Práticas de ecologia**. Barcelona: Editorial Omega.

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

UTERMOHL, H.; (1958). **Zur vervollkommer der quantitativen phytoplankton methodik**. Mitt in Verein.theor.angew. Limnology, 9:1 – 38 p.