

## DIVERSIDADE FUNCIONAL DE CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Manuela Pereira Cardoso<sup>1</sup>  
Camila Ferreira Mendes<sup>2</sup>  
Juliana dos Santos Severiano<sup>3</sup>  
José Etham de Lucena Barbosa<sup>4</sup>

### RESUMO

O trabalho tem como objetivo a avaliação temporal de grupos funcionais de cianobactérias em ecossistemas do semiárido brasileiro. Foram realizadas coletas entre os meses de junho de 2017 e dezembro de 2018, totalizando quatro amostragens, no reservatório Argemiro de Figueiredo e no reservatório Epitácio Pessoa (popularmente conhecido como reservatórios Acauã e Boqueirão, respectivamente), Paraíba, Brasil. Os grupos funcionais encontrados foram **H<sub>1</sub>**: *Dolichospermum circinalis* *Dolichospermum solitarium*.; **K**: *Aphanocpsa annulata*, *Aphanocapsa incerta*, *Aphanocapsa delicadíssima*, *Aphanocapsa koordersii*; **Lo**: *Chroococcus dispersus*, *Merismopedia punctata*; **Sn**: *Cylindrospermopsis raciborskii*; **S<sub>1</sub>**: *Geitlerinema* sp, *Limnothrix* sp., *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix* e *Pseudanabaena galeata*; **X<sub>1</sub>**: *Synechocystis aquatilis*. Em Boqueirão a densidade era de quase 400 org mL<sup>-1</sup>, chegando a 1.841 org mL<sup>-1</sup>. Acauã a maior densidade de cianobactérias foi verificada no reservatório foi 72.627 org mL<sup>-1</sup>, o chegando a uma densidade menor que 20.000 org mL<sup>-1</sup>. E seus principais grupos foram Sn, S<sub>1</sub>, Sn e Lo, em Acauã e em Boqueirão Lo, H<sub>1</sub> e Sn. A presença desses grupos tem relação direta com as características apresentadas por cada ambiente. Podemos concluir que os reservatórios Acauã e Boqueirão apresentaram diversidade funcional de cianobactérias semelhantes. E podemos afirmar também que a contribuição dos grupos esta relacionada com a densidade apresentada e a cada diminuição da mesma implica na queda da participação relativa deles no ambiente. Nos últimos anos na região semiárida tem aumentado estudos relacionados a grupos funcionais, são importantes essas pesquisas tanto para a comunidade científica como para a população em geral, pois muitas cianobactérias tem gerado problemas em todo o mundo.

**Palavras-chave:** Grupos funcionais, Características morfológicas, Semiárido, Ecologia.

<sup>1</sup> Graduanda em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, [manuelapereiracardoso@gamil.com](mailto:manuelapereiracardoso@gamil.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 - UFRPE, [jsantosseveriano@gmail.com](mailto:jsantosseveriano@gmail.com);

<sup>4</sup> Professor orientador: Doutor José Etham de Lucena Barbosa, Universidade Estadual da Paraíba, [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com).

## INTRODUÇÃO

As cianobactérias são microrganismos procariotos que desenvolveram uma ampla faixa de adaptação, conseguindo colonizar ambientes que seriam inimagináveis para uma microalga (PANOSSO et al. 2007). Conseguem se desenvolver em ambientes aquáticos que sofreram alterações antropológicas e naturais (SMITH E SCHINDLER, 2009), e tornam-se ótimas competidoras, reduzindo a existência de outras espécies do fitoplâncton e de outros seres que vivem no mesmo habitat (FERRÃO-FILHO et al. 2002). Esses organismos possuem características tanto morfológicas como fisiológicas para suportar as variações ambientais, aumentar seu crescimento, reprodução e sobrevivência (MOLICA e AZEVEDO, 2009).

Nos ecossistemas aquáticos do semiárido brasileiro, esses organismos são motivos de preocupação, pois seu crescimento acelerado provoca a perda da qualidade da água e também afetam negativamente a biota local (BARBOSA et al. 2012). Juntamente com a escassez hídrica que acomete a região, as frequentes florações de cianobactérias acabam limitando as reservas de água que servem para a distribuição. Esse rápido desenvolvimento das cianobactérias se dá pelo aumento de nutrientes no corpo hídrico, principalmente, de fósforo e nitrogênio em um processo conhecido como eutrofização, que na maioria das vezes pode desencadear florações produtoras de toxinas (SANCHES et al. 2012). Essas florações são consideradas um grave problema ambiental e para saúde pública (AGUILERA et al. 2018).

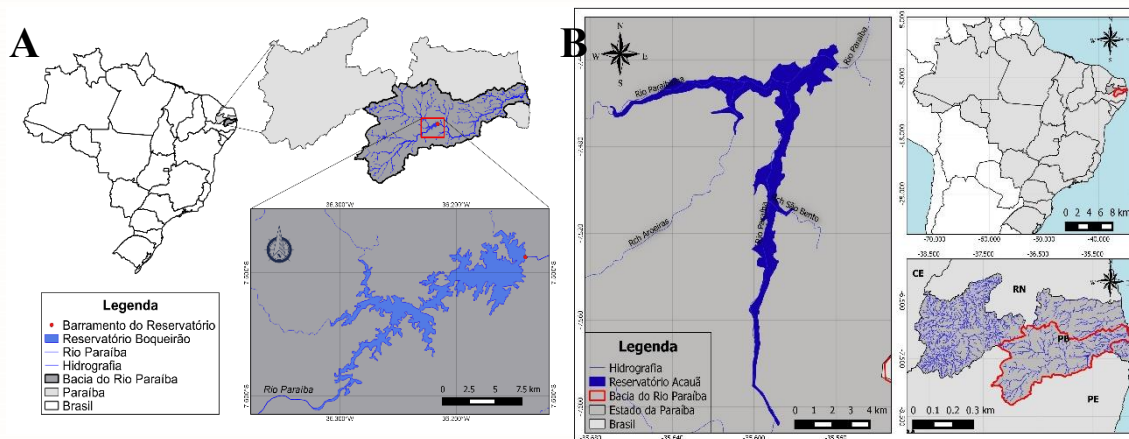
Nesse cenário, é importante conhecermos as espécies de cianobactérias nos reservatórios de água, principalmente, daqueles que servem para o abastecimento público. A utilização de algumas ferramentas para avaliação do estado ecológico dos sistemas aquáticos já são bastante conhecidas, e dentre elas, a divisão em grupos funcionais é praticado para a comunidade fitoplanctônica. Grupos funcionais podem ser definidos como um conjunto de espécies com ou sem afinidades filogenéticas, que compartilham traços funcionais similares e que respondem similarmente às condições ambientais (DIAS et al. 2011). A utilização dos grupos funcionais para o monitoramento em corpos hídricos, disponibilizam informações precisas sobre a ecologia das espécies no ambiente como, por exemplo, respostas as alterações, adaptações e requisitos especializados, prever as distribuições e dinâmicas das populações (REYNOLDS et al. 2002), facilitando uma maior compreensão dos organismos que venham a ser estudados.

Medir a diversidade funcional significa medir a diversidade de características funcionais, que são componentes dos fenótipos dos organismos que influenciam os processos na comunidade (CIANCIARUSO et al. 2009). Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo

o agrupamento em grupos funcionais das cianobactérias encontradas em ecossistemas do semiárido brasileiro.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado em dois reservatórios pertencentes a bacia do rio Paraíba, o reservatório Argemiro de Figueiredo (popularmente conhecido como reservatório Acauã) localizado no município de Itatuba, que é o quarto maior reservatório do estado da Paraíba, com capacidade máxima de acumulação de 253.142,247 m<sup>3</sup>, profundidade máxima de 40 m e média de 25m (ANA, 2006). E no reservatório Epitácio Pessoa (popularmente conhecido como reservatório Boqueirão) o segundo maior do estado que abrange uma área de 19.088,5 km<sup>2</sup> e tem capacidade máxima de acumulação de 411.686.287 de m<sup>3</sup>. De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (AESAs, 2007a), ambos reservatórios possuem multifuncionalidade e atendem ao abastecimento público, irrigação, agricultura, piscicultura e dessedentação animal, recreação e lazer (AESAs, 2019).



**Figura 1:** Representação geográfica da localização dos reservatórios A – Epitácio Pessoa (Boqueirão) e B – Argemiro de Figueiredo (Acauã).



**Figura 2:** Imagem dos reservatórios A - Epitácio Pessoa (Boqueirão) e B – Argemiro de Figueiredo (Acauã).

Foram realizadas coletas entre os meses de junho de 2017 e dezembro de 2018, totalizando quatro amostragens. Para o estudo quali-quantitativo das cianobactérias, amostras de 100 mL foram coletadas diretamente da água e fixadas com solução de Lugol acético à 1%. Para uma identificação das espécies foi utilizada a chave de identificação Komárek e Anagnostidis, (1989; 1998; 2005). A densidade foi estimada pelo método de Utermöhl (1958) em microscópio invertido da marca Zeiss modelo Axiovert 40 C, utilizando-se tempo de sedimentação de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara, sendo contado um transecto da câmara.

A frequência de ocorrência das espécies foi calculada, de acordo com Matteucci e Colma (1982), considerando o número de amostras nas quais a espécie ocorreu em relação ao número total de amostras coletadas, utilizando a fórmula:  $F = P \times 100/p$ , onde P = número de amostras nas quais a espécie foi registrada e p = número total de amostras coletadas. Foi estabelecido o seguinte critério: muito frequente ( $\geq 70\%$ ), frequente ( $\geq 40\% < 70\%$ ) e rara ou esporádica ( $< 40\%$ ). As características ecofisiológicas das espécies foram determinadas, considerando aspectos relacionados ao habitat e tolerâncias e sensibilidades às condições ambientais, conforme definido por Reynolds et al., (2002) e Padisák; Crossetti; Naselli-Flores (2008).

## DESENVOLVIMENTO

As pesquisas sobre grupos funcionais é importante pois promove uma melhor compreensão da ecologia das espécies nos ambientes. Contribuições como a de Padisk et al. (2009), para o agrupamento de espécies de fitoplâncton e principalmente a obra de Reynolds et al. (2002) foram as principais responsáveis por facilitar os estudos sobre diversidade funcional desses microrganismos em todo o mundo. A partir de seus estudos de classificação de grupos funcionais, foram desenvolvidos por outros autores trabalhos com essa temática para entender o comportamento da comunidade fitoplanctônica nos mais variados ecossistemas do mundo.

É crescente o interesse da ecologia em agrupar organismos com base em traços funcionais das espécies devido a sua maior habilidade em predizer ou explicar a estrutura das comunidades e suas respostas às condições ambientais (BRASIL e HUSZAR, 2011). Por isso, analisar a dinâmica dos grupos funcionais fitoplanctônicos, reconhecendo as forças motrizes (luz, regime de mistura e nutrientes) é importante para a compreensão dessa comunidade (BECKER et al. 2009; BECKER et al. 2010). Outros estudo que contribuíram para o entendimento foram os trabalhos de (CROSSETTI et al. 2013), observaram grupos funcionais relacionados a ambientes turvos e mistos.

A classificação baseada em características morfológicas simples pode capturar grande parte da variabilidade nas propriedades funcionais do fitoplâncton no estudo de KRUK et al. (2010), eles retratam bem esse tema em seu estudo e diz que a abordagem morfológica da classificação incluem sua objetividade, sua independência das afiliações taxonômicas e a relativa facilidade de sua aplicação à maioria das espécies para as quais as características fisiológicas são desconhecidas e não são prontamente determinadas.

Outra forma de compreender a dinâmica desses organismos são as mudanças na posição vertical relacionadas à luz, regime de mistura e pressão de pastejo contribuem para o entendimento da dinâmica dos grupos funcionais do fitoplâncton (BECKER et al. 2009). Com a identificação de fatores em escalas temporais e espaciais, analisar as propriedades físicas, químicas e biológicas de um estuário durante as estações seca e chuvosa, auxiliam em estudos para a compreensão do comportamento da comunidade fitoplanctônica, mais precisamente em sua composição (COSTA et al. 2009). E até onde esta é a primeira vez que a abordagem dos grupos funcionais tem sido usada para analisar as mudanças na composição do fitoplâncton.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No estudo, foram encontradas 15 espécies de cianobactérias distribuídas em 6 grupos funcionais, sendo eles: H<sub>1</sub>, K, L<sub>0</sub>, S<sub>N</sub>, S<sub>1</sub> e X<sub>1</sub> (Tabela 1). Os reservatórios apresentaram grupos funcionais semelhantes, com exceção do grupo X<sub>1</sub>, que esteve presente apenas no reservatório Boqueirão, representado pela espécie *Synechocystis aquatilis*. No reservatório Acauã, os grupos H<sub>1</sub>, S<sub>1</sub>, S<sub>n</sub>, e L<sub>0</sub> foram considerados muito frequentes, uma vez que as espécies representantes desse grupo (*Chroococcus dispersus*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Dolichospermum solitarium*, *Merismopedia punctata*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isoethrix* e

*Pseudanabaena galeata*) estiveram presentes durante todo o período de estudo. Para o reservatório Boqueirão, os grupos muito frequentes foram Lo, Sn e S1, e as espécies que estiveram presentes durante todo o período amostrado foram *Chroococcus dispersus*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix isothrix* e *Pseudanabaena galeata*.

A maior densidade de cianobactérias foi verificada no reservatório Acauã em out.17 (72.627 org mL<sup>-1</sup>), ocorrendo uma diminuição nos demais meses estudados, chegando a uma densidade menor que 20.000 org mL<sup>-1</sup> no último mês de amostragem (Figura 3). Para este sistema, os grupos S1 e Sn foram os principais, com maior participação relativa especialmente nos meses de junho e outubro de 2017. Em agosto de 2018, destaca-se o grupo S1, e em dezembro é possível observar maior contribuição dos grupos Sn e Lo, e diminuição na contribuição do grupo S1 (Figura 3).

No reservatório Boqueirão, ocorreu um aumento gradativo da densidade das espécies de cianobactérias ao longo dos meses (Figura 4). No início da amostragem, em junho de 2017, a densidade era de quase 400 org mL<sup>-1</sup>, chegando a 1.841 org mL<sup>-1</sup> no fim do período estudado. O grupo Lo é o principal contribuinte de densidade nos dois primeiros meses, e após esse período, o grupo H1 e Sn apresentam maior contribuição em agosto e dezembro de 2018, respectivamente (Figura 4).

A maior participação do grupo H1 (*Dolichospermum circinale* e *Dolichospermum solitarium*) no reservatório Acauã, nos indicam que se tratam de espécies fixadoras de nitrogênio, sendo, portanto, tolerantes a baixo nitrogênio, baixo carbono e sensíveis a mistura, pouca luz e baixo fósforo. O gênero *Dolichospermum* do grupo H1 podem ser encontradas como células filamentosas com heterocitos, aerótopos e é um dos gêneros de cianobactérias mais onipresentes que formam as florações. Florações de espécies *Dolichospermum*, com a produção de metabólitos secundários que comumente incluem toxinas, apresentam uma ameaça mundial para a saúde pública e ambiental (PRISCILA, 2009). Em Boqueirão, o grupo Lo (*Chroococcus dispersus*, *Merismopedia punctata*) composto por espécies de habitat de epilimnio de verão em lagos mesotróficos, tolerantes nutrientes segregados e sensível a mistura profunda ou prolongada, apresentando-se como coloniais com mucilagem. Esses grupos foram mais frequentes durante o estudo.

O grupo X<sub>1</sub> (*Synechocystis aquatilis*) só foi encontrado apenas em Boqueirão. Seus representantes são células solitárias ou em par esféricas com mucilagem. Segundo Becker et al. (2010) a tolerância à deficiência de nutrientes ou a incapacidade de tolerar essas limitações são responsáveis por determinar as espécies que serão encontradas nos habitats. Os diferentes grupos que foram identificados no estudo a partir da diferença ou semelhanças entre as características dos ambientes causam diferenças na composição das espécies (PADISK et al. 2009). Isto se explica, pois um conjunto de espécies com ou sem afinidades filogenéticas, que compartilham traços funcionais similares e que respondem similarmente às condições ambientais (DIAS et al. 2011).

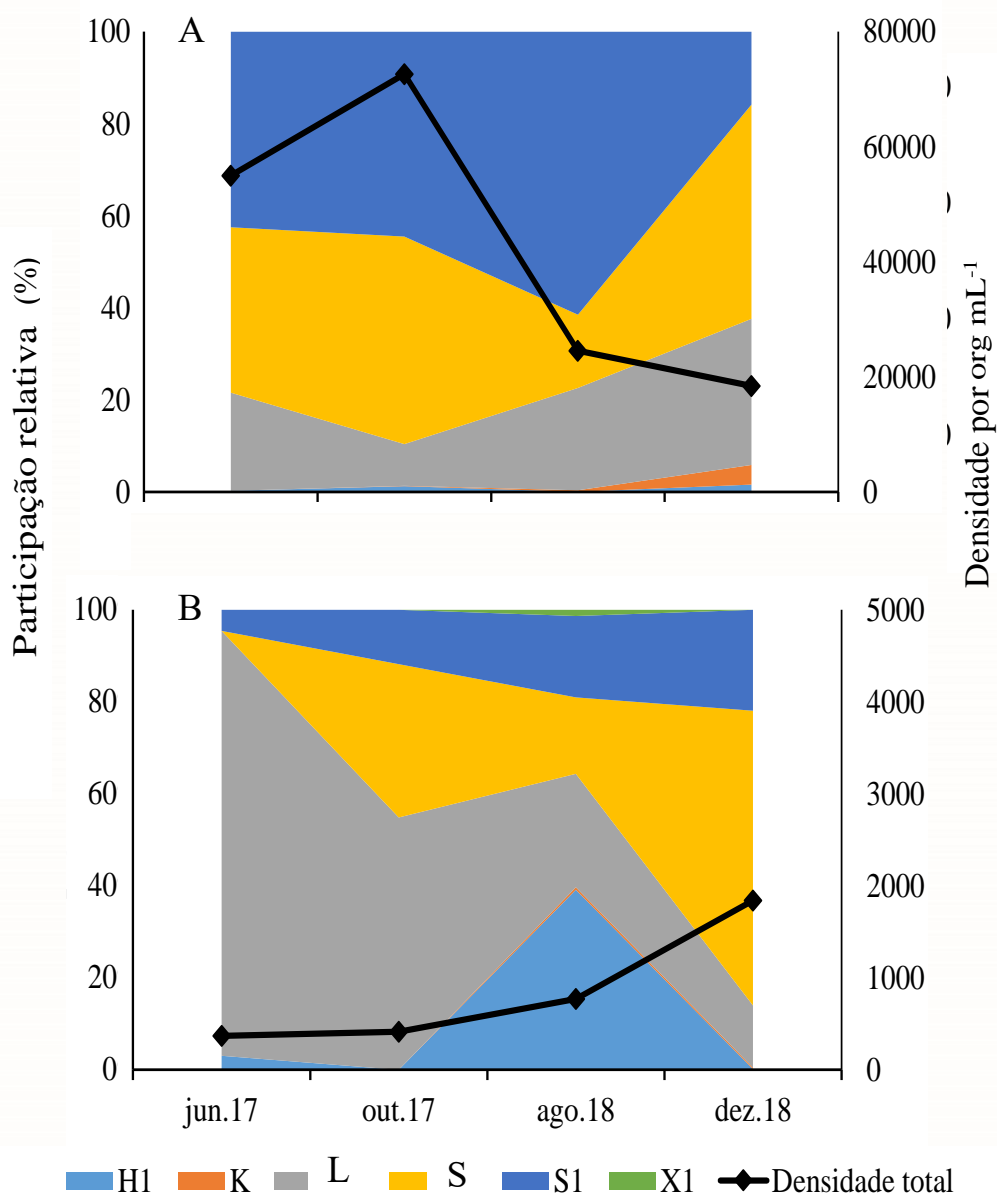
Muitas espécies de cianobactérias são capazes de produzir metabólitos secundários tóxicos, como as microcistinas, que desencadeiam sérios problemas. Esse composto promove desorganização dos hepatócitos, necrose das células do fígado e podem ocasionar hemorragia grave no fígado, choque circulatório e morte ou aparecimento de tumores (MOLICA e AZEVEDO, 2009).

No mês de outubro de 2017 e dezembro de 2018 em Acauã e no mês de dezembro de 2018 em Boqueirão houve um aumento na densidade de cianobactérias. O aumento do crescimento de cianobactérias se dá principalmente quando estas apresentam condições favoráveis, sendo elas fisiológicas, morfológicas e ambientais (AZEVEDO e VASCONCELOS, 1998).

**Tabela 1:** Grupos funcionais e características ecofisiológicas (habitat, tolerâncias e sensibilidade) das espécies de cianobactérias identificadas nos reservatórios Acauã e Boqueirão, entre junho de 2017 e dezembro 2018.

Grupos Funcionais	Reservatórios		Características das espécies		
	Acauã	Boqueirão	Hábitat	Tolerantes	Sensíveis
H <sub>1</sub>	<i>Dolichospermum solitarium</i>	<i>Dolichospermum circinalis</i> <i>D. solitarium</i>	Nostocales de fixação de dinitrogênio	Baixo nitrogênio, baixo carbono	Mistura, pouca luz e baixo fósforo
K	<i>Aphanocapsa annulata</i> <i>Aphanocapsa incerta</i> <i>Aphanocapsa delicadissima</i> <i>Aphanocapsa koordersii</i>	<i>Aphanocapsa annulata</i> <i>A. koordersii</i>	Ambientes pequenos, colunas ricas em nutrientes		Mistura profunda
L <sub>0</sub>	<i>Chroococcus dispersus</i> <i>Merismopedia punctata</i>	<i>C. dispersus</i> <i>M. punctata</i>	Epilimnio de verão em lagos mesotróficos	Nutrientes segregados	Mistura profunda ou prolongada
S <sub>N</sub>	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	<i>C. raciborskii</i>	Camadas quentes misturadas	Luz, deficiência de nitrogênio	Fluxo de água
S <sub>1</sub>	<i>Geitlerinema</i> sp. <i>Limnothrix</i> sp. <i>Planktothrix agardhii</i> <i>Planktothrix isothrix</i> <i>Pseudanabaena galeata</i>	<i>Limnothrix</i> sp. <i>P. agardhii</i> <i>P. isothrix</i> <i>P. galeata</i>	Camadas túrbidas misturadas	Alta deficiência de luz	Fluxo de água
X <sub>1</sub>	-	<i>Synechocystis aquatilis</i>	Camadas rasas misturadas em condições enriquecidas	Estratificação	Deficiência de nutrientes





**Figura 3:** Densidade total e participação relativa dos grupos funcionais encontrados nos reservatórios (A) Acauã e (B) Boqueirão, entre os meses junho de 2017 a dezembro de 2018.

Foi possível observar analisando as características apontadas por cada um dos grupos que o ambiente apresentou alterações em relação as condições ambientais como nutrientes, luminosidade e temperatura isto acarretou na alternância na contribuição dos grupos durante os meses estudados, e só foi possível chegar a esses resultados classificando cada espécie e observando como cada grupo se comporta diante as circunstâncias disponibilizadas pelo ambiente. A classificação de grupos funcionais de ecossistemas aquáticos é de extrema

importância para o entendimento da ecologia de espécies no ecossistema (ATAYDE e BECKER, 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que os reservatórios Acauã e Boqueirão apresentaram diversidade funcional de cianobactérias semelhantes com exceção do grupo X1, que esteve presente apenas no reservatório Boqueirão, representado pela espécie *Synechocystis aquatilis*. Podemos afirmar também que a contribuição dos grupos esta relacionada com a densidade apresentada e a cada diminuição da mesma implica na queda da participação relativa deles no ambiente. Nos últimos anos na região semiárida tem aumentado estudos relacionados a grupos funcionais, são importantes essas pesquisas tanto para a comunidade científica como para a população em geral, pois muitas cianobactérias tem gerado problemas em todo o mundo.

## REFERÊNCIAS

APHA, AWWA et al. Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association. **Inc., Washington. DC**, 1998.

AZEVEDO, S. M. F. O.; VASCONCELOS, V. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a saúde pública. **Medicina on line**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 1998.

AGUILERA, Anabella et al.(2018). Bloom-forming cyanobacteria and cyanotoxins in Argentina: A growing health and environmental concern. *Limnologia*, v. 69, p. 103-114, 2018.

AVOREL, S.; MCINTYRE, S.; LANDSBERG, J. & FORBES, T.D.A. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in ecology and evolution*, 12: 474-478, 1997.

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.

BECKER, Vanessa et al. Driving factors of the phytoplankton functional groups in a deep Mediterranean reservoir. **Water research**, v. 44, n. 11, p. 3345-3354, 2010.

BECKER, Vanessa; DE SOUZA CARDOSO, Luciana; HUSZAR, Vera Lúcia M. Diel variation of phytoplankton functional groups in a subtropical reservoir in southern Brazil during an autumnal stratification period. **Aquatic Ecology**, v. 43, n. 2, p. 285-293, 2009.

COSTA, Ivaneide Alves Soares da et al. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. 2009.

CARMICHAEL, Wayne W. et al. Human fatalities from cyanobacteria: chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental health perspectives**, v. 109, n. 7, p. 663, 2001.

COSTA, I. A. S. et al. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1B, p. 211-219, 2006.

CROSSETTI, Luciane Oliveira et al. Is phytoplankton functional classification a suitable tool to investigate spatial heterogeneity in a subtropical shallow lake?. **Limnologia-Ecology and Management of Inland Waters**, v. 43, n. 3, p. 157-163, 2013.

CIANCIARUSO, Marcus Vinicius; SILVA, Igor Aurélio; BATALHA, Marco Antônio. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 93-103, 2009.

DA COSTA, Mariana Rodrigues Amaral; ATTAYDE, José Luiz; BECKER, Vanessa. Effects of water level reduction on the dynamics of phytoplankton functional groups in tropical semi-arid shallow lakes. **Hydrobiologia**, v. 778, n. 1, p. 75-89, 2016.

DIAS, Janderson Brasil; HUSZAR, Vera LM. O papel dos traços funcionais na ecologia do fitoplâncton continental. **Oecologia Australis**, v. 15, n. 4, p. 799-834, 2011.

FERRÃO-FILHO, Aloysio da S.; KOZLOWSKY-SUZUKI, Betina;

AZEVEDO, Sandra MFO. Accumulation of microcystins by a tropical zooplankton community. **Aquatic toxicology**, v. 59, n. 3-4, p. 201-208, 2002. FERRÃO FILHO, Aloysio da Silva et al. Ecologia, ecofisiologia e toxicologia de cianobactérias. 2009.

GRANELI, Edna; WEBERG, Martin; SALOMON, Paulo S. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: the role of eutrophication. **Harmful algae**, v. 8, n. 1, p. 94-102, 2008.

MOLICA, Renato; AZEVEDO, S. M. F. O. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. **Oecol. Bras**, v. 13, n. 2, p. 229-246, 2009.

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

PANOSSO, Renata et al. Cianobactérias e Cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*). **rn**, v. 59072, p. 970, 2007.

PADISÁK, Judit; CROSSETTI, Luciane O.; NASELLI-FLORES, Luigi. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. **Hydrobiologia**, v. 621, n. 1, p. 1-19, 2009.

PETCHEY, Owen L.; GASTON, Kevin J. Functional diversity: back to basics and looking forward. **Ecology letters**, v. 9, n. 6, p. 741-758, 2006.

REYNOLDS, Colin S. et al. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of plankton research**, v. 24, n. 5, p. 417-428, 2002.



SANCHES, Sergio Marcos et al. Presença da toxina microcistina em água, impactos na saúde pública e medidas de controle. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 33, n. 2, p. 181-187, 2012.