

# Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2

Luis Miguel Schiebelbein  
(Organizador)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

**Luis Miguel Schiebelbein**  
(Organizador)

# **Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 2 / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  
– (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v.2)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-025-4  
DOI 10.22533/at.ed.254190901

1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Schiebelbein, Luis Miguel. II. Título. III. Série.

CDD 343.81

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Na continuidade do Volume I, a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade” aborda uma série de artigos e resultados de pesquisa, em seu Volume II, contemplando em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos científicos e tecnológicos para as áreas em questão.

Estrategicamente agrupados nas grandes áreas temáticas de Qualidade da Água, Recursos Hídricos no Abastecimento, Utilização Agrícola dos Recursos Hídricos & Sustentabilidade, traz à tona informações de extrema relevância para a área dos Recursos Hídricos, assim como da Sustentabilidade.

Os capítulos buscam de maneira complementar, abordar as diferentes áreas além de concentrar informações envolvendo não só os resultados aplicados, mas também as metodologias propostas para cada tipo de estudo realizado.

Pela grande diversidade de locais e instituições envolvidas, na realização das pesquisas ora publicadas, apresenta uma grande abrangência de condições e permite, dessa forma, que se conheça um pouco mais do que se tem de mais recente nas diferentes áreas de abordagem.

A todos os pesquisadores envolvidos, autores dos capítulos inclusos neste Volume II, e, pela qualidade e relevância de suas pesquisas e de seus resultados, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Complementarmente, espera-se que esta obra possa ser de grande valia para aqueles que buscam ampliar seus conhecimentos nessa magnífica área da Gestão de Recursos Hídricos, associada à Sustentabilidade. Que este seja não só um material de apoio, mas um material base para o estímulo a novas pesquisas e a conquista de resultados inovadores.

Luis Miguel Schiebelbein

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DA POLÍTICA DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS-MG	
<i>Roberta Christina Amancio</i>	
<i>Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
AVALIAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AÇUDE DA MACELA E JACARECICA ITABAIANA-SE DO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS-IQAR	
<i>Maria Caroline Silva Mendonça</i>	
<i>Helenice Leite Garcia</i>	
<i>Valdelice Leite Barreto</i>	
<i>Carlos Alexandre Borges Garcia</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>22</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO POÇÃO DA RIBEIRA USANDO ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	
<i>Carlos Eduardo Oliveira Santos</i>	
<i>Lucas Cruz Fonseca</i>	
<i>José do Patrocinio Hora Alves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS LANÇADAS POR BACIAS DE DETENÇÃO EM CORPOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, DF – BRASIL.	
<i>Carolinne Isabella Dias Gomes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTES DE AGROINDÚSTRIAS DA REGIÃO CELEIRO DO RS	
<i>Marieli da Silva Marques</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>47</b>
COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DE ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIO UTILIZADO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DURANTE PERÍODO DE SECA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
<i>Leandro Gomes Viana</i>	
<i>Patrícia Silva Cruz</i>	
<i>Dayany Aguiar Oliveira</i>	
<i>Ranielle Daiana dos Santos Silva</i>	
<i>José Etham de Lucena Barbosa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2541909016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 55**

UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMESTICO NO AÇUDE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE, PB

*Alvânia Barros De Queiróz*  
*Neyliane Costa De Souza*  
*Márcia Ramos Luiz*  
*Geralda Gilvania Cavalcante*  
*Lígia Maria Ribeiro Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.2541909017**

**CAPÍTULO 8 ..... 66**

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA DE RESERVATÓRIO – IQAR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS ALGODOEIRO E GLÓRIA

*Anairam Piedade de Souza Melo*  
*Helenice Leite Garcia*  
*Maria Caroline Silva Mendonça*  
*Valdelice Leite Barreto*  
*Carlos Alexandre Borges Garcia*

**DOI 10.22533/at.ed.2541909018**

**CAPÍTULO 9 ..... 77**

ANÁLISE DA ESCASSEZ HÍDRICA NO PAÍS NO PERÍODO 2012-2016 E DAS AÇÕES DE GESTÃO EM ÁREAS CRÍTICAS

*Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares*  
*Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira*  
*Teresa Luísa Lima de Carvalho*  
*Laura Tillmann Viana*

**DOI 10.22533/at.ed.2541909019 .**

**CAPÍTULO 10 ..... 92**

DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO EVOLUTIVA CONSIDERANDO CUSTOS DE MANUTENÇÃO

*Marcos Rodrigues Pinnto*  
*Marco Aurélio Holanda de Castro*  
*João Marcelo Costa Barbosa*  
*Josér Valmir Farias Maia Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090110**

**CAPÍTULO 11 ..... 100**

CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES SOBRE O QUADRO DE CRISE NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – MG: O CASO DA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS

*Bernardo Ribeiro Filizzola*  
*Cristiano Pena Magalhães Marques*  
*Rodrigo Silva Lemos*  
*Antônio Pereira Magalhães Junior Guilherme Eduardo Macedo Cota*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090111**

**CAPÍTULO 12 ..... 111**

SÍNTESE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO FINAL DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NA SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE REÚSO DE ÁGUA

*Reinaldo Coelho Mirre*  
*Mariana de Souza dos Santos*  
*Dalal Jaber Suliman Abdullah Audeh*

*André Luiz Hemerly Costa Fernando Luiz*

*Pellegrini Pessoa*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090112**

**CAPÍTULO 13..... 120**

FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAS DE ABASTECIMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

*Patrícia Silva Cruz*

*Leandro Gomes Viana*

*Dayany Aguiar Oliveira*

*Ranielle Daiana dos Santos Silva*

*José Etham de Lucena Barbosa*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090113**

**CAPÍTULO 14..... 128**

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

*Gilson Bárbara*

*Marcelo José Romagnoli*

*Dagmar Aparecida de Marco Ferro*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090114**

**CAPÍTULO 15..... 131**

DIAGNÓSTICO DAS COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

*Eduardo Jorge de Oliveira Motta*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090115**

**CAPÍTULO 16..... 141**

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E FORMULAÇÃO DE PROJETOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA A REGIÃO RURAL DA CIDADE DE BELÉM – PA

*Roberta Andrade Ribeiro*

*Ana Carla Bezerra Santos*

*Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes*

*Maria Ludetana Araújo*

*Antônio de Noronha Tavares*

*Rubens Takeji Aoki Araujo Martins*

*Gustavo Neves Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090116**

**CAPÍTULO 17 ..... 150**

ANÁLISE DE CENÁRIOS COM REDUÇÃO DA DEMANDA DA ORIZICULTURA NA BACIA DO RIO SANTA MARIA COM APLICAÇÃO DO MODELO CRUZ

*Christhian Santana Cunha*

*Rafael Cabral Cruz*

*Tatiani Coletto*

*Vinicius Ferreira Dulac*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090117**

**CAPÍTULO 18..... 161**

IDENTIFICAÇÃO DOS ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NA PESCA E AQUICULTURA NO PARÁ APLICANDO O ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO NORMALIZADO

*Elias Fernandes de Medeiros Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.25419090118**

<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>167</b>
ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA DO MILHETO IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25419090119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>174</b>
DESENVOLVIMENTO DO MILHETO CV. CEARÁ IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25419090120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>181</b>
AVALIAÇÃO DA TAXA DE DECRÉSCIMO DE UMIDADE PARA DIFERENTES AMOSTRAS DE ÁGUA, AREIA E CAVACO DE MADEIRA	
<i>Adelino Carlos Maccarini</i>	
<i>Marcelo Risso Errera</i>	
<i>Marcelo Rodrigues Bessa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.25419090121</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>187</b>

## FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

### Patrícia Silva Cruz

Doutoranda em Engenharia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: patriciacruz\_biologa@hotmail.com

### Leandro Gomes Viana

Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: leandrogomesbiologo@gmail.com

### Dayany Aguiar Oliveira

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: dayanyaguiar93@gmail.com

### Ranielle Daiana dos Santos Silva

Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). e-mail: ranielledaiana@hotmail.com

### José Etham de Lucena Barbosa

Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos (Ufscar). e-mail: etham barborsa@hotmail.com

**RESUMO:** O presente estudo objetivou avaliar a ocorrência de cianobactérias em 20 reservatórios do Estado da Paraíba destinados ao abastecimento público. Para isto foram realizadas amostragens mensais de agosto de 2014 a janeiro de 2015, no ponto de captação. Observou-se que a comunidade fitoplanctônica dos reservatórios em estudo, esteve composta por 102 *taxa* pertencentes a cinco classes taxonômicas, sendo que as

Cianobactérias representaram 73% do total de *taxa* identificados, com ocorrência de espécies potencialmente tóxicas durante o período investigado, dentre elas *Aphanocapsa elasshia*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardii*. Mesmo com a dominância das cianobactérias, observou-se a co-ocorrência de Bacilariophyceae (17%), Clorophyceae (8%), Euglenophyceae (1%) e Zygnematophyceae (1%), devido as suas adaptações morfológicas e com as estratégias adaptativas às condições ambientais dos reservatórios. As espécies fitoplanctônicas identificadas caracterizaram os ambientes como eutróficos e/ou hipereutróficos, relacionados com disponibilidade de nutrientes. A dominância das cianobactérias pode ser considerada como uma das consequências da eutrofização artificial dos ambientes. Para tanto, o monitoramento desses organismos deve ser permanente, segundo o que preconiza a legislação vigente, visando à proteção da saúde da população abastecida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cianobactérias. Qualidade da Água. Semiárido.

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the occurrence of cyanobacteria in 20 state reservoirs of Paraíba intended for public supply. For this monthly sampling took place from August 2014 to January 2015 at the pickup point. It was observed that the phytoplankton of

the reservoirs under study was composed of 102 rate from five taxonomic classes, and the Cyanobacteria accounted for 73% of the identified rate, the occurrence of potentially toxic species during the period investigated, among them *Aphanocapsa elasshia*, *Cylindrospermopsis raciborskii* and *Planktothrix agardii*. Despite the dominance of cyanobacteria was observed co-occurrence Bacilariophyceae (17%), Clorophyceae (8%), Euglenophyceae (1%) and Zygnematophyceae (1%), due to their morphologic and the adaptive strategies to environmental conditions of the reservoirs. Registered phytoplankton species characterized as eutrophic environments and / or hipereutróficos related to nutrient availability. The dominance of cyanobacteria can be considered as a consequence of artificial eutrophication of the environment. Therefore, monitoring of these bodies should be permanent, according to the current legislation which calls, in order to protect the health of the population served.

**KEYWORDS:** Cyanobacteria. Water Quality. Semiarid.

## 1 | INTRODUÇÃO

No Brasil, as florações de cianobactérias vêm aumentando rapidamente em mananciais de todo o país, influenciadas pelos usos múltiplos desses reservatórios, que via de regra deteriora a qualidade da água (BECKER et al., 2009; SOARES et al., 2009). A incidência desses organismos nos reservatórios indica que esses sistemas oferecem condições adequadas, dentre elas a alta disponibilidade de nutrientes, aumento no tempo de retenção e temperaturas elevadas durante todo o ano que é favorável para a ocorrência e manutenção da dominância de cianobactérias (SOARES et al., 2013).

De acordo com Azevedo (2005), dos 26 estados brasileiros 11 deles já foram identificadas espécies tóxicas. Segundo Bittencourt-Oliveira et al., (2010), as espécies *Microcystis aeruginosa*, *M. panniformis* *M. novacekii*, *Planktothrix agardhii* e o gênero *Anabaena* são frequentes em corpos aquáticos no Brasil. Na região Nordeste, os estados do Rio Grande do Norte (COSTA et al., 2006; PANOSSO et al., 2007; CHELLAPPA et al., 2008; COSTA et al., 2009) e Pernambuco (BOUVY et al., 1999; BOUVY et al., 2000; MOURA et al., 2007; DANTAS et al., 2008; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2010; NASCIMENTO; MOURA, 2010); BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2011). Na Paraíba também foram registradas elevadas densidades de cianobactérias no reservatório Argemiro de Figueiredo (Acauã), na bacia do médio Paraíba (*Microcystis aeruginosa* e *Cylindrospermopsis raciborskii* com densidades de 250.000 cel/mL) (BARBOSA; MENDES, 2005; LINS, 2006).

A ocorrência de florações de cianobactérias tem sido um problema preocupante em áreas densamente habitadas, pois vários gêneros são capazes de formar florações e produzir toxinas que afetam a microbiota, os animais e o homem, provocando alterações neurológicas (neurotoxinas), irritações dérmicas (dermatotoxinas) e alterações hepáticas (hepatotoxina) (FALCONER; HUMPAGE, 2005), sendo considerado um

sério problema de saúde pública. O monitoramento das cianobactérias tóxicas e cianotoxinas nos mananciais de água para abastecimento público é imprescindível para identificar os locais com risco potencial, visto que comprometem a qualidade da água, dificultam a remoção dos organismos que se proliferam e encarecem o processo de potabilização (LAPOLLI et al., 2011). Diante do exposto, o presente estudo objetiva avaliar a presença de cianobactérias em reservatórios do semiárido paraibano destinado ao abastecimento público.

## 2 | METODOLOGIA

O estudo foi realizado na microrregião do Brejo Paraibano uma das 23 microrregiões do estado da Paraíba pertencente à Mesorregião do Agreste Paraibano. Para tanto, foram selecionados 20 reservatórios utilizados para abastecimento público: Canafistula I, Canafistula II, Brejinho, Lagoa do Matias, Riacho Quinze, Tauá, Serra Grande, Araçagi, Acauã, Duas Estradas, Poções, São Salvador, Predão, Nascimento, Paulo Afonso, Mata do Cano, Camará, Várzea, Olho D'Água e Araçagi-Mirim.

As amostragens foram mensais durante o período de agosto de 2014 a janeiro de 2015, no ponto de captação dos reservatórios. As amostras de água (500ml) foram coletadas na sub-superfície (100% de penetração da luz) e acondicionadas em garrafas plásticas e preservadas em formol a 4%. Foram preparadas lâminas, as quais foram observadas em microscópio óptico Zeiss com ocular de medição acoplada. As análises quantitativas seguiram o método de sedimentação de Uthermöhl (1958). A contagem dos indivíduos foi realizada em transectos horizontais e verticais, tantos quantos necessários para que fossem encontrados, no mínimo, 100 indivíduos da espécie. O sistema de classificação para gêneros e classes seguiu as recomendações de [Bicudo e Menezes (2006)] e para as espécies utilizou-se chaves de identificações de cada grupo. A densidade foi estimada pela fórmula descrita por Ross, (1979).

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que a comunidade fitoplanctônica dos reservatórios em estudo, esteve composto por 102 *taxa* pertencentes a cinco classes (Tabela 1). As Cianobactérias representaram 73% do total de *taxa* identificados, com ocorrência de espécies potencialmente tóxicas durante o período de estudo, dentre elas *Aphanocapsa elasshia*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktothrix agardii*. Quando realizada a quantificação das espécies, as mais abundantes foram pertencentes a classe Cyanobacteria (Figura 1). Esse resultado revela a necessidade de medidas de gestão que visem à proteção dos corpos de água e reduzam a proliferação de cianobactérias, sobretudo em reservatórios de usos múltiplos, que contemplam o abastecimento

público, uma vez que a Portaria 2914 do Ministério da Saúde de dezembro de 2011, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e estabelece o monitoramento sistemático das águas dos mananciais no ponto de captação com frequência mensal ou semanal, em função da densidade de cianobactérias e, quando necessário, exige a determinação dos níveis de cianotoxinas na água.

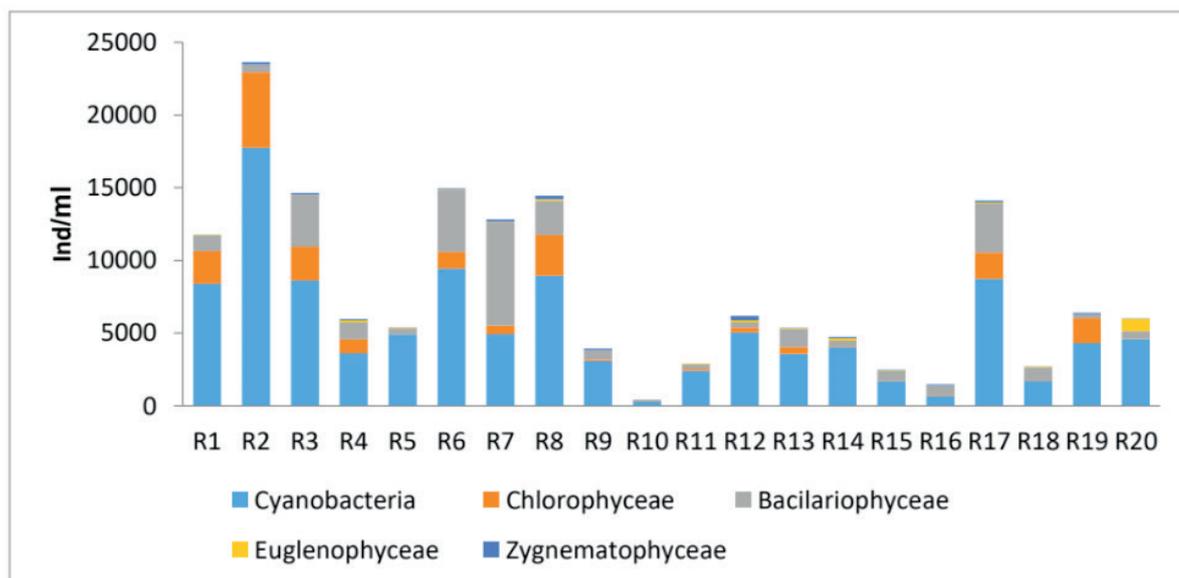


Figura 1 – Distribuição da densidade do fitoplâncton nos reservatórios.

Dentre os organismos fitoplanctônicos mais comuns descritos em eventos de florações de águas continentais, as cianobactérias destacam-se por sua ampla incidência. Esse fato pode está associado à versatilidade fisiológica e a uma ampla tolerância ecológica que contribui para o seu sucesso competitivo e ocupação em diferentes ambientes aquáticos (HYENSTRAND, 1999; DOKULIL; TEUBNER, 2000).

Na Região Nordeste foram desenvolvidos diversos trabalhos que relatam a ocorrência de florações de cianobactérias favorecidas pelas condições climáticas (temperatura e insolação elevadas o ano inteiro) aliadas às condições qualitativas da água como pH elevado, salinização dos açudes, evidenciando a susceptibilidade ao desenvolvimento de florações em seus sistemas aquáticos (CARMICHAEL, 2001).

As espécies potencialmente tóxicas observadas nesse estudo, podem oferecer risco à saúde da população que utiliza essa água para consumo, uma vez que a água potável pode ser uma das principais fontes de exposição do homem às cianotoxinas, ao longo do tempo (HOEGER et al., 2004, 2005), e estas na maioria das vezes, não são removidas pelo tratamento convencional, utilizado em grande parte das estações de tratamento. Dados da literatura reportam que também existe a possibilidade destas toxinas chegarem a atingir os humanos por transferência pela cadeia alimentar, a exemplo da ingestão de pescado que possui como fonte de alimento cianobactérias.

De acordo com Gilbert; Burkholder, (2006) as populações abastecidas com água de reservatórios que apresentam intensas florações, podem estar expostas a baixos

níveis de toxinas que por longo período de tempo, pode ocasionar intoxicações com efeitos crônicos, sendo importante avaliar os efeitos dessas toxinas (AZEVEDO, 2002).

A espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*, apesar de pertencer ao grupo das cianobactérias heterocitadas, apresenta ecologia semelhante às espécies filamentosas não-heterocitadas tolerantes a turbulência, cujo desenvolvimento pode ser atribuído a elevadas temperaturas, pH alcalino, reduzida transparência da água e elevada disponibilidade de fósforo (DANTAS et al., (2008). Apesar da dominância das cianobactérias, a co-ocorrência de Bacillariophyceae (17%), Chlorophyceae (8%), Euglenophyceae (1%) e Zygnemaphyceae (1%), foram observadas durante o período de estudo. A representatividade das Bacillariophyceae pode está associada as suas adaptações morfológicas e com as estratégias adaptativas às condições ambientais dos ambientes. A presença da Chlorophyceae pode ser justificada por esse grupo ser típico de ambientes rasos eutróficos ou hipereutróficos (PADISÁK et al., 2006).

Enquanto as cianobactérias são geralmente relacionadas à condição de estabilidade térmica, as Chlorophyceae são frequentemente associadas à desestratificação, coincidindo com a maior disponibilidade de nutrientes provenientes da ressuspensão do sedimento (GENTIL et al., 2008). Calijuri; Dos Santos; Jati (2002) encontraram maior abundância de clorófitas durante o período de circulação da água e maiores valores de transparência e nutrientes, especialmente nitrato e fosfato. No entanto, Becker et al., (2009) relataram a contribuição das algas verdes coloniais com bainha mucilagínosa principalmente durante a fase de estratificação térmica, assemelhando-se ao comportamento das cianobactérias formadoras de colônias. O desenvolvimento da classe Euglenophyceae pode ser associado à baixa transparência da água e elevadas concentrações de matéria orgânica. De acordo com trabalhos de Gentil, (2007) e Lunchi e Sipaúba-Tavares, (2008), a boa expressividade dessa classe é favorecida pelas elevadas concentrações nitrogênio e fósforo. Pode-se observar ainda, a contribuição da Zignemaphyceae, cujas espécies são encontradas em ambientes com águas alcalinas e rica em matéria orgânica.

<b>Cyanophyceae</b>	<i>Planktolyngbya contorta</i>	<i>Staurastrum longiradiatum</i>	<i>Stauroneis valeriana</i>
<i>Aphanocapsa elashia</i>	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	<i>Staurastrum megacanthum</i>	<i>Synedra rupens</i>
<i>Aphanocapsa espc</i>	<i>Planktothrix agardii</i>	<i>Treubaria crassispirina</i>	<i>Surirella sp</i>
<i>Aphanocapsa incerta</i>	<i>Planktothrix isothrix</i>	<i>Ulothrix aequalis</i>	<i>Rhopaphora gibba</i> <i>Synedra ulna</i>
<i>Aphanocapsa köordeski</i>	<i>Pseudanabaena geleata</i>	<b>Bacillariophyceae</b>	
<i>Chroococcus dispersus</i>	<i>Spirulina princeps</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	<b>Euglenophyceae</b>
<i>Coelosphaerium evidenter-marginatum</i>		<i>Caloneis bacillum</i>	<i>Euglena acus</i>
<i>Cuspidothrix issatschenkoi</i>		<i>Craticula frenguelii</i>	<i>Euglena anabaena</i>
<i>Cuspidothrix tropicalis</i>		<i>Cyclotella comta</i>	<i>Euglena caudata</i>
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	<b>Chlorophyceae</b>	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	<i>Euglena lucens</i>
<i>Dolichospermum crassum</i>	<i>Actinastrum aciculare</i>	<i>Cymbella charrua</i>	<i>Euglena oxyurys</i>
<i>Dolichospermum mendotae</i>	<i>Ankistrodesmus spiralis</i>	<i>Eunotia alpina</i>	<i>Euglena pedunculata</i>
<i>Dolichospermum nucosum</i>	<i>Coelastrum microporum</i>	<i>Fragilaria cf. tenem</i>	<i>Euglena Polymorpha</i>
<i>Dolichospermum nygaardii</i>	<i>Cosmarium contractum</i> (*)	<i>Fragilaria lanceolata</i>	<i>Lepocinclis fusiformis</i>
<i>Dolichospermum planctonicum</i>	<i>Cosmarium pyramidatum</i> (*)	<i>Fragilaria tabulata</i>	<i>Phacus acumina-tus</i>
<i>Dolichospermum solitarium</i>	<i>Cosmarium undulatum</i> (*)	<i>Fragilaria ulna</i>	<i>Phacus longicauda</i>
<i>Eucapsis densa</i>	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	<i>Gomphonema cf. lagenula</i>	<i>Phacus onyx</i>
<i>Geitlerinema amphibium</i>	<i>Desmodesmus armatus</i>	<i>Gomphonema latifollum</i>	<i>Phacus Pheuronec-tes</i>
<i>Geitlerinema splendidum</i>	<i>Micrasterias radians</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	
<i>Komvophoron crassum</i>	<i>Micratinium pusillum</i>	<i>Gyrosygma acuminatum</i>	
<i>Leptolyngbya perelegans</i>	<i>Monoraphidium contortum</i>	<i>Gyrosygma attenuatum</i>	<b>Zygnematophy-ceae</b>
<i>Limnothrix sp</i>	<i>Ocystis solitaria</i>	<i>Melosira granulata</i>	<i>Closterium juncidum</i>
<i>Merismopedia conduta</i>	<i>Ocystis marssonii</i>	<i>Navicula vandamii</i>	<i>Closterium Kützingii</i>
<i>Merismopedia glauca</i>	<i>Scenedesmus alternans</i>	<i>Nitzschia hungarica</i>	<i>Closterium par-valum</i>
<i>Merismopedia punctata</i>	<i>Scenedesmus anti-formis</i>	<i>Nitzschia vitrea</i>	<i>Closterium rostra-tum</i>
<i>Oscillatoria limosa</i>	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	<i>Closterium ehrenbergii</i>
<i>Phormidium aerugineo-caeluleum</i>	<i>Scenedesmus carinatus</i>	<i>Placoneis bicuneus</i>	<i>Mougeotia sp</i> (*)
<i>Phormidium tergestinum</i>	<i>Staurastrum gracile</i>	<i>Placoneis gracilis</i>	

Tabela 1: Comunidade Fitoplanctônica nos Reservatórios em estudo, distribuídos em classes taxonômicas.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As espécies fitoplanctônicas identificadas podem estar relacionadas com disponibilidade de nutrientes, onde a dominância das cianobactérias pode ser considerada como uma das consequências da eutrofização artificial dos ambientes. A presença desses organismos ou de seus metabólitos secundários (cianotoxinas) na água potável podem oferecer riscos à saúde da população abastecida, através de intoxicações, uma vez que ao passa pelo sistema de tratamento convencional e a fervura são resistentes. Para tanto, o monitoramento desses organismos deve ser permanente, visando à proteção da saúde da população.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, S.M.F.O. (2005). South and Central America: Toxic cyanobacteria. In: Codd, G.A. et al. (ed.) Cyanonet: a global network for cyanobacterial bloom and toxin risk management. Paris: IHPUnesco, p. 115-126.
- BARBOSA, J.E.L.; MENDES, J. S. (2005). Estrutura da comunidade fitoplânctônica e aspectos físicos e químicos das águas do reservatório de Acauã – semi- árido paraibano. X Reunião da Sociedade Brasileira de Ficologia, 2005. Salvador. **Anais da X Reunião da Sociedade Brasileira de Ficologia**. P 339-360.
- BECKER V.; HUSZAR, V.L.M.; CROSSETTI, L.O. (2009). Responses of phytoplankton functional groups to the mixing regime in a deep subtropical reservoir. **Hydrobiologia**, 628: 137–151.
- 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.; SANTOS, D.M.S, MOURA, N.A. (2010). Toxic cyanobacteria in reservoirs in northeastern Brazil: detection using a molecular method. **Braz. J. Biol.**, vol. 70, n. 4, p. 1005-1010.
- BOUVY, M.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. (2001). Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). *Aquatic microbial ecology*, v. 25, p. 215–227.
- BOUVY, M., MOLICA, R., OLIVEIRA, S., MARINHO, M.; BEKER, B. (1999). Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquat. Microb. Ecol.**, vol 20, p. 285-297.
- CALIJURI, M. C.; SANTOS, A. C. A. D. ; JATI, S. (2002). Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP – Brazil). *Journal of Plankton Research*, v. 24, n. 7, p 617-634.
- CARMICHAEL, W.W.; AZEVEDO, S.M.F.O.; AN, J.S.; MOLICA, R.J.R.; JOCHIMSEN, E.M. (2001). Human fatalities from cyanobacterial chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, v 109, p 7663-7668.
- COSTA, I.A.S., AZEVEDO, S.M.F.O., SENNA, P.A.C., BERNARDO, R.R., COSTA, S.M.; CHELLAPPA, N.T. (2006) Occurrence of toxin producing cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Braz. J. Biol.**, 66, 211-219.

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

FALCONER, I.R.; HUMPAGE, A.R.(2005). Health Risk Assessment of Cyanobacterial (Bluegreen Algal) Toxins in Drinking Water. **J. Environ-Res. Public Health** 1(2): 43-50.

GENTIL, R.C.; TUCCI, A.; SANT'ANNA, C.L. (2008). Dinâmica da comunidade fitoplanctônica e aspectos sanitários de um lago urbano eutrófico em São Paulo, SP. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 265-280.

LAPOLLI, F. R.; CORAL, L. A.; RECIO, M. A. L. (2011). Cianobactérias em mananciais de abastecimento – problemática e métodos de remoção. **Revista Dae**, 185, 09-17p.

LINS, R.P. (2006). **Limnologia da barragem de Acauã e codeterminantes socioeconômicos de seu entorno: uma nova interação do limnólogo com sua unidade de estudo**. Dissertação de Mestrado. PRODEMA/UFPB. João Pessoa, 2006.145 p.

PANOSSO, R.; COSTA, I. A. S.; SOUZA, N. R.; ATTAYDE, J. L.; CUNHA, S. R. S.; GOMES, F. C. F. (2007). Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle de florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Oecologia brasiliensis**, v.11, n.3, p.433-449.

SOARES, M.C.S.; HUSZAR, V.L.M.; MIRANDA, M.N.; MELLO, M.M.; ROLAND, F.; LÜRLING, M. (2013). Cyanobacterial dominance in Brazil: distribution and environmental preference. **Hydrobiologia**, 717:1–12.

SOARES, M.C.S.; ROCHA, M.I.A.; MARINHO, M.M.; AZEVEDO, S.M.F.O.; HUSZAR, V.L.M. (2009). Changes in species composition during annual cyanobacterial dominance in a tropical reservoir: physical factors, nutrients and grazing effects. **Aquat. Micro. Ecol.**, 57: 137-149.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Luis Miguel Schiebelbein** - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1997) e mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná (2006), Doutorado em Agronomia - Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2017). Atualmente é Professor dos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Superior Tecnológico em Radiologia e de Pós-Graduação em Agronegócio e Gestão Empresarial do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). É revisor da Revista de Ciências Agrárias - CESCAGE, Professor Colaborador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) . Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura de Precisão, Geoprocessamento, Modelagem e Ecofisiologia da Produção Agrícola, Agrometeorologia, Hidrologia, Mecanização, Aplicação em Taxa Variável, Fertilidade do Solo e Qualidade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-025-4

