

## MORFOTIPOS RETOS E CURVADOS DE *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju PRESENTES EM RESERVATÓRIO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Iara da Rocha Monteiro<sup>1</sup>  
Camila Ferreira Mendes<sup>2</sup>  
Juliana Severiano dos Santos<sup>3</sup>  
José Etham de Lucena Barbosa<sup>4</sup>

### RESUMO

Nas últimas décadas, houve frequentes ocorrências da cianobactéria *Cylindrospermopsis raciborskii* no nordeste do Brasil. A proposta deste trabalho foi analisar a presença de diferentes morfotipos de *C. raciborskii* em um reservatório do semiárido paraibano. Foram realizadas coletas entre os meses de Julho de 2015 e Fevereiro de 2017, totalizando sete amostragens. Para estudos quali-quantitativo, as amostras de água foram coletadas da subsuperfície, em um ponto próximo a captação, e na zona de barramento. Ocorreram variações na densidade total de cianobactérias, no entanto *C. raciborskii*, foi dominante na maioria dos meses do período de estudo, representando mais de 50% da amostra. Foi possível observar a presença dos morfotipos retos e curvados da espécie no reservatório Acauã, sendo a proporção de retos bem maior que a de morfotipos curvados, ocorrendo uma maior contribuição deste morfotipo no início do estudo, mais especificamente no mês de fevereiro de 2016, coincidindo com o mês de menor densidade total das cianobactérias e menor densidade de *C. raciborskii*. O sucesso do morfotipo reto no ambiente estudado sugere que este possui pH, turbidez e nitrogênio favoráveis.

**Palavras-chave:** Eutrofização, Cianobactérias, *Cylindrospermopsis raciborskii*, Morfotipos, Semiárido.

### INTRODUÇÃO

O processo de eutrofização é um fenômeno muito comum em reservatórios do semiárido brasileiro, podendo ser natural ou artificial. Quando de origem natural ocorre, de forma lenta e contínua, e o corpo hídrico recebe nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais; já o processo artificial é acelerado pela introdução de nutrientes de origem antrópica. Lançamentos excessivos de nutrientes alteram o metabolismo natural dos ecossistemas, que passam a receber e produzir uma quantidade de matéria orgânica além da sua capacidade de decomposição e assimilação (KAHAN & ANSARI, 2005).

<sup>1</sup>Graduanda do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [iara.rocha230@gmail.com](mailto:iara.rocha230@gmail.com);

<sup>2</sup>Doutora em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [camilafmendes@hotmail.com](mailto:camilafmendes@hotmail.com);

<sup>3</sup>Doutora em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRP, [jsantosseveriano@gmail.com](mailto:jsantosseveriano@gmail.com);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor pela Universidade Federal de São Carlos - UFSC, [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com).

Cargas de nutrientes (nitrogênio e fósforo) e as mudanças climáticas foram identificadas como os principais contribuintes que podem estimular a proliferação dos produtores primários, especialmente cianobactérias formadores de florações e potencialmente produtoras de cianotoxinas, ocasionando impactos tanto de ordem econômica, como de saúde pública (O'NEIL et al., 2012; HAVENS et al., 2016; ZHOU et al., 2016).

As cianobactérias são organismos procarióticos que fazem parte da comunidade fitoplanctônica. São capazes de fixar carbono através da fotossíntese, tendo grande contribuição na produtividade primária e do fluxo de energia em ecossistemas eutrofizados (FERRÃO-FILHO; MOLICA; AZEVEDO, 2009). Podem apresentar-se de forma unicelular, colonial e ainda filamentosa. Estão presentes em todos os ambientes e são muito toleráveis às condições do meio e do clima, encontrando-se na maioria dos ecossistemas terrestres e aquáticos, principalmente na água doce, além de ambientes extremos, como fontes termais, neve e deserto. (CETESB, 2013).

Um grave problema relacionado de cianobactérias em mananciais é a produção de toxinas (cianotoxinas). As cianotoxinas conhecidas são reunidas em três grupos, de acordo com seus mecanismos de ação: neurotoxinas (anatoxina-a, anatoxina-a (s), saxitoxina e neo-saxitoxina), as hepatoxinas (microcistinas, cilindrospermopsinas) e as dermatoxinas, que afetam a pele. Destas, destacam-se as neurotoxinas e as hepatoxinas, que podem causar efeitos deletérios sobre a biota, e ao longo das cadeias e teias alimentares, causando alterações genéticas, intoxicações agudas e crônicas que afetam os peixes, seja o sistema nervoso ou diferentes órgãos, com destaque para o fígado, o coração e os rins, podendo provocar tumores, cânceres e morte (FALCONER, 2005; CALIJURI, 2006; FROSCIO et al., 2008).

Como uma das cianobactérias de água doce, mais frequentemente formadoras de florações nas regiões tropicais e subtropicais, *Cylindrospermopsis Raciborskii* possui alta capacidade competitiva, devido as suas várias estratégias de adaptação, como resistência à herbivoria, tolerância a baixa intensidade luminosa, capacidade de migrar na coluna de água devido a presença de aerótopos, armazenamento e uso de reservas intracelulares e capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico (SPRÄBER et al., 2003; BURFORD et al., 2016).

*C. raciborskii* com tricomas retos e curvados foram observados ocorrendo simultaneamente em diferentes proporções na Austrália e nordeste do Brasil. Embora as investigações moleculares revelem, que os morfotipos reto e curvado ocorrem simultaneamente, e pertencem à mesma espécie (BAKER 1996; WILSON et al. 2000; BITTENCOURT-OLIVEIRA & MOLICA 2003). Esta espécie *C. raciborskii* possui também

alta plasticidade fenotípica, admitindo-se que a razão para as alterações na morfologia está relacionada aos fatores bióticos e abióticos (BOUVY 1999; KOMÁRKOVÁ et al. 1999, FERREIRA 2002; SHAFIK et al. 2003). Além disso, entender a dinâmica populacional dos diferentes morfotipos de *C. raciborskii* permite prever as condições favoráveis à proliferação e ao estabelecimento desta espécie potencialmente tóxica, principalmente em reservatórios de água para consumo, e os conseqüentes riscos ecológicos.

Diante do exposto, a proposta deste trabalho foi analisar a presença de diferentes morfotipos de *Cylindrospermopsis raciborskii* em um reservatório do semiárido paraibano.

## METODOLOGIA

O reservatório Argemiro de Figueiredo, mais conhecido como Acauã, formado pelo barramento do Rio Paraíba, principal bacia hidrográfica do estado, está situado na porção inicial do baixo Paraíba, com latitudes ( $7^{\circ}27,5'3''S$  e  $7^{\circ}28'31,4''S$ ) e as longitudes ( $35^{\circ}35'52,6''W$  e  $35^{\circ}35'3,4''W$ ) (Figura 1), constitui-se no último barramento de uma série em cascada de açudes de médio e grande porte. Trata-se de um reservatório relativamente novo, que teve sua obra concluída em março de 2002. Sua bacia hidráulica tem uma área de 1725 ha, abrangendo as zonas rurais dos municípios de Itatuba, Natuba e Aroeiras. É o quarto maior reservatório do estado da Paraíba, possui capacidade máxima de acumulação de 253.142,247 m<sup>3</sup>, profundidade máxima de 40 m e média de 25m (ANA, 2006). Segundo a classificação de Köpen, o clima é do tipo As<sup>7</sup> – tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa concentrada no outono e inverno. De acordo com as regiões bioclimáticas, o clima local é 3cth – mediterrâneo ou nordestino quente com o período de estiagem durando de 4 a 5 meses e totais pluviométricos anuais variando de 700 e 900mm (AESAs, 2019).

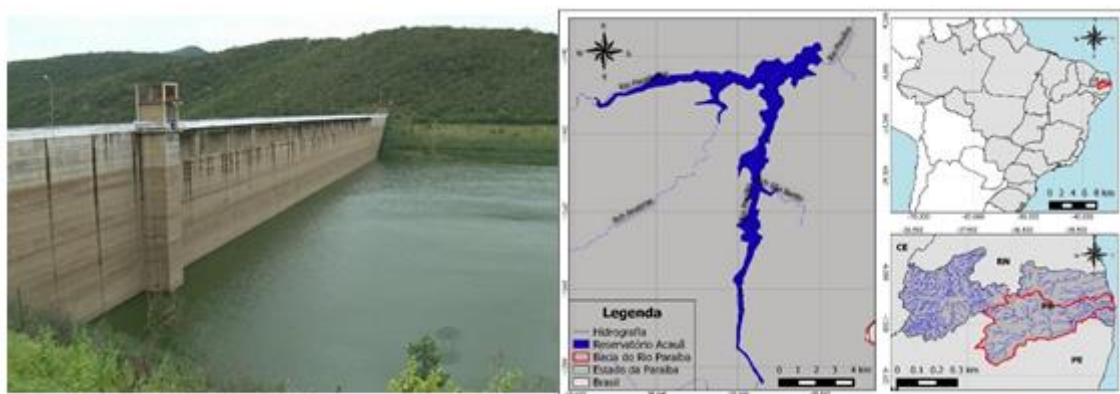


Figura 1 - Imagem e localização geográfica do reservatório Argemiro de Figueiredo (Acauã).

O reservatório monitorado apresenta grande importância para a população da região semiárida paraibana, especialmente devido ao abastecimento da população, além de usos múltiplos como recreação, pesca, cultivo de peixes em tanques rede e irrigação. (VASCONCELOS et al., 2011; BARBOSA et al., 2012). Contudo a qualidade da água desse manancial está comprometida pela intensa atividade antrópica, e pelos longos períodos de estiagem em que no mês de julho/2015 apresentou um volume total de 16,38% e no mês de fevereiro/2017 de 6,19%, sendo esses volumes muito abaixo da capacidade total do reservatório. Nas regiões semiáridas, a água negativa geralmente observada (perda de água maior que o ganho) pode ser agravada por secas prolongadas e água intensa abstração, o que inevitavelmente diminui os níveis dos reservatórios e, conseqüentemente, aumenta a concentração de nutrientes (COSTA et al., 2016) aumentando sua suscetibilidade à eutrofização (MOSS et al., 2011).

Foram realizadas coletas entre os meses de Julho de 2015 e Fevereiro de 2017, totalizando sete amostragens. Para estudos quali-quantitativo, amostras de 100 mL de água foram coletadas da subsuperfície, em um ponto próximo a captação de água, na zona de barramento, e fixadas com solução de lugol acético. A análise do material biológico foi realizada no laboratório de Ecologia Aquática do Campus I da UEPB, sendo a identificação das espécies realizadas a partir de bibliografia especializada (KOMAREK; AGNOSTIDIS, 2005). A contagem para determinação da densidade de cianobactérias (indmL-1) foi realizada pelo método de sedimentação de Utermöhl (1958), em microscópio invertido ZeissOberkochen, modelo Axiovert10, a 400 vezes de aumento. O tempo de sedimentação foi de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara (Margalef 1983). Sendo contado pelo menos um transecto (Lund et al. 1958). Os dados foram organizados em planilhas elaboradas no Excel.

## **DESENVOLVIMENTO**

Dentre os problemas melhor documentados em ecossistemas aquáticos, destaca-se a eutrofização (BATTARBEE et al., 2005), sendo de âmbito global e que resulta na perda da qualidade ecológica do ecossistema, podendo levar à perda da biodiversidade e extinção de espécies (BENNION; SIMPSON, 2011). Em reservatórios do Nordeste brasileiro, os efeitos da eutrofização podem ser ainda mais intensos, devido às elevadas temperaturas, fotoperíodo

prolongado e elevadas cargas de nutrientes, resultando no aparecimento de florações de cianobactérias (BRAGA et al., 2008).

Estudos sobre a dinâmica do fitoplâncton em regiões semiáridas têm demonstrado a persistência de florações de cianobactérias durante a maior parte do ano, em períodos secos (NASELLI-FLORES et al., 2007; DANTAS et al., 2011), em virtude de muitos gêneros apresentarem vantagens adaptativas para sobreviver em ambientes adversos (PELECHATA et al., 2016).

As florações da espécie *C. raciborskii* têm sido cada vez mais frequentes em reservatórios brasileiros o que torna esta espécie um dos mais importantes componentes das comunidades fitoplanctônicas (BRANCO & SENNA 1991, 1994, 1996A, BRANCO & CAVALCANTI 1999, BOUVY et al. 1999, BOUVY et al. 2000, HUSZAR et al. 2000, KOMÁRKOVÁ et al. 1999, PADISÁK 1997). Tais florações alteram o equilíbrio ecológico dos sistemas e proporcionam um sabor e cheiro desagradáveis à água, elevando assim custos de tratamento, sendo uma preocupação mundial (PAERL e HUISMAN, 2009).

Atualmente *C. raciborskii* sozinho exibe uma plasticidade fenotípica extensa, com filamentos retos, sigmóides e enrolados que podem ocorrer simultaneamente (BAKER 1996; WILSON et al. 2000; BITTENCOURT-OLIVEIRA & MOLICA 2003). As florações formadas predominantemente por um ou ambos os morfotipos são encontradas na natureza em condições semelhantes, que ressalta a ampla diversidade eco-fisiológica de populações de *C. raciborskii*. (FABRO et al., 1996; BOUVY et al., 1999; SAKER et al., 1999; BRIAND et al., 2002). No entanto, Bittencourt-Oliveira et al. (2011) descobriram que o morfotipo curvado tende a procurar estratos com baixa luminosidade associada a temperaturas quentes, já o morfotipo reto tende a ser mais tolerante em estratos com luminosidade e temperaturas altas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de estudo, a densidade total de cianobactérias variou de menos de  $10 \times 10^5$  org/mL<sup>-1</sup> a  $30 \times 10^5$  org/mL<sup>-1</sup>, sendo os meses fevereiro de 2016 e junho de 2016 que apresentaram menor e maior densidade, respectivamente (Figura 3).

No entanto, mesmo com variações na quantidade de *C. raciborskii* ela foi dominante na maioria dos meses do período de estudo com exceção dos meses de dezembro de 2015, fevereiro e junho de 2016 representando mais de 50% da amostra (Figura 3). Em reservatórios do semiárido, a abundância relativa de cianobactérias é, em geral, inversamente relacionada à

intensidade luminosa subaquática, à intensidade da mistura da coluna d'água e às concentrações de nitrato, e diretamente relacionada à temperatura, sendo que cianobactérias adaptadas à luz reduzida, como as espécies *Cylindrospermopsis raciborskii*, predominam em muitos ambientes (HUSZAR et al. 2000, BOUVY et al. 2001). Baixas concentrações de amônio e da razão N/-P, e elevado pH da água, também parecem favorecer a dominância de *Cylindrospermopsis* em reservatórios do semiárido brasileiro (BOUVY et al. 1999, BOUVY et al. 2000).

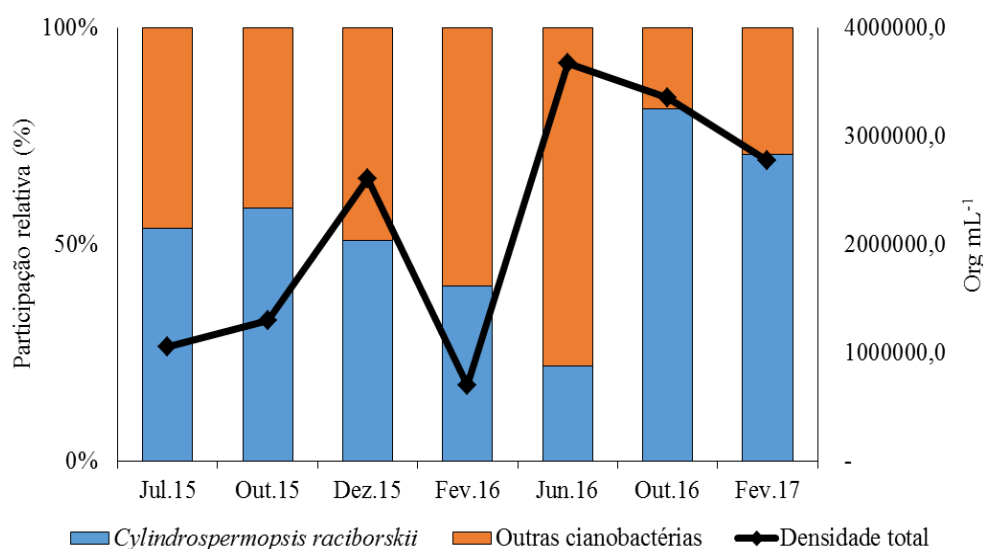


Figura 3 – Densidade total e participação relativa das cianobactérias encontradas no reservatório Acauã.

No período de estudo foi possível observar a presença dos morfotipos retos e curvados da espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* no reservatório Acauã (Figura 4). Quando verificada a participação relativa e proporção entre os seus morfotipos verificou-se a densidade do morfotipo curvado foi muito baixo em relação ao morfotipo reto (Figura 5). Entretanto nos primeiros meses de estudo é possível observar uma maior contribuição do morfotipo curvado se comparado com os outros meses. Dantas et al (2010) mostrou que o morfotipo reto tem uma correlação positiva com turbidez, pH e nitrogênio e um resultado negativo correlação com o fósforo total, enquanto que outros morfotipo tem correlação positiva com a temperatura da água, turbidez e pH e uma correlação negativa com o nitrogênio e fósforo.

Pouco se sabe sobre as vantagens ecológicas e desvantagens dos diferentes morfotipos de uma espécie. Especificamente para *C. raciborskii*, fatores ambientais que contribuem para

a formação dos dois morfotipos estão relacionados à resistência ao afundamento (PADISÁK et al. 2003) e predação (FABBRO E DUIVENVOORDEN 1996).

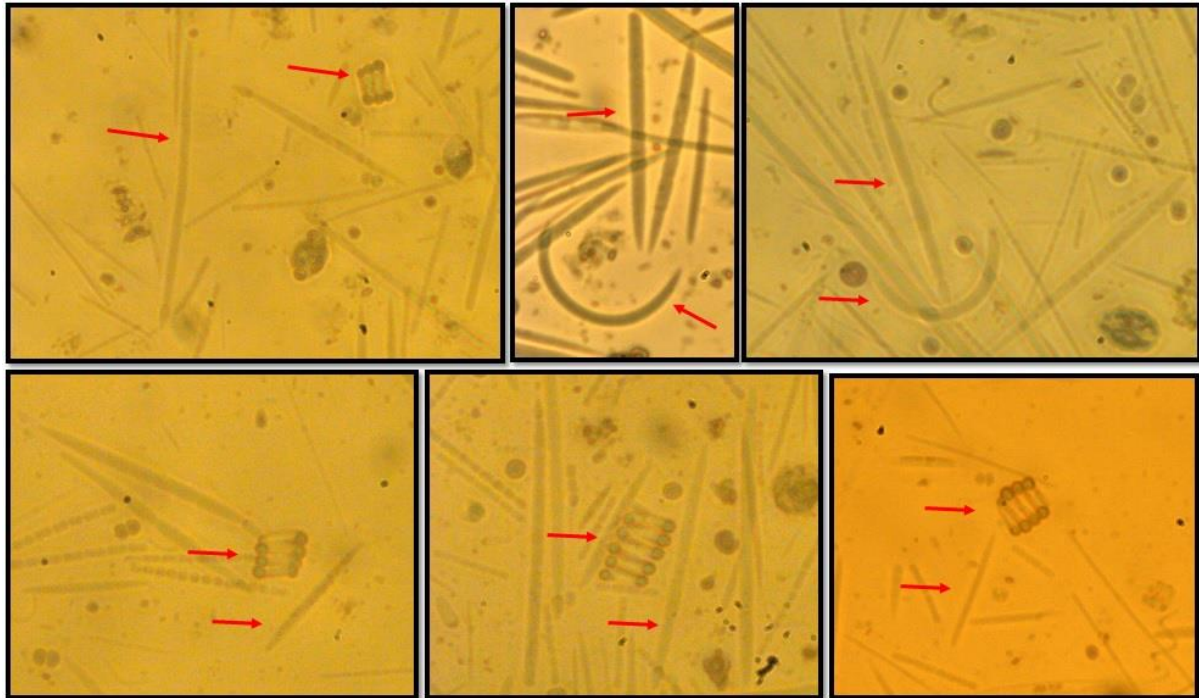


Figura 4: Morfotipos retos e curvados da espécie *Cylindrospermopsis reciborskii* encontrados no reservatório Acauã. (Imagens com aumento de 400x retiradas de microscópio invertido).

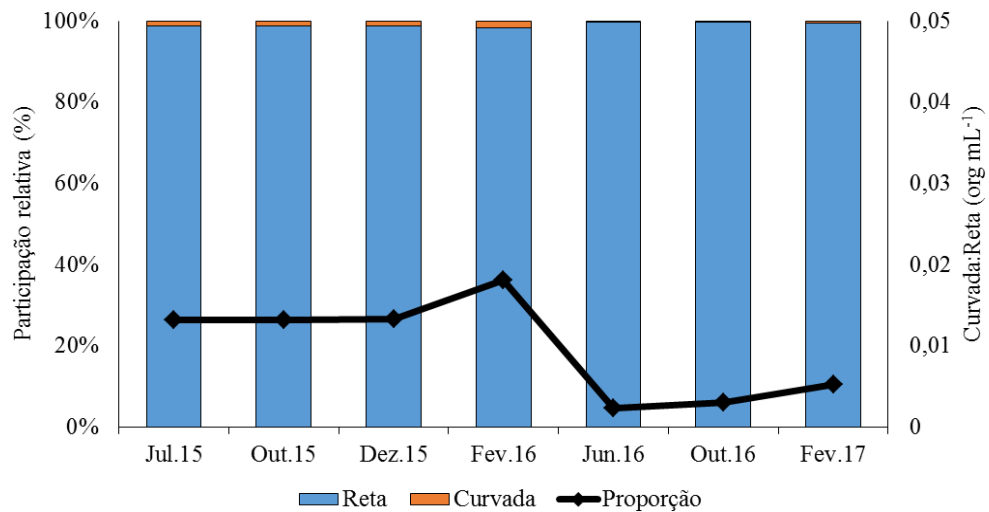


Figura 5 – Gráfico das *Cylindrospermopsis* reta e curvadas.

Observando a proporção de *Cylindrospermopsis* se percebe um aumento no mês de fevereiro de 2016 do morfotipo curvado, seguido de uma diminuição (Figura 4). Coincidindo com o mês de menor densidade total das cianobactérias e menor densidade e *C. Raciborskii* (Figura 3). O morfotipo reto tende a ser maior e, também, produzir mais toxina por célula (SAKER et al, 1999). A variabilidade entre morfotipos também tem sido relatada variando com a idade da floração. Segundo Padisák et al. (2003), em campo, os tricomas derivados diretamente dos acinetos são principalmente do morfotipo reto. De acordo com Briand et al. (2004) morfologias distintas da espécie *C. raciborskii* são relacionadas a temperaturas e intensidades luminosas diferentes, sendo uma resposta as mudanças ambientais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* formou florações e foi dominante na maioria dos meses de estudo no reservatório Acauã. Sendo verificada a presença de morfotipos retos e curvados. Numa relação de proporção, a densidade dos morfotipos curvados foi bem menor que a dos retos sugerindo uma correlação negativa com nitrogênio e fósforo. O sucesso de *Cilindrospermopsis* reta no ambiente estudado sugere que este possui pH, turbidez e nitrogênio favoráveis. Mostrando que a existência de *C. raciborskii* em um reservatório indica eutrofização, já que essa cianobacteria domina os ambientes aquáticos de água doce por ser extremamente competitiva e possuir estratégias que favorecem o seu desenvolvimento.

## REFERÊNCIAS

ANA, **Programa Produtor de Água** – Manual do Operativo – Superintendência de Usos Múltiplos. Agência Nacional de Águas, 67p. 2006.

AESA, **Monitoramento do Volume de Açudes**, 2019. Disponível em:  
[http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id\\_acude=9597](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=9597)  
Acesso em: 04 de out. de 2019.

BAKER, P.D. **Ocorrência de *Cylindrospermopsis* no sudeste da Austrália. Em *Cylindrospermopsis* - um novo desafio de proliferação de algas tóxicas para a Austrália.** Aquatic Ecology p. 75-82, 1996.

BATTARBEE, R.W., ANDERSON, N.J., JEPPESEN, E. & LEAVITT, P.R. **Combining paleolimnological and limnological approaches in assessing lake ecosystem response to nutrient reduction.** Freshwater Biology, p.1772-1780, 2005.



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

BENNION, H. & SIMPSON, G. L. **The use of diatom records to establish reference conditions for UK lakes subject to eutrophication.** Journal Paleolimnology, p.469-488, 2011.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; MOLICA, R. **Cianobactéria Invasora: aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil.** Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, v. 30, p. 82-90, 2003.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, MC., MOURA, AN., HEREMAN, TC. and DANTAS, EW. **Increase in straight and coiled *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) populations under conditions of thermal de-stratification in a shallow tropical reservoir.** Journal of Water Resource and Protection, vol.3, n.4, p.245-252, 2011.

BOUVY, M., MOLICA, R., OLIVEIRA, S., MARINHO, M. and BEKER, B. **Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil.** Aquatic Microbiology Ecology, vol. 20, p. 285-297, 1999.

BOUVY, M., FALCÃO, D., MARINHO, M., PAGANO, M. & MOURA, A. **Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought.** Aquatic Microbiology Ecology, p.13-27, 2000.

BRANCO, C.W.C. & CAVALCANTI, C.G.B. **A ecologia das Comunidades Planctônicas no Lago Paranoá. In Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais.** (R. Henry, ed.). Fapesp/Fundibio, Botucatu, p.573-595, 1999.

BRANCO, C.W.C. & SENNA, P.A.C. **The taxonomic elucidation of the Paranoá Lake (Brasília, Brazil) problem: *Cylindrospermopsis raciborskii*.** Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique, p.85-91, 1991.

BRANCO, C.W.C. & SENNA, P.A.C. **Factors influencing the development of *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Microcystis aeruginosa* in Paranoá Reservoir, Brasília, Brazil.** Algological Studies, p.85-96, 1994.

BRANCO, C.W.C. & SENNA, P.A.C. **Relations among heterotrophic bacteria, chlorophyll *a*, total phytoplankton, total zooplankton and physical and chemical features in the Paranoá reservoir, Brasília, Brazil.** Archiv of Hydrobiologie, p.171-181, 1996.

BURFORD, M.A., BEARDALL, J., WILLIS, A., ORR, P.T., MAGALHAES, V.F., RANGEL, L.M., AZEVEDO, S.M.F.O.E., NEILAN, B.A. **Understanding the winning strategies used by the bloom-forming cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*.** Harmful Algae, v.54, p.44e53, 2016.

BRAGA, B.P.F., FLECHA, R., PENA, D.S. & KELMAN, J. **Pacto federativo e gestão de águas.** Estudos Avançados, p. 17-42. 2008.

BRIAND, J.F.; ROBILLOT, C.; QUIBLIER-LLOBERAS, C.; HUMBERT, J.F. & COUTE, A. **Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii* (cyanobacteria) blooms in a shallow pond in France.** Water Research, p.3183-3192, 2002.

BRIAND, J. F.; LÉBOULANGER, C.; HUMBERT, J. F.; BERNARD, C.; DUFOUR, P. ***Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) invasion at mid-latitudes: selection, wide physiological tolerance, or global warming?** Journal of Phycology, vol. 40, n. 2, p. 231-238, 2004.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A.; SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais.** São Carlos: Rima, p.54, 2006

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo -Secretaria de Estado do Meio Ambiente (São Paulo). **Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais,** p. 47, 2013.

COSTA, M.R.A., ATTAYDE, J.L. and BECKER, V. **Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semiarid shallow lakes.** Archiv of Hydrobiologie, p.75- 89, 2016.

COSTA, I.A.et al. **Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir.** Brazilian Journal of Biology, p. 211-219, 2006.

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, v.83, n.4, p.1327-1338, 2011.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 575 p., 1998.

FABBRO, L.D. & DUIVENVOORDEN, L.J.. **Profile of a bloom of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya and Subba Raju in the Fitzroy River in tropical central Queensland.** Marine and Freshwater Research, p.685-94, 1996.

FALCONER, I. R.; HUMPAGE, A. R. **Health risk assessment of cyanobacterial (blue-green algal) toxins in drinking water.** International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 2, n. 1, p. 43-50, 2005.

FERRÃO-FILHO, A.S.; MOLICA, R.; AZEVEDO, S. M. F. O. **Ecologia, ecofisiologia e toxicologia de cianobactérias.** Oecologia Brasiliensis, v. 13, n. 2, 2009.

FERREIRA, A.C.S. **Dinâmica do fitoplâncton de um reservatório hipereutrófico (reservatório Tapacurá, Recife, PE), com ênfase em *Cylindrospermopsis raciborskii* e seus morfotipos.** Dissertação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2002.

FROSCIO, S. M.; HUMPAGE, A. R.; WICKRAMASINGHE, W.; SHAW, G.; FALCONER, I. R. **Interaction of the cyanobacterial toxin cylindrospermopsin with the eukaryotic protein synthesis system.** *Toxicon*, v. 51, n. 2, p. 191-198, 2008.

HAVENS, K.E., FULTON III, R.S., BEAVER, J.R., SAMPLES, E.E., COLEE, J. **Effects of climate variability on cladoceran zooplankton and cyanobacteria in a shallow subtropical lake.** *J. Plankton Res.* v.38, p.418-430, 2016.

HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M.M., DOMINGOS, P. & SANT'ANNA, C.L. **Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters.** *In The Trophic Spectrum Revisited: The Influence of Trophic State on the Assembly of Phytoplankton Communities (C.S. Reynolds, M.Dokulil & J. Padisák, eds.)*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p.67-77, 2000.

KAHAN, F. F. A., ANSARI, A. A. **Eutrophication: An Ecological Vision.** *The Botanical Review*, p.449-482, 2005.

KOMÁRKOVÁ, J., LAUDARES-SILVA, R. & SENNA, P.A.C. **Extreme morphology of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria) in the Lagoa do Peri, a freshwater coastal lagoon, Santa Catarina, Brazil.** *Algological Studies*, p.207-222, 1999.

KOMÁREK, J., ANAGNOSTIDIS, K. **Cyanoprokaryota oscillatoriales.** *In Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, eds.)*. Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, münchen, v.19, p.1-759, 2005.

MOSS, B., KOSTEN, S., MEERHOFF, M., BATTARBEE, R.W., JEPPESEN, E., MAZZEO, N., HAVENS, K., LACEROT, G., LIU, Z., MEESTER, L., PAERL, H. and SCHEFFER, M. **Allied attack: climate change and eutrophication.** *Inland Waters*, p.101-105, 2011.

NASELLI-FLORES, L.; BARONE, R; CHORUS, I.; KURMAYER, R. **Toxic cyanobacterial blooms in reservoirs under asemiarid Mediterranean climate: the magnification of a problem.** *Environmental Toxicology*. v.22, n.4, p.399-404, 2007.

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

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

PADISÁK, J. ***Cylindrospermopsis raciborskii* Seenayya e Subba Raju, uma cianobactéria em expansão e altamente adaptável: Distribuição mundial e revisão de sua ecologia.** *Archives of Hydrobiologie*, p.563-593, 1997.

PADISÁK, J., BARBOSA, FAR., KOSCHEL, R. and KRIENITZ, L. **Deep layer cyanoprokaryota maxima in temperate and tropical lakes.** *Archives of Hydrobiology Special Issues in Advanced Limnology*, v. 58, p. 175-199, 2003.

PELECHATA, A.; PELECHATY, M.; PUKACZ, A. **Factors influencing cyanobacteria community structure in Chara-lakes.** *Ecological Indicators*, v.71, p.477-490, 2016.

REYNOLDS, C.S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLIFLORES, L. & MELO, S. **Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton.** Journal of Plankton Research. p. 417-428, 2002.

SAKER, M. L.; NEILAN, B. A.; GRIFFITHS, D. J.. **Two morphological forms of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) isolated from Solomon dam, Palm Island, Queensland.** Journal of phycology, vol. 35, p. 599-606, 1999.

SHAFIK, H. M.; VÖRÖS, L.; SPRÖBER, P.; PRÉSING, M.; KOVÁCS, A.. **Some special morphological features of *Cylindrospermopsis raciborskii* in batch and continuous cultures.** Archiv of Hydrobiologie, v. 506-509, n. 1-3, p.163-167, 2003.

SPRÄBER, P., SHAFIK, H.M., PR\_ESING, M., KOV\_ACS, A.W., HERODEK, S. **Nitrogen uptake and fixation in the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* under different nitrogen conditions.** Archiv of Hydrobiologie, 506, 169e174, 2003.

VASCONCELOS, J. F.; BARBOSA, J. E. L.; DINIZ, C. R.; CEBALLOS, B. S. O. . **Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores.** Acta Limnologica Brasiliensis, v. 39, n. 2, p. 1-20, 2011.

ZHOU, Q., ZHANG, Y., LIN, D., SHAN, K., LUO, Y., ZHAO, L., TAN, Z., SONG, L. **The relationships of meteorological factors and nutrient levels with phytoplankton biomass in a shallow eutrophic lake dominated by cyanobacteria, Lake Dianchi from 1991 to 2013.** Environ. Sci. Pollut, v.23, p.15616-15626, 2016.

WILSON, K.M.; SCHEMBRI, M.A.; BAKER, P.D. & SAINT, C.P. **Molecular characterization of toxic cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* and design of a species-specific PCR.** Applied Environmental Microbiology, p.332-338, 2000.