

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL

**CIANOBACTÉRIAS PLANCTÔNICAS DO  
RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE (GOIÁS)  
DURANTE A FASE DE ENCHIMENTO: FLORÍSTICA E  
FLORAÇÃO**

GOIÂNIA

2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL

**CIANOBACTÉRIAS PLANCTÔNICAS DO  
RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE (GOIÁS)  
DURANTE A FASE DE ENCHIMENTO: FLORÍSTICA E  
FLORAÇÃO**

**Elaine Jacob da Silva Carmo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Vegetal.

**Orientadora:** Dra. Ina de Souza Nogueira

GOIÂNIA

2014

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR AS TESES E DISSERTAÇÕES ELETRÔNICAS (TEDE) NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

**1. Identificação do material bibliográfico:**       **Dissertação**       **Tese**

**2. Identificação da Tese ou Dissertação**

Autor (a):	Elaine Jacob da Silva Carmo		
E-mail:	elaine.jacobcarmo@gmail.com		
Seu e-mail pode ser disponibilizado na página?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
Vínculo empregatício do autor	Universidade Federal de Goiás		
Agência de fomento:	Fundação de Amparo à Pesquis	Sigla:	FAPEG
País:	Brasil	UF:Go	CNPJ:
Título:	Cianobactérias Planctônicas do Reservatório do Ribeirão João Leite (Goiás) Durante a Fase de Enchimento		
Palavras-chave:	Cylindrospermopsis, fitoplâncton, florística, reservatório		
Título em outra língua:	Planktonic Cyanobacteria of the Reservoir of João Leite Stream (Goiás) during the filling		
Palavras-chave em outra língua:	Cylindrospermopsis, phytoplakton, reservoir		
Área de concentração:	Botânica		
Data defesa: (dd/mm/aaaa)	21/03/2014		
Programa de Pós-Graduação:	Biodiversidade Vegetal		
Orientador (a):	Dra. Ina de Souza Nogueira		
E-mail:	ina.nogueira@gmail.com		
Co-orientador (a):*			
E-mail:			

\*Necessita do CPF quando não constar no SisPG

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM       NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF ou DOC da tese ou dissertação.

O sistema da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações garante aos autores, que os arquivos contendo eletronicamente as teses e ou dissertações, antes de sua disponibilização, receberão procedimentos de segurança, criptografia (para não permitir cópia e extração de conteúdo, permitindo apenas impressão fraca) usando o padrão do Acrobat.

Elaine Jacob da Silva Carmo  
Assinatura do (a) autor (a)

Data: 25 / 02 / 2015.

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE VEGETAL

**CIANOBACTÉRIAS PLANCTÔNICAS DO  
RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE (GOIÁS)  
DURANTE A FASE DE ENCHIMENTO: FLORÍSTICA E  
FLORAÇÃO**

**Elaine Jacob da Silva Carmo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Vegetal.

**Orientadora:** Dra. Ina de Souza Nogueira

GOIÂNIA  
2014

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob orientação do Sibi/UFG.

Jacob da Silva Carmo, Elaine

Cianobactérias Planctônicas do Reservatório do Ribeirão João Leite (Goiás) Durante a Fase de Enchimento: Florística e Floração [manuscrito] / Elaine Jacob da Silva Carmo. - 2014. vi, 103 f.: il.

Orientador: Prof. Dra. Ina de Souza Nogueira.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas (ICB) , Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal, Goiânia, 2014.

Bibliografia. Anexos.

Inclui tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. *Cylindrospermopsis*. 2. fitoplâncton. 3. florística. 4. reservatório de abastecimento. I. de Souza Nogueira, Ina, orient. II. Título.

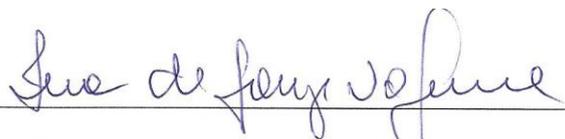
**CIANOBACTÉRIAS PLANCTÔNICAS DO  
RESERVATÓRIO DO RIBEIRÃO JOÃO LEITE (GOIÁS)  
DURANTE A FASE DE ENCHIMENTO: FLORÍSTICA E  
FLORAÇÃO**

**Elaine Jacob da Silva Carmo**

**Orientadora:** Dra. Ina de Souza Nogueira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biodiversidade Vegetal.

Banca Examinadora:



**Dra. Ina de Souza Nogueira (Presidente)**



**Dra. Lenora Nunes Ludolf Gomes (Membro Externo)**



**Dr. Fernando Antônio Jardim (Membro Externo)**

## **Dedicatória**

Dedico esta dissertação ao meu esposo Elias,  
companheiro de todos os momentos e ao meu bem  
mais precioso, Daniel, filho amado.

"Ainda que eu falasse as línguas dos homens e dos anjos, e não tivesse amor, seria como o metal que soa ou como o sino que tine.

E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.

E ainda que distribuísse toda a minha fortuna para sustento dos pobres, e ainda que entregasse o meu corpo para ser queimado, e não tivesse amor, nada disso me aproveitaria.

O amor é sofredor, é benigno; o amor não é invejoso; o amor não trata com leviandade, não se ensoberbece.

Não se porta com indecência, não busca os seus interesses, não se irrita, não suspeita mal;

Não folga com a injustiça, mas folga com a verdade;

Tudo sofre, tudo crê, tudo espera, tudo suporta.

O amor nunca falha; mas havendo profecias, serão aniquiladas; havendo línguas, cessarão; havendo ciência, desaparecerá;

Agora, pois, permanecem a fé, a esperança e o amor, estes três, mas o maior destes é o amor."

1 Coríntios 13:1-8, 13.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me sustentado com amor imensurável, guiado cada passo, abençoado cada ação.

À SANEAGO - Saneamento de Goiás S/A pela disponibilização de dados e permissão para a realização de análises em seu laboratório e acesso ao reservatório do Ribeirão João Leite. Destaco a cooperação direta de: Djanir do Espírito Santo, Dr. Ivaltemir (Tinil) Barros Carrijo, Ma. Rafaela Wolff de Pina, Ma. Silvia Moreira dos Santos, Elaine Ribeiro da Costa, Ma. Patrícia Pimentel Santos e Rosalmina Cipriano da Silva Reis.

Aos colegas do Laboratório de Água da SANEAGO.

À FAPEG – Fundação de Amparo a Pesquisa de Goiás, pela concessão da bolsa para o desenvolvimento deste trabalho no período de 2012 a 2014.

À diretoria do IPTSP – Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública, Dra. Regina Maria Bringel Martins e Dra. Flávia Aparecida de Oliveira, pela compreensão e apoio.

Ao Dr. André Côrrea Amaral pelo incentivo.

Ao Me. Alex Wilkerson Ferreira Borges pela cooperação no Laboratório Multiusuário do IPTSP, a qual foi essencial para que eu pudesse estar ausente em alguns momentos.

Às colegas do IPTSP pelo carinho e incentivo, Valéria Maria de Souza Moura e Anneliza Soares de Sá.

À Raquel Rezende de Moraes por compartilhar diferentes momentos durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas Dr. Weliton José da Silva e Dr. Juliano Eduardo de Oliveira, pela cooperação no desenvolvimento de algumas etapas deste trabalho.

Às minhas queridas amigas Alélia Rezende, Azenite (Nite) Ferraz, Elaine Cristine Clemente Martins e Keyle Borges da Silva Monteiro, pelo carinho, principalmente nos momentos difíceis.

Às minhas queridas amigas-irmãs, Cristiana Monteiro dos Santos e Meyre Lúcia Alencar de Araújo, pelo cuidado, carinho, apoio e incentivo em todos os momentos.

À minha família, especialmente Silene Jacob de Araújo e Souza, mãe querida, e Melquisedeque Jacob da Silva, irmão amado, que apesar da distância física, sempre presente.

Ao meu esposo Elias Soares do Carmo, pela compreensão, companheirismo e apoio.

Ao meu maior tesouro, Daniel Jacob do Carmo, quem me deu o melhor título que uma mulher pode ter, Mãe, e por ter me ensinado o que é amar incondicionalmente.

Finalmente, agradeço a maior responsável por eu ter terminado este trabalho, Dra. Ina de Souza Nogueira. Aceitou o desafio de me orientar, aos poucos foi conhecendo minhas limitações e não desistiu de mim. Foi mais do que uma orientadora, foi amiga.

Obrigada.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 Cianobactérias: Características Gerais	3
2.2 Floração de Cianobactérias	4
2.3 Sistema de Classificação das Cianobactérias	6
3. JUSTIFICATIVA	11
4. HIPÓTESE	12
5. OBJETIVOS	12
5.1 Objetivo Geral	12
5.2 Objetivos Específicos	13
6. ÁREA DE ESTUDO	13
7. MATERIAL E MÉTODOS	15
8. RESULTADOS / DISCUSSÃO	19
8.1 Biodiversidade de Cianobactérias	19
8.2 Riqueza de Cianobactérias	34
8.3 Densidade de Cianobactérias	38
8.4 Síntese das Informações Limnológicas	44
9. CONCLUSÃO	49
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXO 1: Documento de submissão do artigo	63
Iheringia-Série Botânica	64
ANEXO 2: Artigo Submetido	65
Biodiversidade de cianobactérias durante a fase de enchimento do Reservatório do Ribeirão João Leite (Goiânia, GO)	66

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Informações do período de estudo e código das amostras do fitoplâncton no Ribeirão João Leite durante a fase de enchimento janeiro 2010 a janeiro 2011 (n=72)\_\_\_\_\_16
- Tabela 2: Lista de táxons registrados no reservatório do Ribeirão João Leite durante a fase de enchimento\_\_\_\_\_19
- Tabela 3: Variância extraída dos três primeiros eixos da correlação de componentes principais obtidas no reservatório do Ribeirão João Leite\_\_\_\_\_44
- Tabela 4: Correlação das variáveis limnológicas obtidas no reservatório do Ribeirão João Leite com os dois primeiros componentes principais. Em negritos estão os coeficientes considerados importantes para a formação dos componentes\_\_\_\_\_45
- Tabela 5: Síntese de dados ambientais das amostras de água do reservatório do Ribeirão João Leite. T- turbidez; TP- fósforo total; SD- profundidade de Secchi; NO<sub>3</sub>- nitrato; WT- temperatura da água\_\_\_\_\_45
- Tabela 6: Resultado do teste de Monte Carlo aplicado aos dados de densidade das espécies dominantes indicando a Correlação Canônica observada (Corr. sp-Amb), correlação canônica média obtida com os dados aleatórios (=Média), o valor mínimo da correlação canônica obtido com os dados aleatórios (=Mínimo); o valor máximo da correlação canônica obtido com os dados aleatórios (=Máximo); e o nível de significância (=p)\_\_\_\_\_47

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Localização do reservatório do Ribeirão João Leite indicando o ponto amostral 1\_\_\_\_14
- Figura 2: Valores de precipitação total e temperaturas máxima e mínima durante os meses de amostragem no reservatório do Ribeirão João Leite\_\_\_\_\_15
- Figuras 3-14, 16-17: 3. *Geitlerinema amphibium*. 4. *Geitlerinema splendidum*. 5. *Planktolyngbya limnetica*. 6. *Pseudanabaena catenata*. 7. *Pseudanabaena galeata*. 8. *Pseudanabaena limnetica*. 9. *Aphanocapsa delicatissima*. 10. *Aphanocapsa planctonica*. 11. *Merismopedia trolleri*. 12. *Merismopedia tenuissima*. 13. *Synechocystis aquatilis*. 14. *Synechocystis minuscula*. 16. *Synechococcus cf. nidulans*. 17. *Synechococcus epigloicus*\_\_\_\_\_26
- Figuras: 4, 15-16, 22-23, 26-29, 31: 4. *Geitlerinema splendidum*. 15. *Synechocystis salina*. 16. *Synechococcus cf. nidulans*. 22. *Snowella lacustris*. 23. *Gloeocapsa punctata*. 26. *Komvophoron cf. constrictum*. 27. *Oscillatoria ornata*. 28. *Phormidium cf. chlorinum*. 29. *Phormidium cf. granulatum*. 31. *Cylindrospermopsis raciborskii*\_\_\_\_\_28
- Figuras 18-22, 24-25, 29-31: 18. *Chroococcus dispersus*. 19. *Chroococcus minor*. 20. *Chroococcus minutus*. 21. *Anathece minutissima*. 22. *Snowella lacustris*. 23. *Gloeocapsa punctata*. 24. *Microcystis aeruginosa*. 24a. Vista colônia. 24b. Detalhe colônia. 25. *Microcystis protocystis*. 29. *Phormidium cf. granulatum*. 30. *Planktothrix isothrix*. 31. *Cylindrospermopsis raciborskii*. 31a. Detalhe heterócito. 31b. Tricoma. 32c. Detalhe acineto\_\_\_\_\_32
- Figura 32: Riqueza específica em cada coleta durante o primeiro período chuvoso (C1), janeiro a abril de 2010\_\_\_\_\_35
- Figura 33: Riqueza específica em cada coleta durante a estiagem (E), maio a setembro de 2010\_\_\_\_\_36
- Figura 34: Riqueza específica em cada coleta durante o segundo período chuvoso (C2), outubro de 2010 a janeiro de 2011\_\_\_\_\_37
- Figura 35: Densidade de cianobactérias durante o primeiro período chuvoso, janeiro a abril de 2010\_\_\_\_\_39
- Figura 36: Densidade de cianobactérias durante a estiagem, maio a outubro de 2010\_\_\_\_\_40
- Figura 37: Densidade de cianobactérias durante o segundo período chuvoso, outubro de 2010 a janeiro de 2011\_\_\_\_\_41
- Figura 38: Escores derivados da análise dos componentes principais aplicados aos dados ambientais de janeiro 2010 a janeiro 2011\_\_\_\_\_46
- Figura 39: Escores derivados da ACC aplicados aos dados de densidade de espécies dominantes e variáveis ambientais\_\_\_\_\_47
- Figura 40: Escores derivados da ACD aplicados à densidade de espécies dominantes nos pontos amostrais do reservatório do Ribeirão João Leite\_\_\_\_\_49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Registro de florações de cianobactérias em diferentes reservatórios de abastecimento público no Brasil\_\_\_\_\_2

Quadro 2: Apresentação dos principais sistemas de classificações fundamentados em morfoespécies clássicos de Cyanophyceae do século 20 anteriores a década de 80\_\_\_\_\_7

Quadro 3: Apresentação dos sistemas de classificações de Cyanophyceae (=Cyanobactérias) a partir de 1985\_\_\_\_\_8

Quadro 4: Características diacríticas das Subdivisões propostas por Hoffman *et al.* (2005)\_\_\_\_10

Quadro 5: Relação das espécies que apresentaram dominância e/ou abundância durante entre os meses de janeiro de 2010 e janeiro de 2011, no reservatório do Ribeirão João Leite\_\_\_\_\_42

## RESUMO

**Cianobactérias planctônicas do reservatório do Ribeirão João Leite (Goiás) durante a fase de enchimento: florística e floração.** O Ribeirão João Leite é um dos principais mananciais de abastecimento público de água para a Cidade de Goiânia e região metropolitana. O solo da bacia hidrográfica é utilizado principalmente para atividades agropastoris, podendo favorecer o aporte de nutrientes como fósforo e nitrogênio para a água do reservatório e conseqüentemente a formação de florações de microalgas e cianobactérias. Não há estudos florísticos de cianobactérias para este reservatório, que é recém-formado, contudo houve predomínio de cianobactérias planctônicas potencialmente tóxicas, durante sua fase de enchimento, refletindo as condições limnológicas da bacia do Ribeirão João Leite. O presente estudo objetivou identificar e caracterizar as morfoespécies de cianobactérias e avaliar a estrutura e dinâmica de populações. O período amostral compreendeu janeiro de 2010 a janeiro de 2011, com coletas fitoplanctônicas e limnológicas realizadas duas vezes por semana até a primeira quinzena de maio de 2010 e a partir desta data, semanalmente. Foram realizadas análises físicas e químicas e quali-quantitativas do fitoplâncton no laboratório de análise de água da Saneago. Os espécimes de cianobactérias foram analisados em microscópio Zeiss Axiostar plus, e microfotografados com sistema de captura de imagem Axiocam ERc5s e sistema de imagem Axiovision. A fase inicial de enchimento do reservatório apresentou maior riqueza (período chuvoso) e a fase intermediária (período de seca), a menor riqueza. As florações foram características dos períodos chuvosos. No primeiro período ocorreu a dominância de *Geitlerinema amphibium* e *Cylindrospermopsis raciborskii* e no segundo período *Aphanocapsa delicatissima*. Notou-se que durante a fase de enchimento ocorreu predomínio de cianobactérias filamentosas e na fase final predomínio de organismos coloniais. A PCA indicou que as variáveis explicativas do sistema foram turbidez, fósforo total, profundidade de extinção do disco Secchi (eixo 1 – 31,7%). Na Análise de Correspondência Canônica (CCA) as unidades amostrais foram influenciadas no 1º eixo pela dominância de *G. amphibium* na fase de enchimento, quando a turbidez foi elevada e a profundidade de extinção do disco Secchi menor (eixo 1 – 14,8%;  $p < 0,005$ ; correlação espécie ambiente 0,806). A Análise de Correspondência Destendenciada confirmou a distribuição de táxons distintos dentre os períodos climáticos. Para o estado de Goiás foram citados 28 táxons pela primeira vez.

**Palavras chave:** *Cylindrospermopsis*, fitoplâncton, florística, reservatório de abastecimento.

## ABSTRACT

Ribeirão Leite is considered as one of the main sources of public water supply for the city of Goiânia and its metropolitan region. The soil in the watershed is principally used for agro-pastoral activities that may favor the supply of nutrients such as phosphorus and nitrogen for the water reservoir and consequently for the formation of blooms of microalgae and cyanobacteria. No floristic studies of cyanobacteria have been carried out for this reservoir, which is recently formed, however there has been pre-dominance of potentially toxic planktonic cyanobacteria during the filling of this reservoir, which reflects the limnological conditions of the Ribeirão Leite basin. The present study aims to identify and characterize the morphospecies of cyanobacteria and evaluate structure and dynamics of populations. The sample period comprised the date from January 2010 to January 2011, which was filling stage, with the collection of phytoplankton and limnologicals carried out twice a week until the first half of May 2010, and from this date, it was repeated weekly. Physicochemical and also qualitative and quantitative analyzes of phytoplankton were performed in water analysis laboratory of Saneago. Specimens of cyanobacteria were analyzed with microscopy “Zeiss Axiostar plus”, and micro-photographed with image capture system “AxioCam ERc5s” and also with imaging system “Axiovision”. The initial phase of filling of the reservoir demonstrated the greatest efficiency on rainy period of the year, nevertheless, the intermediate phase, which was on dry period, showed lower efficiency. The blooms were observed as characteristics of rainy periods of the year. In the first period, there was the dominance of *Geitlerinema amphibium* and *Cylindrospermopsis raciborskii* and in the second period, *Aphanocapsa delicatissima* was observed as dominant. It was monitored that during the filling phase, there was predominance of filamentous cyanobacteria and in the final phase, dominance was of the colonial organisms. The PCA indicated that the explanatory variables of the system were turbidity, total phosphorus and Secchi disk depth extinction coefficient (axis 1 to 31.7%). In Canonical Correspondence Analysis (CCA), sampling units were influenced on the 1° axis by the dominance of *G. amphibium* at the stage of filling, when the turbidity was high and Secchi depth (axis 1 to 14.8%,  $p < 0.05$ ; environment correlation of species 0.806) was lower. The Detrended Correspondence Analysis confirmed the distribution of taxa among different climatic periods. For the state of Goiás, 28 taxa were mentioned for the first time

**Keywords:** *Cylindrospermopsis*, phytoplankton, flora, water supply reservoir.

## 1. INTRODUÇÃO

Os reservatórios são ambientes afetados pelas ações antrópicas da sua bacia de drenagem. O tempo de residência da água associado às características de uso do solo da bacia hidrográfica onde estes se inserem podem favorecer a permanência de cianobactérias e a formação de florações continuamente, ocasionando riscos ao abastecimento público (Cetesb 2013).

A fase de enchimento dos reservatórios deve ser monitorada intensivamente, principalmente onde houver condições favoráveis para o acúmulo de fósforo. Isto ocorre em locais onde a área de inundação foi utilizada em atividades agropastoris, pois esta situação pode beneficiar a permanência das cianobactérias. Para um manancial de abastecimento este fato é preocupante, pois algumas espécies podem, em determinados momentos, produzirem metabólitos secundários como cianotoxinas, podendo colocar em risco a saúde das pessoas, conferirem sabor e odor à água, favorecerem a coloração da mesma, além de restringirem seu uso múltiplo (Steffensen 2002, Brasil 2003, Brasil 2011).

É importante reconhecer as espécies de cianobactérias ocorrentes em reservatórios de abastecimento público, e identificar principalmente aquelas que florescem durante a fase de enchimento, pois podem ser produtoras de cianotoxinas e comprometerem a qualidade da água. A incidência de florações de microalgas e cianobactérias têm consequências negativas sobre a eficiência e custo do tratamento da água para abastecimento público. Assim, é muito importante o monitoramento, antes, durante e após o enchimento, de qualquer represamento de água destinado ao consumo humano (Monteiro e Pinheiro 2004).

Nos ambientes lênticos existe uma grande probabilidade de desenvolvimento de populações de cianobactérias potencialmente tóxicas, principalmente aqueles que estão eutrofizados em estado avançado, com baixa transparência, elevado pH e altas concentrações de fósforo (Cetesb 2013).

Em ambientes com características semelhantes a estas, têm sido observadas inúmeras florações de cianobactérias, inclusive em todas as regiões do Brasil (Bouvy *et al.* 2000, Jardim 2003, Brianda *et al.* 2003, Carvalho *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2008, Sant'Anna *et al.* 2008, Becker *et al.* 2010, Soares *et al.* 2012, Gomes *et al.* 2012). Em reservatórios de abastecimento público existem registros de floração em diversos países, podendo-se citar Portugal (Ribeiro and Torgo 2008) e Brasil (Becker *et al.* 2004, Sotero-Santos *et al.* 2005, Costa *et al.* 2006, Panosso *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2007, Becker *et al.* 2010). No Quadro 1 são apresentadas algumas localidades onde foram relatadas florações de diversos táxons de cianobactérias no Brasil.

**Quadro 1:** Registro de florações de cianobactérias em diferentes reservatórios de abastecimento público no Brasil.

<b>Reservatório</b>	<b>Estado</b>	<b>Táxon</b>	<b>Referência Bibliográfica</b>
Armando Ribeiro Gonçalves	Rio Grande do Norte	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Microcystis panniformis</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>M. novacekii</i> , <i>Aphanizomenon</i> cf. <i>gracile</i> , <i>A. manguinii</i> , <i>A. cf. issastschenkoi</i>	Costa et al. 2006
Sabugi	Rio Grande do Norte	<i>M. protocystis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>C. raciborskii</i> , <i>Geitlerinema unigranulatum</i> , <i>Aphanocapsa incerta</i>	Panosso et al. 2007
Itans	Rio Grande do Norte	<i>M. panniformis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>Anabaena circinalis</i> , <i>Sphaerocavum brasiliensis</i>	Panosso et al. 2007
Parelhas	Rio Grande do Norte	<i>M. sp.</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>Snowella lacustres</i> , <i>Aphanothece</i> sp., <i>Aphanocapsa</i> sp.	Panosso et al. 2007
Passagem das Traíras	Rio Grande do Norte	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>Aphanizomenon</i> sp., <i>M. panniformis</i>	Panosso et al. 2007
Gargalheiras	Rio Grande do Norte	<i>M. protocystis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>C. raciborskii</i> , <i>Aphanocapsa delicatissima</i> , <i>P. agardhii</i>	Panosso et al. 2007
Billings e Guarapiranga	São Paulo	<i>A. delicatissima</i> , <i>Chroococcus</i> sp., <i>M. aeruginosa</i> , <i>M. botrys</i> , <i>M. novacekii</i> , <i>M. panniformis</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>M. wesenbergii</i> , <i>G. unigranulatum</i> , <i>Limnothrix planctonica</i> , <i>Phormidium</i> sp., <i>P. agardhii</i> , <i>Pseudanabaena galeata</i> , <i>P. mucicola</i> , <i>Romeria gracilis</i> , <i>Anabaena planctonica</i> , <i>C. raciborskii</i>	Carvalho et al. 2007
Violão	Rio Grande do Sul	<i>Microcystis protocystis</i> , <i>Sphaerocavum</i> cf. <i>brasiliense</i> , <i>Anabaena oumiana</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Anabaenopsis elenkini</i> f. <i>circularis</i> , e <i>Aphanothece stagnina</i>	Carvalho et al. 2008
Faxinal	Rio Grande do Sul	<i>Anabaena crassa</i>	Becker et al. 2010
Vargem das Flores	Minas Gerais	<i>Sphaerocavum brasiliense</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Aphanocapsa</i>	Gomes et al. 2012
Funil	Rio de Janeiro	<i>Dolichospermum circinalis</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> e <i>Microcystis aeruginosa</i>	Soares et al. 2012

É importante que a biodiversidade de cianobactérias seja conhecida e as espécies identificadas adequadamente, sendo necessário consultar estudos específicos. Conhecer a biodiversidade local favorece a elaboração dos projetos de manejo e conservação do ambiente (Santos e Sant'Anna 2010).

O Ribeirão João Leite é um dos principais mananciais de abastecimento público de água para a cidade de Goiânia e região metropolitana. Além disso, o uso múltiplo de suas águas serve para o atendimento de demandas de piscicultura, irrigação, entre outros, o que muitas vezes tem gerado conflitos entre usuários, por sua disponibilidade hídrica não ser suficiente para o suprimento das necessidades em algumas épocas do ano (Santos *et al.* 2010).

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Cianobactérias: Características Gerais**

Cianobactérias são procariotos, microscópicos e com estrutura celular simples, há evidências de que foram as primeiras produtoras de oxigênio atmosférico. Participaram ativamente na redução dos níveis de dióxido de carbono atmosférico e na formação de rochas carbonatadas. Possuem o pigmento clorofila *a* e liberam oxigênio como resultado da fotossíntese, a chamada fotossíntese oxigênica (Graham *et al.* 2009). As primeiras cianobactérias oxigênicas são datadas entre 2,7 bilhões a 3,0 bilhões de anos atrás (Lee 2008, Graham *et al.* 2009) e foram essenciais para a origem das primeiras algas eucariontes. Todos os cloroplastos presentes nos eucariontes modernos atuais surgiram como resultado do processo evolutivo que teve início com cianobactérias endossimbiômicas (Graham *et al.* 2009).

As cianobactérias estão em todos os ambientes da Terra, desde os extremos como as fontes termais e geleiras, passando pelos aquáticos continentais e oceânicos, até os subaéreos e terrestres. Os ambientes onde elas melhor se desenvolvem é o aquático de água doce. Esses ambientes em geral apresentam pH entre 6 e 9, temperatura entre 15°C e 30°C, e alta concentração de nutrientes, nitrogênio e especialmente fósforo antrópico (Azevedo 1998, Huszar *et al.* 2000).

Cianobactérias possuem uma diversidade de formas, desde unicelulares até multicelulares tricomatosos simples ou ramificados, unicelulares ou em colônias. Apresentam também diversas estruturas como heterócitos, acinetos, aerótopos, entre outros que lhes conferem características favoráveis para estarem presentes nos mais variados locais (Graham *et al.* 2009).

A biodiversidade de cianobactérias é bastante representativa no Brasil sendo 460 táxons segundo Sant'Anna *et al.* (2011) distribuídas em 129 gêneros, e 360 táxons de acordo com Werner *et al.* (2013). Desse total de espécies, 26 espécies são endêmicas (Werner *et al.* 2013). A lista de espécies tóxicas do Brasil relata 32 táxons potencialmente tóxicos (Sant'Anna *et al.* 2008). Para Goiás já foram citadas 80 espécies de cianobactérias.

Nogueira *et al.* (2002) apresentaram a distribuição de 13 espécies de cianobactérias tóxicas ocorrentes em Goiás, entre elas *Geitlerinema amphibium* (Agarh *ex* Gomont) Anagnostidis 1989, registrada no Ribeirão João Leite. Há também ocorrência de diversos táxons em lagos urbanos de Goiânia (Nogueira e Leandro-Rodrigues 1999, Nardini e Nogueira 2008, Nogueira *et al.* 2008, Nogueira *et al.* 2011).

## **2.2 Floração de Cianobactérias**

O termo floração foi introduzido por Palmer, vindo da tradução de “bloom” para a língua portuguesa na década de 50. Ao longo do tempo foi se popularizando e atualmente é bastante conhecido desta forma. Torgan (1989) apresenta uma retrospectiva histórica deste termo em literatura e faz uma revisão dos casos de florações no Brasil até essa data.

Um dos mais importantes impactos qualitativos e quantitativos em rios, lagos e represas é o da eutrofização, que afeta, com maior ou menor intensidade, praticamente todos os ecossistemas aquáticos continentais. O aumento de nitrogênio e fósforo produzido pelas atividades humanas acelera o processo de eutrofização, deteriorando a qualidade da água, tornando-a não disponível para vários usos e encarecendo consideravelmente o processo de tratamento (Tundisi e Tundisi 2008). Cetesb (2013) acrescenta que a floração ocorre como consequência da eutrofização e que os organismos frequentemente encontrados são as cianobactérias.

As florações de cianobactérias ocorrem em todo planeta (Chorus and Bartram 1999), ocasionando desde uma simples coloração das águas até a formação de escumas e natas superficiais (Unesco 2009). Esta última publicação caracteriza a floração em três tipos: acumulativa (crescem na superfície com grumos visíveis em ambientes estratificados e com estabilidade por longos períodos), semiacumulativa (desenvolvem-se em ambientes com estratificação por dias até semanas) e dispersiva (florações em condições de mistura contínua da coluna da água). A taxa máxima de reprodução das cianobactérias e formação das florações está em temperaturas da água entre 25°C e 30°C.

De acordo com Unesco (2009) as florações acumulativa e dispersiva apresentam algumas espécies fixadoras de nitrogênio e outras não, as semiacumulativas apenas espécies fixadoras.

Apenas a floração dispersiva não é facilmente evidente em superfície. Bicudo e Bicudo (2008) informaram que o aquecimento global vem favorecendo o desenvolvimento de cianobactérias e outros grupos de algas, aliado a presença de cargas de nutrientes (fósforo) e principalmente em ambientes rasos como os da região tropical. Estes autores consideraram como referência para florações as densidades  $\geq 20.000 \text{ céL.mL}^{-1}$ .

Os principais impactos causados nos ambientes tropicais com as florações estão narrados em Bicudo e Bicudo (2008) e Silva *et al.* (2010), destacando-se principalmente a diminuição da transparência da água, ocasionada pelo estado elevado de eutrofização, afetando o equilíbrio ecológico do ambiente e favorecendo a competição entre as espécies, a sucessão ou dominância das espécies de cianobactérias. Estas florações comprometem os ecossistemas aquáticos e terrestres próximos (margem, zona de transição). Além disso, as cianotoxinas produzidas por cianobactérias podem afetar mamíferos, comprometendo o fígado, as sinapses nervosas e o trato intestinal, podendo levar à morte. Portanto, as florações de cianobactérias são um problema de saúde pública, pois comprometem a qualidade da água de abastecimento público com diversas implicações sanitárias (Azevedo 1998, Magalhães *et al.* 2001, Kamogae *et al.* 2002, Soares *et al.* 2004, Apeldoorn *et al.* 2007, Tundisi e Tundisi 2008, Bláha *et al.* 2009, Molica e Azevedo 2009).

Talvez por isto, Metcalf and Codd (2009) consideraram as florações de cianobactérias tóxicas como caso de bioterrorismo em função da produção elevada de toxinas e também pela dificuldade destes organismos serem eliminados do ambiente.

As florações ocorrem em ambientes variados tais como os de água salgada, salobra e doce (Garcia e Proença 2001, Sant'Anna *et al.* 2007). Até os ambientes aquáticos presentes em áreas áridas e semi-áridas são favoráveis às florações principalmente dependendo do uso do solo, como foi registrado em áreas agricultáveis da Árabia Saudita (Al-Homaidan and Arif 1998). Cianobactérias também estão presentes em pesqueiros (Rahman and Jewel 2008, Matsuzaki *et al.* 2004, Nogueira *et al.* 2011), estuários (Matthiensen *et al.* 1999, Robson and Hamilton 2003, Ferreira *et al.* 2004, Carvalho *et al.* 2008, Yunes 2009), rios (Soares *et al.* 2007, Sá *et al.* 2010) e lagos/lagoas (Ferrão-Filho *et al.* 2002, Tucci e Sant'Anna 2003, Carvalho *et al.* 2008, Fonseca and Bicudo 2008, Freitas *et al.* 2012).

O crescimento excessivo de cianobactérias vem sendo relatado em todo Brasil em diferentes trabalhos publicados: Bouvy *et al.* (2000), Ferrão-Filho *et al.* (2002), Tucci e Sant'Anna (2003), Chellapa and Costa (2003), Costa *et al.* (2006), Panosso *et al.* (2007), Nardini e Nogueira (2008), Nogueira *et al.* (2008), Carvalho *et al.* (2008), Fonseca and Bicudo (2008), Santos e Sant'Anna (2010), Nogueira *et al.* (2011), Freitas *et al.* (2012), dentre outros. Este fato

pode estar associado às condições climáticas conforme menciona Bicudo e Bicudo (2008) e também as características de esgotamento sanitário presentes na maioria dos ambientes, em especial os reservatórios.

Analisando as publicações que tratam desse assunto, observou-se que os gêneros *Microcystis*, *Planktothrix* e *Cylindrospermopsis* são os mais frequentes em formação de florações no país (Costa *et al.* 2006, Panosso *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2007, Carvalho *et al.* 2008, Soares *et al.* 2012). Vasconcelos *et al.* (2010) apresentam uma representação esquemática da dinâmica temporal dos gêneros *Cylindrospermopsis*, *Microcystis* e *Planktothrix*. Além disso, os autores informam que a baixa herbivoria favorece a floração.

Nota-se que as espécies de cianobactérias registradas nos processos de florações no Brasil citadas por Torgan (1989), continuam sendo as mesmas na atualidade. A autora também fornece alguns valores de referência dos eventos de florações que ela analisou. No entanto existem poucas informações sobre os valores de densidades a serem considerados para o início de uma floração.

### **2.3 Sistema de Classificação das Cianobactérias**

A taxonomia das cianobactérias teve como ponto de partida nomenclatural o trabalho de Linnaeus, *Species Plantarum*, publicado em 1º de maio de 1753. No século 19, destacou-se o trabalho de Gomont, *Monographie des Oscillariées*, datado de 1º de janeiro de 1892, no qual foram descritas espécies filamentosas homocitadas. Com a publicação do trabalho de Bornet e Flahault, que data de 1º de janeiro de 1896, *Révision des Nostocacées hétérocystées*, ficou estabelecido como sendo o ponto de partida para a nomenclatura das Nostocaceae, que incluem as cianofíceas filamentosas heterocitadas.

Historicamente muitos autores têm apresentado propostas para a classificação taxonômica das cianobactérias, dentre elas destacaram-se os trabalhos de Geitler (1932) e Desikachary (1959).

Os sistemas de classificação de Geitler (1932) e Desikachary (1959) para as cianobactérias utilizam basicamente caracteres citológicos e morfológicos (Quadro 2). Observa-se que Geitler (1932) propôs a criação de três ordens com 21 famílias e Desikachary (1959) propôs outras três novas ordens: Nostocales, Pleurocapsales e Stigonematales. Essas ordens incluíam as cianofíceas filamentosas, com e sem formação de heterócitos. No sistema de Desikachary (1959) os integrantes da ordem Hormogonales, proposta por Geitler (1932), foram redistribuídos nas ordens recém-criadas.

**Quadro 2:** Apresentação dos principais sistemas de classificações fundamentados em morfoespécies clássicos de Cyanophyceae do século 20 anteriores a década de 80.

<b>Ordem</b>	<b>Geitler (1932)</b>	<b>Desikachary (1959)</b>
Chamaesiphonales	Chamaesiphonaceae Dermocarpaceae Endonemataceae Pleurocapsaceae Siphononemataceae	Chamaesiphonaceae Cyanidiaceae Dermocarpaceae
Chroococcales	Chroococcaceae Entophysalidaceae	Chroococcaceae Entophysalidaceae
Hormogonales	Loriellaceae Pulvinulariaceae Capsosiraceae Loefgreniaceae Nostochopsidaceae Stigonemataceae Mastigocladaceae Rivulariaceae Solokoviaceae Scytonemataceae Microchaetaceae Leptobasaceae Nostocaceae Oscillatoriaceae	-
Nostocales	-	Gomontiellaceae Microchaetaceae Nostocaceae Oscillatoriaceae Rivulariaceae Scytonemataceae
Pleurocapsales	-	Hyellaceae Pleurocapsaceae
Stigonematales	-	Capsosiraceae Diplonemataceae Mastigocladaceae Mastigocladopsidaceae Nostochopsidaceae Pulvinulariaceae Stigonemataceae

Outras propostas têm contribuído para o estudo taxonômico das cianobactérias (Komárek and Anagnostidis 1986, Anagnostidis and Komárek 1988, Komárek and Anagnostidis 1989, Anagnostidis and Komárek 1990). Estes autores usaram como referência os trabalhos clássicos de Geitler (1932), Desikachary (1959) e Bourrelly (1970), incluindo os trabalhos publicados entre 1986 e 1990 de diversos autores.

Com os trabalhos citados anteriormente a classificação das cianobactérias passou por uma série de alterações. As ordens Chamaesiphonales e Pleurocapsales deixaram de existir, e suas famílias foram redistribuídas nas ordens Chroococcales (Komárek and Anagnostidis 1986), Oscillatoriales, Nostocales, e Stigonematales (Anagnostidis and Komárek, 1988; Komárek and Anagnostidis, 1989; Anagnostidis and Komárek, 1990).

Komárek and Anagnostidis (1999) fazem uma nova proposta de classificação das cianobactérias unicelulares e coloniais (Quadro 3), acrescentando mais 3 famílias ao sistema proposto por Komárek and Anagnostidis (1986). Passam a fazer parte dessa classificação de cianobactérias as famílias Synechococcaceae, Merismopediaceae e Hyellaceae. As características diacríticas utilizadas foram: tipo de divisão celular, sendo que em algumas famílias podem ocorrer dois ou mais tipos de divisão, polaridade das células e tipos de colônias.

**Quadro 3:** Apresentação dos sistemas de classificações de Cyanophyceae (=Cianobactérias) a partir de 1986.

	Komárek and Anagnostidis (1986, 1989, 1999, 2005), Anagnostidis and Komárek (1988, 1990)	Hoffman <i>et al.</i> (2005)
Abordagem	Características Morfológica	Características Polifásica
Ordem	Famílias	Famílias
Chroococcales	Chamaesiphonaceae Chroococcaceae Dermocarpellaceae Entophysalidaceae Hydrococcaceae Microcystaceae Xenococeaceae	Chroococcaceae Cyanobacteriaceae Dermocarpellaceae Entophysalidaceae Gomphosphaeriaceae Hydrococcaceae Microcystaceae Prochloraceae Spirulinaceae Stichosiphonaceae Xenococcaceae
Gloeobacterales	-	Gloeobacteraceae
Nostocales	Borzinimataceae Chlorogloeopsidaceae Hapalosiphonaceae Loriellaceae Microchaetaceae Nostocaceae Nostochapsaceae Rivulariaceae Scytonemataceae Stigonemataceae Symphyonemataceae	Borzinemataceae Chlorogloeopsidaceae Hapalosiphonaceae Loriellaceae Microchaetaceae Nostocaceae Rivulariaceae Scytonemataceae Stigonemataceae Symphyonemataceae

**Quadro 3:** Continuação...

Oscillatoriales	Borziaceae Homoeotrichaceae Oscillatoriaceae Phormidiaceae Pseudanabaenaceae Schizotrichaceae	Ammatoideaceae Borziaceae Gomontiellaceae Oscillatoriaceae Phormidiaceae
Pseudanabaenales	-	Pseudanabaenaceae Schizotrichaceae
Stigonematales	Borzinemataceae Capsosiraceae Chlorogloeopsaceae Fischerellaceae Loriellaceae Mastigocladaceae Nostochopsaceae Stigonemataceae	-
Synechococcales	-	Chamaesiphonaceae Merismopediaceae Synechococcaceae

Todos os sistemas propostos por Komárek and Anagnostidis (2005) (Quadro 3) consideraram 32 famílias. Estes autores também revisaram a ordem Oscillatoriales. Características como forma da célula (forma de barril, mais longa ou mais curta do que larga, isodiamétrica), inclusões celulares (grânulos, aerótopos, etc.), entre outras foram utilizadas para definição das morfoespécies filamentosas homocitadas. O número de famílias de Oscillatoriales foi mantido, mas houve exclusão da família Homeotrichaceae e proposição da Gomontiellaceae. Além disso, algumas subfamílias tiveram novos posicionamentos, como Spirulinoideae e Heteroleibleinioideae, que passaram a integrar a família Pseudanabaenaceae. Ammatoideideae (subfamília de Phormidiaceae) e Homoeotrichoideae passaram a compor a família Oscillatoriaceae. A família Gomontiellaceae teve a inclusão das subfamílias Hormoscilloideae, Starrioideae e Crinolioideae (recém-criada).

A taxonomia e sistemática das cianobactérias tradicionalmente foram baseadas em características morfológicas que estão bem caracterizadas nos trabalhos anteriormente citados. Desde o trabalho de Hoffmann *et al.* (2005) acrescentou-se também as características de genômica que pode posicionar filogeneticamente os táxons. Nesta abordagem, denominada de taxonomia polifásica, fundamentada na ultraestrutura, na citomorfologia, nos processos reprodutivos, bem como nas informações moleculares, está sendo formulado um sistema de classificação com base nas características diacríticas da taxonomia desse grupo.

O sistema de classificação proposto por Hoffman *et al.* (2005), estabelece 4 subclasses sendo: Gloeobacteriophycidae (Gloeobacterales), Synechococcophycidae (Synechococcales, Pseudanabaenales), Oscillatoriophycidae (Chroococcales, Oscillatoriales) e Nostochophycidae (Nostocales) (Quadro 4). Neste sistema pode-se observar a caracterização de 32 famílias com ampliação da ordem Stigonematales, reposicionando as famílias do grupo. Também foram propostas três novas ordens: Gloeobacterales, Pseudoanabaenales e Synechococcales.

**Quadro 4:** Características diacríticas das Subdivisões propostas por Hoffman *et al.* (2005).

<b>Subclasse</b>	<b>Características</b>	<b>Principais famílias</b>
Gloeobacteriophycidae	Cocóides, sem tilacóides	Gloeobacteraceae
Synechococcophycidae	Cocóides ou filamentos, Tilacóides arranjados concentricamente em relação a parede celular	Synechococcaceae, Merismopediaceae, Chamaesiphonaceae, Acaryochloridaceae, Pseudanabaenaceae, Schizotrichaceae
Oscillatoriophycidae	Cocóides ou filamentos, Tilacóides arranjados radialmente nas células cocóides e paralelamente nas cilíndricas	Cyanobacteriaceae, Microcystaceae, Gomphosphaeriaceae, Chroococcaceae, Spirulinaceae, Borziaceae, Phormidiaceae, Oscillatoriaceae
Nostochophycidae	Filamentos com tilacóides arranjados desordenadamente nas células	Scytonemataceae, Borzinemataceae, Rivulariaceae, Microchaetaceae, Nostocaceae, Stigonemataceae

A maior novidade do sistema de Hoffman *et al.* (2005) deu-se a partir das análises moleculares, onde pode-se relacionar, como próximos filogeneticamente, famílias que anteriormente não apresentavam relação, pois morfológicamente são muito distintas. Esse é o caso das integrantes da família Synechococceae, que apresentam estrutura cocóide, e da família Pseudanabaenaceae, que apresentam estrutura filamentosa, as quais foram reunidas na subclasse Synechococcophycidae.

No Quadro 4 é possível visualizar as características diacríticas das subdivisões criadas por Hoffman *et al.* (2005), que é o sistema de classificação adotado neste trabalho.

### 3. JUSTIFICATIVA

É importante o estudo da biodiversidade de todo ecossistema para conhecerem-se potencialidades, fragilidades e endemismos. As cianobactérias, por estarem presentes em todo tipo de ambiente, podem promover tanto benefícios como malefícios para o ecossistema envolvido. Em se tratando de reservatórios, o uso de água contaminada por cianotoxinas pode comprometer a saúde de animais domésticos, rebanhos e de toda população usuária. As condições limnológicas alteram a medida que ocorre o enchimento de um reservatório. Assim, acompanhar as mudanças ocorridas pode ajudar na conservação da qualidade da água do reservatório (Komárek *et al.* 2001, Chellapa and Costa 2003, Monteiro e Pinheiro 2004).

Para o manejo de um reservatório, o levantamento florístico das espécies de organismos presentes, com destaque para as cianobactérias, proporciona aos gestores, a previsão dos possíveis problemas com florações que possam vir a existir e as implicações ao abastecimento público. Se na flora do reservatório houver registro de espécies de cianobactérias tóxicas, é preciso que haja um plano de ação eficaz e eficiente durante os eventos de florações, e assim procedimentos e técnicas adequadas poderão ser utilizadas para o tratamento da água de forma a diminuir as consequências para o abastecimento público.

Os reservatórios instalados em região agropecuária, como é o caso do reservatório do Ribeirão João Leite, possuem características que favorecem a eutrofização, por apresentarem grande disponibilidade de nutrientes essenciais para o metabolismo de organismos autotróficos, como o nitrogênio e o fósforo (Rabelo *et al.*, 2009). Soma-se a isso o clima quente e com tendência de pouca chuva no verão (Cardoso *et al.* 2011, Marcuzo *et al.* 2012). Em ambientes continentais em geral é esperado que haja floração já nos primeiros anos de existência do reservatório, pois aquelas são condições facilitadoras para a reprodução em alta taxa desses organismos (Bicudo e Bicudo 2008).

No Brasil, já foram citadas 460 espécies de cianobactérias de acordo com levantamento realizado por Sant'Anna *et al.* (2011) e 366 espécies segundo Werner *et al.* (2013). Existe até a presente data o registro de 80 táxons de cianobactérias para o estado de Goiás, sendo que para a região do Ribeirão João Leite foram detectadas apenas três táxons: *Oscillatoria amphibia* Agardh ex Gomont 1892 (Saneago 1996), *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846 (Saneago 1996, Nogueira *et al.* 2002) e *Gleitlerinema amphibium* (Nogueira *et al.* 2002). Os 80 táxons registrados para Goiás representam aproximadamente 22% das espécies citadas para o Brasil, sendo que 1% para o Ribeirão João Leite.

Para o reservatório do Ribeirão João Leite ainda não há estudos dessa natureza e magnitude, apesar dele ser utilizado para o abastecimento da capital de Goiás, o que torna o presente trabalho relevante, principalmente por ele ser um manancial que abastece quase 50% da população goianiense. Em virtude disto pode-se perceber a necessidade de mais estudos e a disponibilização de um banco de dados com as morfoespécies da região para subsidiar pesquisas e manejos. A empresa de saneamento desenvolve um plano de monitoramento desse reservatório desde o início do barramento em dezembro de 2009.

#### **4. HIPÓTESE**

A revisão bibliográfica sobre biodiversidade e floração de cianobactérias permite concluir que em reservatórios com processo de acúmulo de nutrientes existe favorecimento no processo de eutrofização e conseqüentemente ocorrência de florações de cianobactérias. Considera-se a fase inicial de enchimento aquela que recebe aporte de nutrientes da bacia hidrográfica, e tendo a bacia do Ribeirão João Leite características agropecuárias e sendo extremamente desmatada, espera-se que ocorrerá maior número de morfoespécies durante a fase inicial de enchimento do reservatório que ao final desta etapa. Isso em decorrência dos prováveis eventos de florações de algas e cianobactérias favorecidos pelo aporte de nutrientes da área alagada, bem como através da decomposição da vegetação que foi submersa.

A área inundada para formação do reservatório constitui-se em um novo ambiente, e que agrega condições diferentes daquelas encontradas no leito original do Ribeirão João Leite, assim a biodiversidade presente não é conhecida e muitas das espécies ocorrentes nesse novo sistema podem não terem sido ainda registradas para Goiás.

#### **5. OBJETIVOS**

##### **5.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente estudo foi o de realizar um inventário de morfoespécies de cianobactérias planctônicas, bem como analisar a dinâmica de populações deste grupo na fase de enchimento do reservatório do Ribeirão João Leite destinado ao abastecimento da cidade de Goiânia.

## 5.2 Objetivos Específicos

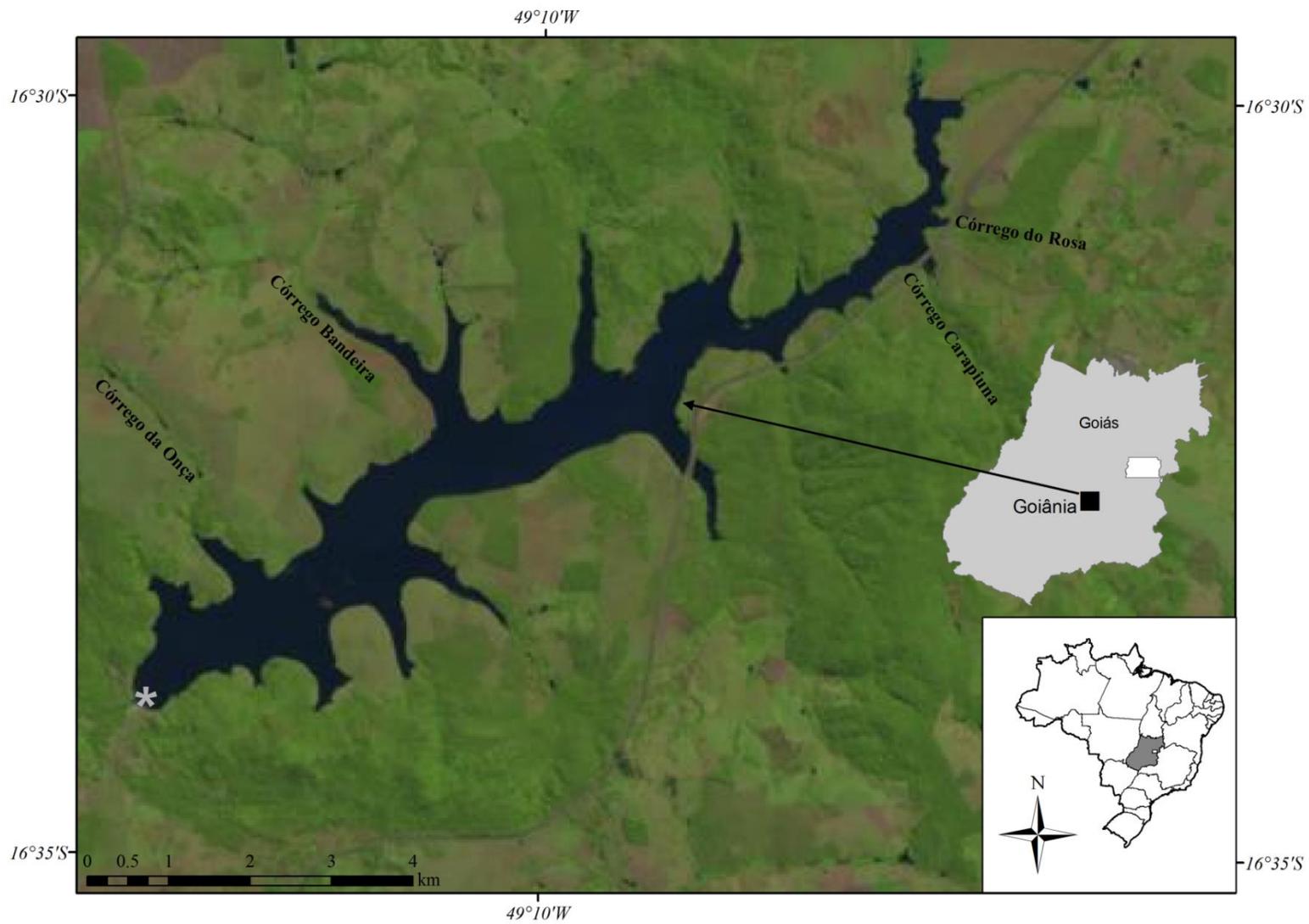
- a. Inventariar as morfoespécies de cianobactérias caracterizando a variabilidade morfológica fundamentado em populações naturais.
- b. Averiguar qual o período da fase de enchimento apresentou maior riqueza específica.
- c. Apresentar distribuição geográfica para o estado de Goiás dos táxons analisados e contribuir com a lista de espécies do Brasil.
- d. Analisar a estrutura e dinâmica de cianobactérias relacionando aos aspectos ambientais.

## 6. ÁREA DE ESTUDO

O Ribeirão João Leite tem as nascentes no município de Ouro Verde (estado de Goiás), na Serra do Sapato Arcado, possuindo inúmeros afluentes e fazendo parte do Complexo Hidrográfico da Bacia do Rio Paraná. O ribeirão tem extensão de aproximadamente 85 Km, desde sua nascente até sua foz, no Rio Meia Ponte (Santos *et al.* 2010). O clima predominante em Goiás é tropical sazonal, com inverno seco e tendência de pouca chuva no verão. O período chuvoso concentra-se na primavera e verão, entre outubro e março, e a precipitação média anual varia entre 1200 mm e 1800 mm. Há uma redução na pluviosidade entre os meses de maio a setembro, podendo chegar a zero (Cardoso *et al.* 2011, Marcuzo *et al.* 2012). Goiânia apresenta clima tropical, com marcante sazonalidade, ocorrendo apenas duas estações anuais bem definidas, uma chuvosa (outubro a abril) e outra seca (maio a setembro) (Nimer 1989).

Na bacia do Ribeirão João Leite existe uma descaracterização e o uso do solo está prioritariamente sendo utilizado para o cultivo de lavouras e em pastagens, além da intensa urbanização (Rabelo *et al.* 2009). A bacia encontra-se fortemente antropizada (Santos *et al.* 2010). O reservatório está inserido em área onde a bacia tem a maior cobertura vegetal, no entanto, cerca de 60% dessa área está sendo utilizado em atividades agropecuárias (Oliveira *et al.* 2011).

O reservatório está localizado entre os municípios de Terezópolis e Goiânia e ocupa uma área de aproximadamente 10,4 km<sup>2</sup>, tendo o comprimento máximo de 15 Km. A profundidade máxima do reservatório do Ribeirão João Leite (Figura 1) é estimada em torno de 36 m no ponto amostral, localizado na região da barragem na fase final do enchimento, e o volume estimado é de 0,129 km<sup>3</sup> (Von Sperling 2013).



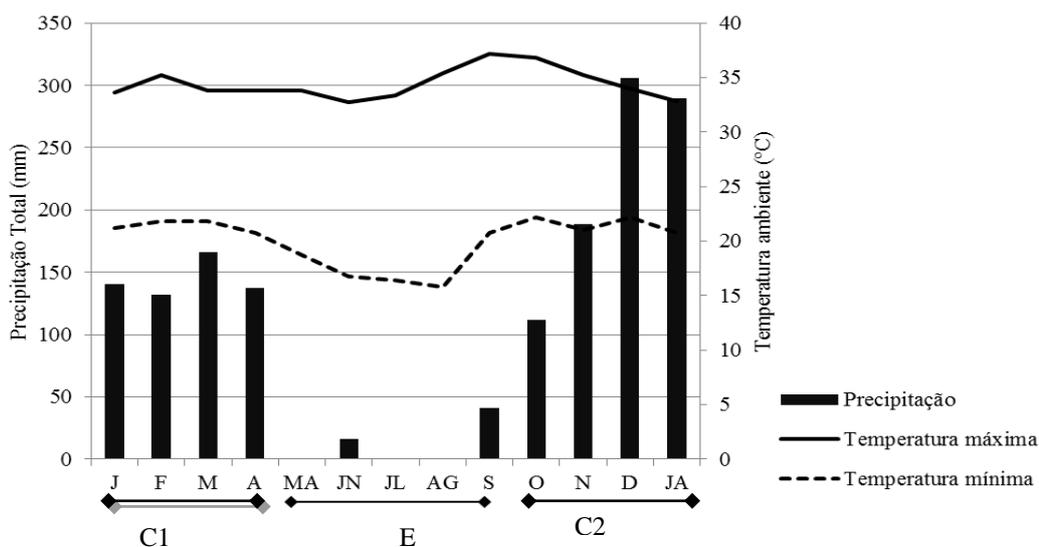
**Figura 1:** Localização do reservatório do Ribeirão João Leite indicando o ponto limnológico no qual foram amostradas as cianobactérias (\*).

O reservatório do Ribeirão João Leite foi construído exclusivamente com a finalidade de abastecimento de água para a Região Metropolitana de Goiânia, e abrange também os municípios de Trindade, Aparecida de Goiânia e Senador Canedo (Gusmão e Valsecchi 2009). A fase de enchimento do reservatório iniciou-se em 18 de dezembro de 2009, ocorrendo o primeiro vertimento em janeiro de 2011.

## 7. MATERIAL E MÉTODOS

O ponto amostral selecionado localiza-se próximo ao barramento (E-N, 691875-8168500) no município de Goiânia. O período amostral foi de janeiro de 2010 a janeiro de 2011. Foram coletadas amostras com periodicidade variável, iniciando com duas amostras semanais até maio de 2010, e a partir de junho de 2010 até janeiro de 2011, foi coletada uma amostra semanalmente, totalizando 72 amostras de fitoplâncton.

As variáveis climatológicas da região (temperaturas atmosféricas, máxima e mínima, e precipitação) foram obtidas da Estação Evaporimétrica monitorada pelo Departamento de Engenharia Rural da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (Figura 2). Foram considerados três períodos climáticos: o primeiro período chuvoso (C1) de janeiro a abril/2010, período de estiagem (E) de maio a setembro/2010 e o segundo período chuvoso (C2) de outubro/2010 a janeiro/2011.



**Figura 2:** Valores de precipitação total e temperaturas máxima e mínima durante os meses de amostragem no reservatório do Ribeirão João Leite. C1: janeiro a abril de 2010, E: maio a setembro de 2010, C2: outubro de 2010 a janeiro 2011.

As características limnológicas da água foram medidas parte *in loco* (pH e temperatura da água) por meio de sonda multiparâmetros Horiba modelo U10. A medição da transparência da água foi feita com disco de Secchi. Foram coletadas amostras para análises físicas e químicas como fósforo total, nitrato e turbidez. Todas as análises foram realizadas conforme indicado em “American Public Health Association” (Apha 2005). Todas as amostras foram acondicionadas e mantidas em ambiente refrigerado até a realização das análises.

Foram coletadas amostras quantitativas da comunidade fitoplanctônica na qual foram estudadas em detalhe apenas as cianobactérias (Tabela 1), parte da amostra foi homogeneizada e o restante filtrado em rede de plâncton com a porosidade (abertura) de 25µm. As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar (1000 mL), fixadas e preservadas com 5 mL de lugol acético (Bicudo e Menezes 2006).

**Tabela 1:** Informações do período de estudo e código das amostras do fitoplâncton no Ribeirão João Leite durante a fase de enchimento janeiro 2010 a janeiro 2011 (n=72).

Mês	Data da amostragem	Código da amostra
Janeiro/2010	04	J1
	08	J2
	11	J3
	15	J4
	18	J5
	21	J6
	25	J7
	28	J8
Fevereiro/2010	02	F1
	04	F2
	09	F3
	11	F4
	18	F5
	22	F6
	25	F7
Março/2010	01	M1
	04	M2
	08	M3
	12	M4
	15	M5
	19	M6
	22	M7
	25	M8
	29	M9
	31	M10

**Tabela 1:** Continuação...

---

	08	A1
	13	A2
	15	A3
Abril/2010	19	A4
	22	A5
	26	A6
	29	A7
	03	MA1
	06	MA2
	10	MA3
Maio/2010	13	MA4
	17	MA5
	20	MA6
	27	MA7
	31	MA8
	10	JN1
Junho/2010	24	JN2
	30	JN3
	08	JL1
Julho/2010	15	JL2
	22	JL3
	29	JL4
	05	AG1
Agosto/2010	12	AG2
	19	AG3
	26	AG4
	02	S1
Setembro/2010	16	S2
	23	S3
	30	S4
	07	O1
Outubro/2010	14	O2
	21	O3
	27	O4
	04	N1
Novembro/2010	11	N2
	18	N3
	25	N4
	02	D1
	09	D2
Dezembro/2010	14	D3
	16	D4
	22	D5
	30	D6
	06	JA1
Janeiro/2011	13	JA2
	20	JA3

---

A quantificação do fitoplâncton foi efetuada em microscópio invertido Zeiss Axiovert 40C equipado com sistema de captura de imagem AxioCam ERc5s, sendo a densidade fitoplanctônica estimada segundo Utermöhl (1958) e expressa em unidades de células por volume (cél.mL<sup>-1</sup>). O tempo de sedimentação das amostras nas câmaras de contagem seguiu as recomendações propostas por Margalef (1983), ou seja, para cada centímetro de altura da câmara, aguardou-se uma hora para a sedimentação. A contagem foi feita em campos distribuídos aleatoriamente (Uhelinger 1964) de modo que o erro da contagem fosse inferior a 20% e o nível de significância da ordem de 95% (Lund *et al.* 1958). Foram contados no mínimo 30 campos e mais dez campos a cada novo táxon identificado, baseando-se em monitoramento anterior do manancial (curva de espécie – curva de rarefação).

Os organismos foram estudados em microscópio Zeiss AxioStar plus equipado com epifluorescência, e microfotografados com sistema captura de imagem AxioCam ERc5s e sistema de imagem AxioVision. Para a descrição de cada táxon foi realizada a caracterização citomorfológica de populações nativas com medidas das dimensões do comprimento (compr.), largura (larg.) ou diâmetro (diâm.), quando possível informando a variabilidade das cianobactérias, material examinado (código das amostras), distribuição geográfica para o estado de Goiás. Os valores extremos das dimensões foram registrados entre parênteses e a razão entre largura e comprimento (razão C/L) para as espécies filamentosas foi informada. Somente os táxons ilustrados foram descritos.

O sistema de classificação adotado foi o de Hoffmann *et al.* (2005) até o nível de família. A identificação infragenérica dos táxons foi efetuada de acordo com Hindák (2001) e Komárek and Anagnostidis (2005), Komárek (1991), Komárek and Anagnostidis (1999, 2005), Komárek and Komárková (2002), McGregor *et al.* (2007), Komárková-Legnerová and Eloranta (1992), Sant'Anna and Azevedo (2000), Sant'Anna *et al.* (2004) e Komárek *et al.* (2011). As espécies tóxicas foram definidas segundo Sant'Anna *et al.* (2008). As florações foram definidas a partir de 10.000 cél.mL<sup>-1</sup>.

As populações de cianobactérias foram analisadas quanto à riqueza específica (número de táxons), densidade (cél.mL<sup>-1</sup>), dominância e abundância das espécies (Lobo y Leighton 1986).

Foram identificadas pela Análise de Componente Principal – ACP (Ter Braak and Van Tongeren 1986) as características limnológicas de maior importância no reservatório no período de estudo. Previamente a transformação logarítmica foi aplicada em todas as variáveis, excetuando-se o pH. A relação entre as cianobactérias dominantes e as principais variáveis abióticas foi observada por meio da Análise de Correspondência Canônica – ACC (Ter Braak and Van Tongeren 1986). A hipótese nula de ausência de relação entre as matrizes (biótica e

abiótica) foi feita pelo teste de Monte Carlo com 999 aleatorizações. A Análise de Correspondência Destendenciada – DCA (Hill and Gauch 1980) foi realizada para avaliar a distribuição das espécies dominantes entre os períodos climáticos, primeiro período chuvoso (C1), estiagem (E) e segundo período chuvoso (C2). Nas análises com espécies dominantes foram consideradas as que tiveram a condição de dominância igual ou maior do que duas vezes durante o período estudado. As análises foram efetuadas no software PC-ORD (Mc Cune and Mefford, 1997).

## 8. RESULTADOS / DISCUSSÃO

O período estudado abrangeu três estações climáticas bem definidas. O primeiro período chuvoso (C1) teve precipitação total menor do que a registrada no segundo período (C2) (Figura 2). A estiagem (E) teve os menores volumes de precipitação chegando a zero em maio, julho e agosto. Essas estações climáticas coincidem com as descritas por Geogoiás (2002) para a climatologia de Goiás. A maior temperatura registrada ocorreu em setembro (37,2°C) e a menor ocorreu em agosto (15,8°C) e coincide com os padrões históricos.

### 8.1 Biodiversidade de Cianobactérias

Foram registrados 48 táxons infra genéricos de cianobactérias distribuídas em 20 gêneros. *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* e *Synechococcus* foram os gêneros com maior número de espécies com quatro táxons cada. Dos 48 táxons de cianobactérias identificados, 28 são registrados pela primeira vez em estudos florísticos para o Estado de Goiás (Tabela 2). Estão sendo descritos 29 táxons e dentre esses 16 táxons são citados para Goiás pela primeira vez.

**Tabela 2:** Lista de táxons registrados no reservatório do Ribeirão João Leite durante a fase de enchimento.

Táxon	Primeira citação para Goiás	Descrito / Ilustrado
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	Não	Sim
<i>Aphanocapsa elachista</i>	Não	Não
<i>Aphanocapsa planctonica</i>	Sim	Sim
<i>Aphanocapsa koordersii</i>	Não	Não
<i>Anathece minutissima</i>	Não	Sim

**Tabela 2:** Continuação...

<i>Anathece smithii</i>	Sim	Não
<i>Chroococcus minutus</i>	Não	Sim
<i>Chroococcus dispersus</i>	Sim	Sim
<i>Chroococcus minimus</i>	Sim	Não
<i>Chroococcus minor</i>	Não	Sim
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	Não	Sim
<i>Geitlerinema amphibium</i>	Não	Sim
<i>Geitlerinema unigranulatum</i>	Sim	Não
<i>Gleiterinema splendidum</i>	Sim	Sim
<i>Gloeocapsa punctata</i>	Sim	Sim
<i>Komvophoron constrictum</i>	Sim	Sim
<i>Merismopedia elegans</i>	Sim	Não
<i>Merismopedia minima</i>	Sim	Não
<i>Merismopedia trolleri</i>	Sim	Sim
<i>Merismopedia tenuissima</i>	Sim	Sim
<i>Microcystis aeruginosa</i>	Não	Sim
<i>Microcystis panniformis</i>	Sim	Não
<i>Microcystis protocystis</i>	Não	Sim
<i>Oscillatoria curviceps</i>	Sim	Não
<i>Oscillatoria ornata</i>	Sim	Sim
<i>Oscillatoria princeps</i>	Não	Não
<i>Oscillatoria sancta</i>	Sim	Não
<i>Phormidium</i> cf. <i>articulatum</i>	Sim	Não
<i>Phormidium</i> cf. <i>chlorinum</i>	Sim	Sim
<i>Phormidium</i> cf. <i>favosum</i>	Sim	Não
<i>Phormidium</i> cf. <i>granulatum</i>	Sim	Sim
<i>Planktolyngbya limnetica</i>	Não	Sim
<i>Planktothrix isothrix</i>	Sim	Sim
<i>Pseudanabaena catenata</i>	Não	Sim
<i>Pseudanabaena crassa</i>	Sim	Não
<i>Pseudanabaena galeata</i>	Não	Sim
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	Sim	Sim
<i>Romeria caruaru</i>	Sim	Não
<i>Snowella lacustris</i>	Não	Sim
<i>Sphaerocavum brasiliense</i>	Não	Não
<i>Spirulina laxissima</i>	Sim	Não
<i>Synechococcus capitatus</i>	Não	Não
<i>Synechococcus</i> cf. <i>elongatus</i>	Não	Não
<i>Synechococcus epigloeicus</i>	Sim	Sim
<i>Synechococcus nidulans</i>	Sim	Sim
<i>Synechocystis aquatilis</i>	Não	Sim
<i>Synechocystis minuscula</i>	Sim	Sim
<i>Synechocystis salina</i>	Não	Sim

## CYANOPHYCEAE

### SYNECHOCOCCOPHYCIDAE

#### PSEUDANABAENALES

PSEUDANABAENACEAE K. Anagnostidis and J. Komárek, 1988: 379

*Geitlerinema* (Anagnostidis *et* Komárek) Anagnostidis, 1989

***Geitlerinema amphibium*** (Agarh *ex* Gomont) Anagnostidis 1989 (Figura 3)

Tricomas móveis, retos ou ligeiramente curvos, isopolares; septos não constrictos, translúcidos. Ápices não atenuados, arredondados. Células cilíndricas, (4,0) 5,0-7,0 µm compr., 2,0-2,5 µm larg., razão C/L 2,5-2,8, 2-3 grânulos nas paredes terminais. Célula apical cilíndrico-arredondada.

Material examinado: Amostras J3, J4, J6, J8, F3, AG1, N1, N3, D2, D3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Anápolis: Ribeirão João Leite (Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: Represa Samambaia (Nogueira *et al.* 2002), Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011); municípios de Iaciara, Nova Roma, São João d'Aliança, Formosa, Flores de Goiás (Vale do Paraná): sem indicação de localidades (Nogueira *et al.* 2007, Ibañez e Padilha 2007).

***Geitlerinema splendidum*** (Greville *ex* Gomont) Anagnostidis 1989 (Figura 4)

Tricomas móveis, sinuosos, heteropolares, septos não constrictos. Ápice de uma extremidade reto e arredondado, da outra extremidade afilado e curvo. Células cilíndricas, 4,0-5,0 µm compr., 2,0-2,5 µm larg., razão C/L 2,0, grânulos nas paredes terminais. Célula apical de uma das extremidades arredondada e a outra captada e arqueada.

Material examinado: Amostras A1, AG1, N1, 25615, N3, D1, D2, D3, D4, D6, JA1, JA2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

*Planktolyngbya* Anagnostidis & Komárek, 1988

***Planktolyngbya limnetica*** (Lemmermann) Komárková-Legnerová *et* Cronberg 1992 (Figura 5)

Tricomas imóveis, retos, isopolares, isolado, septo não constrictos ou ligeiramente constrictos. Bainha mucilagínosa fina conspícua, estendendo-se além do tricoma. Ápices não atenuados. Células cilíndricas, 2,5-3,5 µm compr., 0,9-1,0 µm larg., razão C/L 2,8-3,5. Célula apical capitada.

Material examinado: Amostras F1, M4, M6, 6492, M8, M9, M10, A1, MA1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008), Jardim Botânico (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008, Nardini e Nogueira, 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), represa Samambaia (Nogueira *et al.* 2002), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

*Pseudanabaena* Lauterborn, 1915

***Pseudanabaena catenata*** Lauterborn 1915 (Figura 6)

Tricomas móveis, flexuosos, isopolares, isolados, septos constrictos ou levemente constrictos. Ápices retos. Células cilíndricas, 3,0-4,5 (5,0)  $\mu\text{m}$  compr., 1,5-2,0  $\mu\text{m}$  larg., razão C/L 2,0-2,25. Célula apical arredondada ou capitada.

Material examinado: Amostras J3, J4, J6, O1, O4, J8, F2, F7, M2, M3, A6, MA4, MA5, MA6, MA8, JN1, S2, JA2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Britânia: lago dos Tigres (Nabout & Nogueira 2007, 2008); municípios de Iaciara, Nova Roma, São João d'Aliança, Formosa, Flores de Goiás (Vale do Paranã): sem indicação de localidade (Nogueira *et al.* 2007, Ibañez e Padilha 2007); Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

***Pseudanabaena galeata*** Böcher 1949 (Figura 7)

Tricomas móveis, retos, isopolares, isolado, septos constrictos. Ápices arredondados. Células cilíndricas, às vezes isodiamétrica, em forma de barril, (2,7) 3,0-4,5  $\mu\text{m}$  compr., (2,2) 2,4-2,7  $\mu\text{m}$  larg., razão C/L 1,25-1,7, conteúdo celular com cromatoplasma e centroplasma nítido, aerótopo presente, 1-2 grânulos centrais. Célula apical arredondada.

Material examinado: Amostras MA8, D6.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

Comentário: A diferença entre *P. galeata* e *P. biceps* reside exatamente na largura celular, que segundo Komárek and Anagnostidis (2005) a primeira apresenta largura de 0,8-2,4  $\mu\text{m}$  e a segunda 2,7-3,3  $\mu\text{m}$ . Os espécimes analisados no reservatório apresentaram largura entre 2,2-2,7  $\mu\text{m}$  o que permitiu reconhecê-los entre os limites métricos de ambas espécies. Assim considerou-se como mais próxima a *P. galeata* devido ao conteúdo celular não estar diferenciado em centroplasma e cromatoplasma que é comum a *P. biceps*.

***Pseudanabaena limnetica*** (Lemmermann) Komárek 1974 (Figura 8)

Tricomas móveis, retos, isopolares, isolados, septos levemente constrictos. Ápices arredondados. Células cilíndricas, 4,5-5,0 (7,5) µm compr., 1,0-1,3 (2,0) µm larg., razão C/L 3,8-4,5. Célula apical arredondada.

Material examinado: Amostras J4, J6, M1, M2, M9.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

**SYNECHOCOCCALES**

**MERISMOPEDIACEAE** Elenkin, 1933: 19

*Aphanocapsa* Nägeli, 1849

***Aphanocapsa delicatissima*** W. et G. S. West 1912 (Figura 9)

Colônias arredondadas a alongadas, 30,0-60,0 µm de diâmetro, células frouxa e irregularmente distribuídas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, homogênea, margem lisa, adjacente às células periféricas da colônia. Células esféricas, 0,5-0,9 µm diâm., conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras JL1, N4, D5, N3, D6, JA1, JA2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

***Aphanocapsa planctonica*** (Lemmermann) Cronberg *et* Komárek 1994 (Figura 10)

Colônias alongadas, 60,0-67,50 µm compr., 35,0-52,50 µm larg., células frouxas e irregularmente distribuídas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, margem lisa. Células esféricas, 2,5-3,0 µm diâm., conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras MA8, D6.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

*Merismopedia* Meyen, 1839

***Merismopedia trolleri*** Bachmann 1920 (Figura 11)

Colônias tabulares, retangulares, 8-16 (32) células, 26,4-52,8 (105,6) µm, células densamente arrançadas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente. Células esféricas a ovaladas, 2,5-3,0 µm diâm., aerótopo esférico central.

Material examinado: Amostras M2, M9, MA4, JN1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

***Merismopedia tenuissima*** Lagerheim 1883 (Figura 12)

Colônias tabulares, retangulares, 4-8-16 células, 3,6 µm x 6,0 µm, células frouxamente arranjadas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente. Células esféricas a ovaladas, 1,3-1,6 µm diâm.

Material examinado: Amostra D3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

*Synechocystis* Sauvageau, 1892

***Synechocystis aquatilis*** Sauvageau 1892 (Figura 13)

Células isoladas ou aos pares, esférica a ampla, 3,0-5,5 (7,5) µm diâm. Envelope mucilaginoso ausente, conteúdo celular homogêneo ou granuloso.

Material examinado: Amostras J1, J6, J7, F2, F7, M3, 6492, MA2, MA7, MA8, JN1, JL1, S1, S4, N1, JA1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007); Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008).

***Synechocystis minuscula*** Woronichin 1926 (Figura 14)

Células isoladas, esféricas 2,0-2,5 µm diâm. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras J1, J3, J5, J7, J6, J8, F1, F2, F4, F5, F6, F7, M2, M4, 6492, M10, A1, A5, A6, MA1, MA2, MA4, MA5, MA6, MA7, JN1, JN2, JN3, JL1, JL2, JL2, AG1, AG3, N1, N3, D3, D4, D6, JA2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

***Synechocystis salina*** Wislouch 1924 (Figura 15)

Células isoladas ou aos pares, esféricas a subsféricas, 3,5 µm diâm. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras MA5, MA6, MA8, JN1, JN2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2002), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2002), represa Samambaia (Nogueira *et*

al. 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa Montaria (Nogueira *et al.* 2002).

SYNECHOCOCCACEAE J. Komárek & K. T. Anagnostidis 1995

*Synechococcus* Nägeli, 1849

***Synechococcus cf. nidulans*** (Pringsheim) Komárek in Bourrelly 1970 (Figura 16)

Células isoladas ou aos pares, cilíndricas, (2,5) 5,0-7,5 µm compr., (1,5) 2,0-2,5 µm larg., mucilagem ausente, ápice arredondado. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras J1, F1, F5, M1, M2, M8, M10, A1, A2, MA1, MA3, MA4, MA5, MA6, MA7, MA8, JN1, JN2.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

***Synechococcus epigloeicus*** Hindák 1995 (Figura 17)

Células em grupo, cilíndricas, 2,5-3,0 µm compr., 0,9 µm larg., ápice arredondado. Conteúdo celular homogêneo. Vivendo na mucilagem de outras colônias.

Material examinado: Amostras D4.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

Comentários: Esta espécie foi registrada sobre a mucilagem de *Microcystis aeruginosa*.

OSCILLATORIOPHYCIDAE

CHROOCOCCALES

CHROOCOCCACEAE Rabenhorst, J7: 57, 69

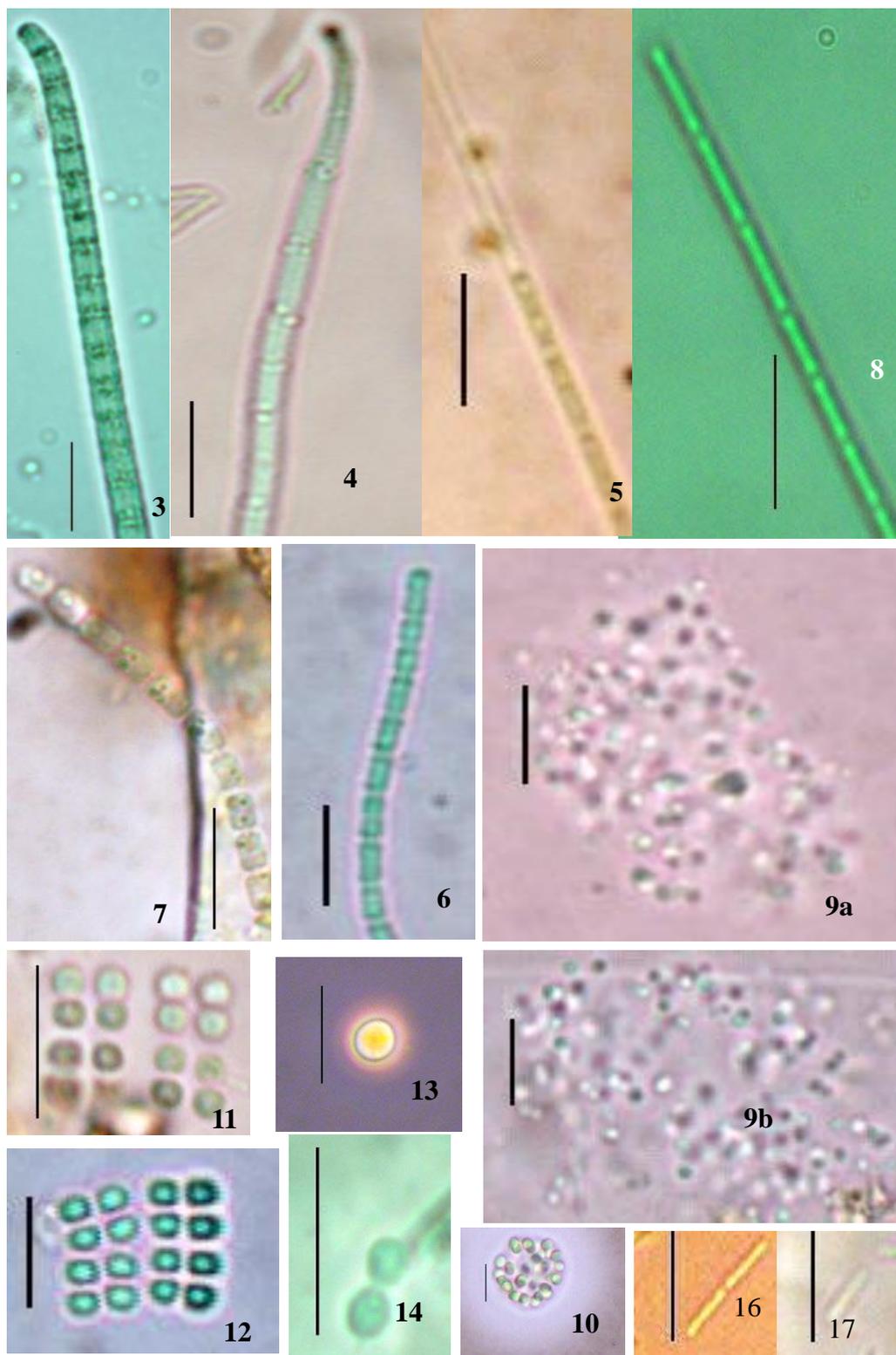
*Chroococcus* Nägeli, 1849

***Chroococcus dispersus*** (Keissler) Lemmermann, 1904 (Figura 18)

Colônias quadráticas a subesféricas, 60,0 µm compr., 50 µm larg., células em 1-4 grupos de 8 células. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, ampla, margem lisa. Células esféricas a hemisféricas após a divisão, 3,0-4,0 (4,9) µm diâm.

Material examinado: Amostras A1, A3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.



**Figuras 3-14, 16-17.** 3. *Geitlerinema amphibium*. 4. *Geitlerinema splendidum*. 5. *Planktolyngbya limnetica*. 6. *Pseudanabaena catenata*. 7. *Pseudanabaena galeata*. 8. *Pseudanabaena limnetica*. 9. *Aphanocapsa delicatissima*. 10. *Aphanocapsa planctonica*. 11. *Merismopedia trolleri*. 12. *Merismopedia tenuissima*. 13. *Synechocystis aquatilis*. 14. *Synechocystis minuscula*. 16. *Synechococcus* cf. *nidulans*. 17. *Synechococcus epigloeicus*. Barra = 10  $\mu\text{m}$ .

***Chroococcus minor*** (Kützing) Nägeli 1849 (Figura 19)

Colônias esféricas a alongadas, 30,0 µm compr. x 19,0 µm larg., células arranjadas aos pares em grupos de 8-16. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente. Células esféricas a subesféricas após a divisão, 3,0µm diâm.

Material examinado: Amostra MA1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007); Britânia: lago dos Tigres (Nabout and Nogueira 2007, Nabout e Nogueira 2008); Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008).

***Chroococcus minutus*** (Kützing) Nägeli 1849 (Figura 20)

Colônias arredondadas, 2-4 células densamente agrupadas. Mucilagem hialina, conspícua, margem lisa. Células hemisféricas, 5,0-6,5 (7,5) µm diâm. Mucilagem individual, conteúdo celular discretamente granuloso.

Material examinado: Amostras MA2, MA5, D3, D4, D5, D6, JA1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007).

## CYANOBACTERIACEAE

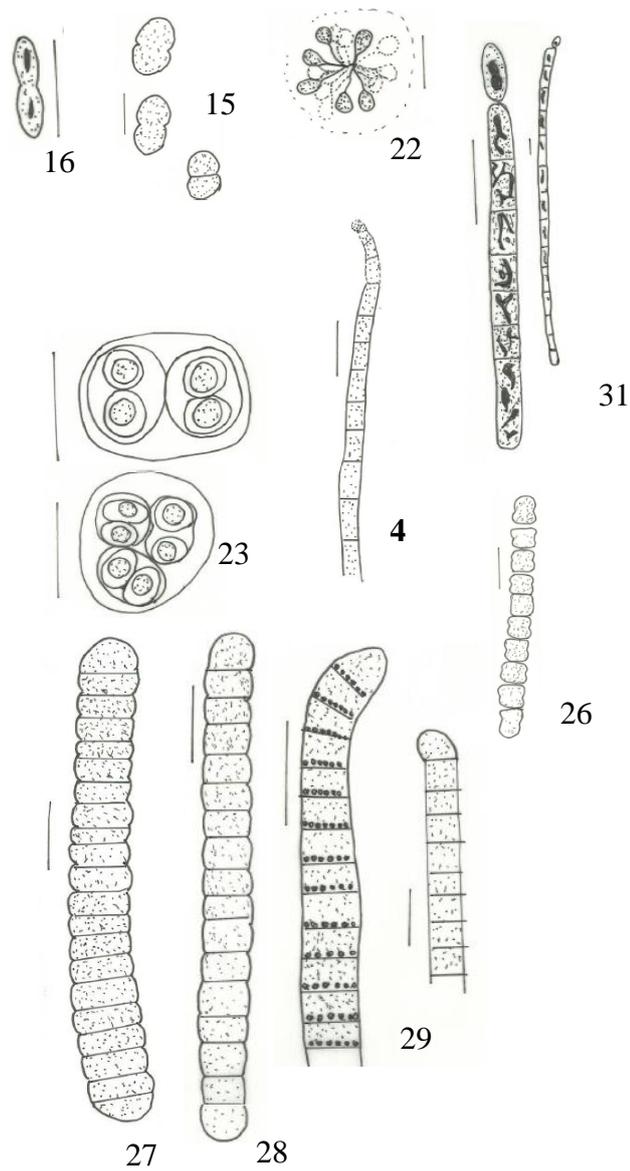
*Anathece* (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky & Jezberová, 2011

***Anathece minutissima*** (W.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011 (Figura 21)

Colônias arredondadas a alongadas, 90,0-132,0 µm compr., 72,0-78,0 µm larg., células frouxamente e irregularmente arranjadas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, homogênea, margem lisa e afastada das células. Células oblongas, 2,5-3,6 µm compr., 0,6-1,0 µm larg., ápice arredondado. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras M5, M6, 6492, M9, M10.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Pivato *et al.* 2006).



**Figuras: 4, 15-16, 22-23, 26-29, 31.** 4. *Geitlerinema splendidum*. 15. *Synechocystis salina*. 16. *Synechococcus cf. nidulans*. 22. *Snowella lacustris*. 23. *Gloeocapsa punctata*. 26. *Komvophoron cf. constrictum*. 27. *Oscillatoria ornata*. 28. *Phormidium cf. chlorinum*. 29. *Phormidium cf. granulatum*. 31. *Cylindrospermopsis raciborskii*.

GOMPHOSPHAERiaceae Elenkin, 1933: 19

*Snowella* Elenkin, 1938

***Snowella lacustris*** (Chodat) Komárek *et* Hindák 1988 (Figura 22)

Colônias microscópicas esféricas, 40,0 µm diâm., 4-32 células, 2 a 2 unidas entre si por pedúnculo mucilaginoso convergindo para o centro da colônia, ausente nas colônias velhas. Mucilagem hialina, difluente, inconspícua, ampla, homogênea. Células obovadas, 3,0 µm compr., 1,5-2,0 µm larg. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostras F1, F3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira e Leandro-Rodrigues 1999, Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa do Japonês (Nogueira *et al.* 2002), lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002).

MICROCYSTACEAE Elenkin, 1933: 19

*Gloeocapsa* Kützing, 1843

***Gloeocapsa punctata*** Nägeli 1849 (Figura 23)

Colônias ovaladas, 16,0 µm larg., 2-8 células densamente agrupadas em tétrede. Mucilagem hialina, estratificada, conspícua, margem lisa. Células esféricas, 2,5-3,0 µm diâm., envelope mucilaginoso presente. Conteúdo celular homogêneo.

Material examinado: Amostra M7.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

Comentários: Táxon registrado em uma única amostra em março de 2010.

*Microcystis* Kützing *ex* Lemmermann, 1907.

***Microcystis aeruginosa*** (Kützing) Kützing 1846 (Figura 24)

Colônias arredondadas a alongadas, 365,0 µm compr., 306,0 µm larg., quando velhas clatradas, células arranjadas irregularmente. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, margem lisa, ampla, afastada das células periféricas. Células esféricas, 4,0-5,0 µm diâm., numerosos aerótopos.

Material examinado: Amostras JN1, O4, N1, 25615, N3, D1, D2, D3, D4.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: sem indicação de localidade (Campos *et al.* 1990); Inhumas: lagoa de estabilização (Crispin *et al.* 1992, Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: lago do Bosque dos Buritis (Nascimento-Bessa e Santos 1995, Nogueira *et al.* 2002; Nogueira *et al.*

2008), Ribeirão João Leite (Saneago 1996, Nogueira *et al.* 2002), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011); Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Silva *et al.* 2001); Goianópolis: Ribeirão João Leite 15°46'S 48°31'W (Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002), lagoa Brito (Nogueira *et al.* 2002); Terezópolis: Ribeirão João Leite (Nogueira *et al.* 2002);

***Microcystis protocystis* Crow 1923 (Figura 25)**

Colônias arredondadas, 910,0 µm compr., 730, 0 µm larg., células arranjadas irregular e frouxamente em diferentes planos. Mucilagem hialina, inconspícua, margem lisa, com discretas reentrâncias, afastada das células periféricas. Células esféricas, 5,0-6,5 µm diâm., numerosos aerótopos. Envelope mucilaginoso individual.

Material examinado: Amostras O3, D1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Goiânia: lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

OSCILLATORIALES

BORZIACEAE Borzi, 1914: 358

*Komvophoron* Anagnostidis *et* Komárek, 1988

***Komvophoron cf. constrictum* (Szafer) Anagnostidis *et* Komárek 1988 (Figura 26)**

Tricomas móveis, retos, isolados, septos constrictos. Ápices retos. Células cilíndricas a subquadráticas, 5,0-7,5 µm compr., 2,5-5,0 µm larg., razão C/L 1,5-2,0, dois grânulos por célula. Célula apical cilíndrica arredondada ligeiramente maior do que as outras células.

Material examinado: Amostras M8, M9, M10.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

OSCILLATORIAACEAE Engler, 1898: 6

*Oscillatoria* Vaucher *ex* Gomont, 1892

***Oscillatoria ornata* Kützing *ex* Gomont 1892 (Figura 27)**

Tricomas móveis, retos, isolados, septos constrictos. Ápices retos. Células mais curtas do que longas, 2,5-4,0 µm compr., 6,0-8,75µm (10,0-12,5) larg., razão C/L 0,4-0,45, conteúdo celular com grânulos esparsos. Célula apical cônica arredondada.

Material examinado: Amostra D6.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

PHORMIDIACEAE K. Anagnostidis & J. Komárek, 1988: 400

*Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892

***Phormidium cf. chlorinum*** (Kützing ex Gomont) Anagnostidis 2001 (Figura 28)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos levemente constrictos. Ápices retos, não atenuados. Células isodiamétricas, 3,0-7,5 µm compr., 5,0-7,5 µm larg., razão C/L 1,0-1,7, conteúdo celular com grânulos nas paredes tangenciais. Célula apical cilíndrica arredondada.

Material examinado: Amostra N3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

***Phormidium cf. granulatum*** (Gardner) Anagnostidis 2001 (Figura 29)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos não constrictos, grânulos evidentes. Ápices curvos, não atenuados. Células isodiamétricas, 5,0 µm compr., 4,0-5,0 µm larg., razão C/L 1,0-1,25, conteúdo celular com pequenos grânulos, homogêneo. Célula apical cilíndrica arredondada.

Material examinado: Amostra A7.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.

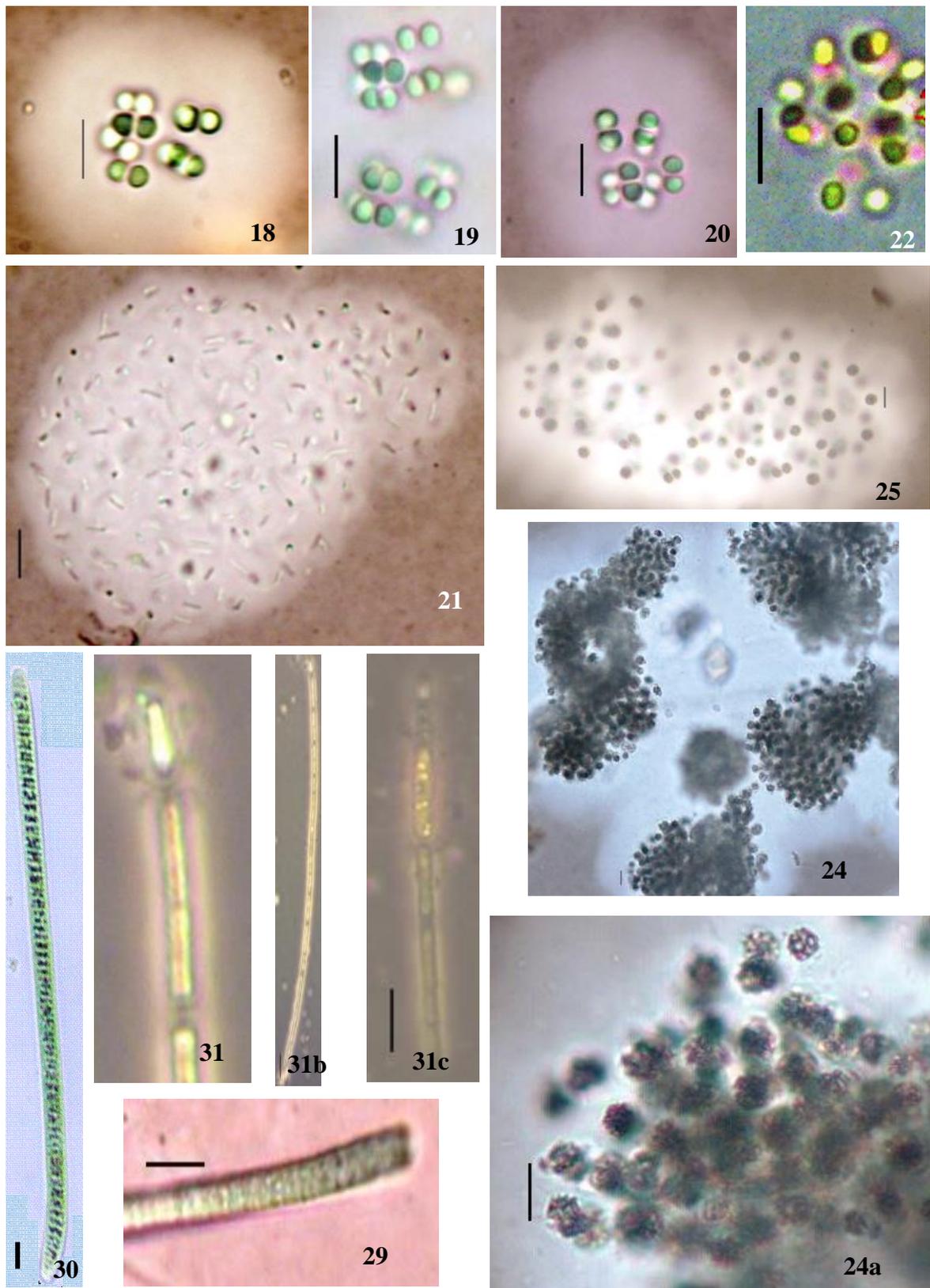
*Planktothrix* Anagnostidis et Komárek, 1988

***Planktothrix isothrix*** (Skuja) Komárek et Komárková 2004 (Figura 30)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos não constrictos. Ápices retos à levemente curvos. Células retangulares mais curtas do que largas, 5,0 µm compr., 10,0 µm larg., razão C/L 0,5, aerótopos distribuídos irregularmente. Célula apical cônico arredondada, 3,0 µm compr., 8,0 µm larg.

Material examinado: Amostra N3.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: primeira citação do táxon.



**Figuras 18-22, 24-25, 29-31.** 18. *Chroococcus dispersus*. 19. *Chroococcus minor*. 20. *Chroococcus minutus*. 21 *Anathece minutissima*. 22. *Snowella lacustris*. 23. *Gloeocapsa punctata*. 24. *Microcystis aeruginosa*. 24a. Vista colônia. 24b. Detalhe colônia. 25. *Microcystis protocystis*. 29. *Phormidium* cf. *granulatum*. 30. *Planktothrix isothrix*. 31. *Cyndrospermopsis raciborskii*. 31a. Detalhe heterócito. 31b Tricoma. 31c. Detalhe acineto. Barra = 10  $\mu$ m.

## NOSTOCHOPHYCIDAE

### NOSTOCALES

#### NOSTOCACEAE Eichler, 1886: 7

*Cylindrospermopsis* Seenayya *et* Subba Raju, 1972

*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Subba Raju 1972 (Figura 31)

Tricomas móveis, retos a levemente curvados, isolados, septos não constrictos. Ápices afilados. Células cilíndricas, (2,0-3,0) 6,0-10,0 (11,0-13,0) µm compr., 2,0-3,0 µm larg., mais longas do que largas, razão C/L 3,0-3,3, conteúdo celular com aerótopos irregulares. Heterócito terminal, cônico arredondado, 8,0-10,0 (12,0) µm compr., 4,0-5,0 µm larg., em uma e raramente em ambas extremidades do tricoma. Acineto oblongo, 15,3 µm compr., 3,5 µm larg., conteúdo granuloso, homogêneo.

Material examinado: Amostras J8, F1, F2, F3, F5, M5, F4, F6, F7, M1, M2, M3, M4, M6, M7, M8, M9, M10, A1, A2, A3, A6, A7, MA1, MA2, MA3, MA5, MA8, JN1.

Distribuição geográfica no Estado de Goiás: Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Silva *et al.* 2001, Nogueira *et al.* 2002, Pivato *et al.* 2006); Aruanã: lagoa Mata Coral (Nogueira *et al.* 2002), lagoa das Cangas (Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

Comentários: A maioria dos espécimes de *C. raciborskii* presentes no reservatório do Ribeirão João Leite não apresentaram a formação de acineto assim com observado também por Tucci e Sant'Anna (2003) e Moore *et al.* (2005). No entanto estes últimos autores informaram que o desenvolvimento desta célula é devido à flutuação da temperatura, que deve ter uma amplitude de 10°C. Se observarmos as informações climáticas para o período de ocorrência desse táxon (C1) provavelmente não ocorreu tal característica no ambiente estudado.

Dos táxons identificados, 8 estão listados na literatura como sendo tóxicos: *Microcystis aeruginosa*, *M. panniformis*, *M. protocystis*, *Geitlerinema amphibium*, *G. unigranulatum*, *Planktothrix isoethrix*, *Pseudanabaena limnetica* e *Cylindrospermopsis raciborskii* segundo Sant'Anna *et al.* (2008). Tal informação torna-se relevante, pois para um reservatório de abastecimento é importante conhecer quais espécies estão presentes e diante de condições ambientais favoráveis poderão constituir florações.

Os planos de conservação e manejo do reservatório devem considerar esses dados, a fim de implantarem ações afetivas para evitar as práticas que favoreçam a diminuição da qualidade da água do reservatório, como desmatamento nas áreas marginais ao reservatório, entre outras.

Deve-se ainda prever planos emergenciais em casos de florações com cianobactérias tóxicas, para que a água distribuída para a população tenha condições adequadas de potabilidade. Espera-se que os planos de manejo e conservação sejam eficientes e eficazes para que os eventos de floração ocorram minimamente durante a existência do reservatório, prolongando também sua vida útil, além da prevista inicialmente.

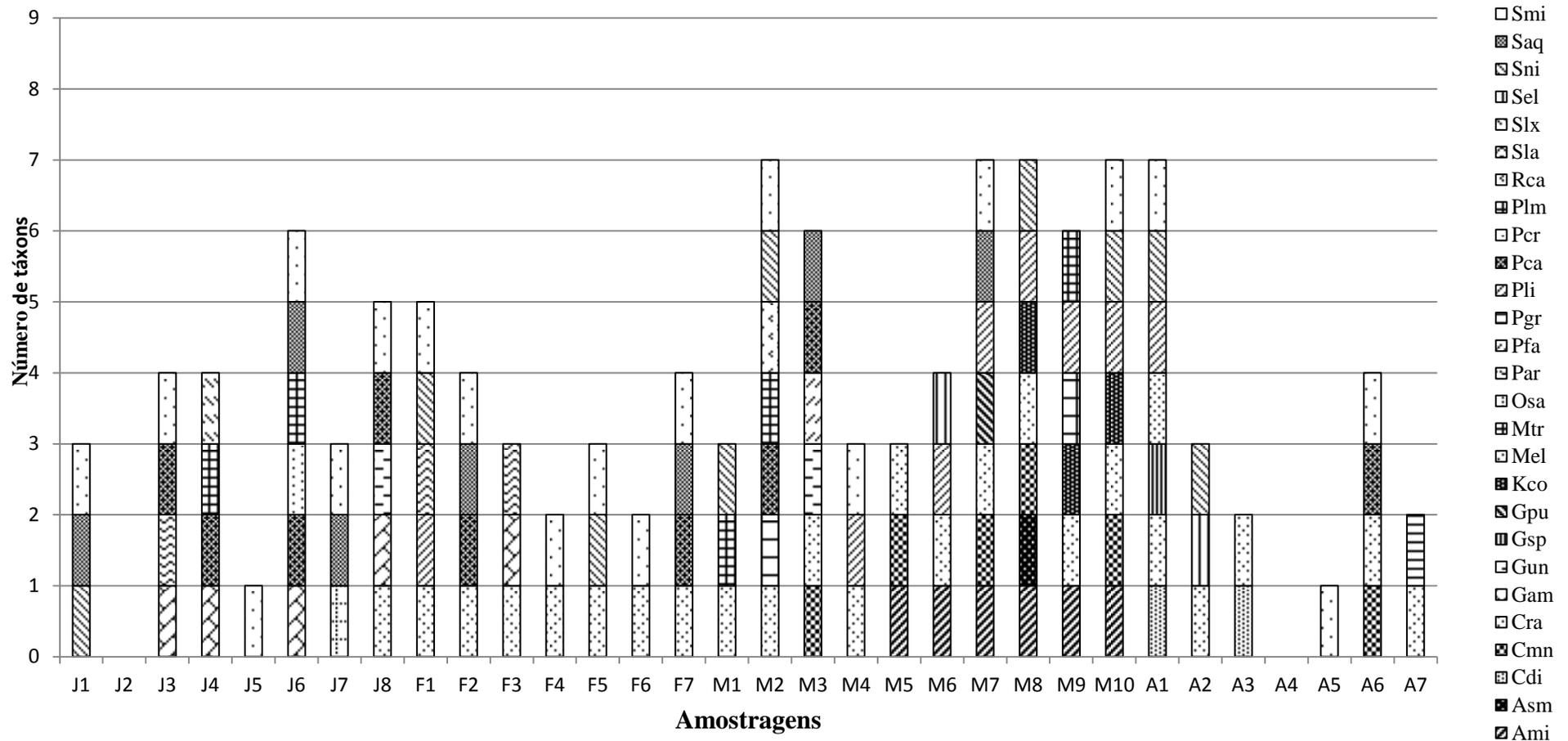
## 8.2 Riqueza de Cianobactérias

O período climático que apresentou a maior riqueza de cianobactérias (Figura 32) foi C1 com 27 táxons, seguido por C2 (25) e E (21). A maior riqueza nos períodos chuvosos também foram registradas por Chellappa *et al.* (2009) para o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (ARG), por Delazari-Barroso *et al.* (2007) para o reservatório Duas Bocas e por Lira *et al.* (2011) para o reservatório de Carpina.

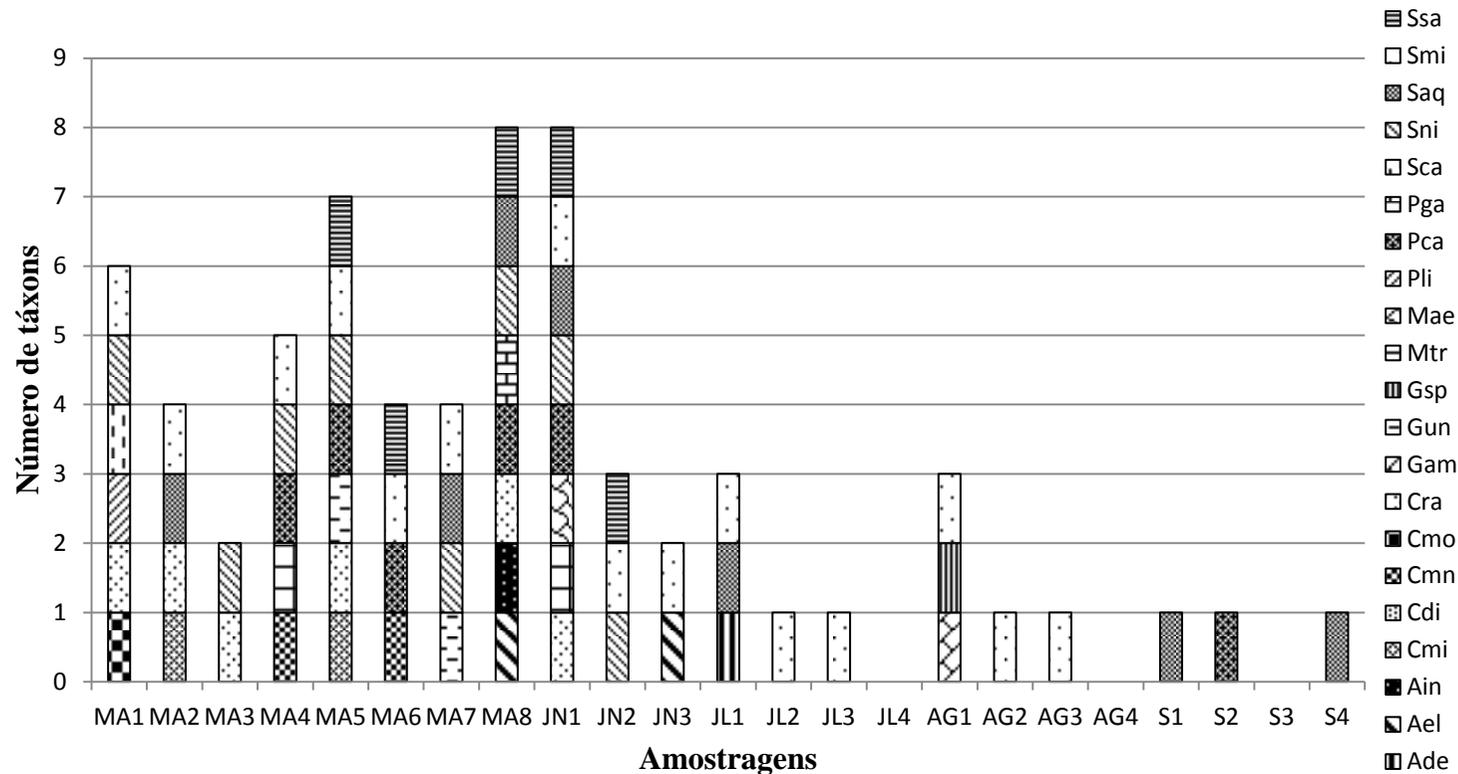
No reservatório do Ribeirão João Leite (RJL) sete táxons foram registrados em todas as estações climáticas: *S. minuscula* (presente em 56,9% das amostras), *S. aquatilis* (33,3%), *P. catenata* (26,4%), *G. splendidum* (18,0%), *G. amphibium* (13,9%), *C. minimus* (12,5%) e *G. unigranulatum* (9,7%). Apesar de registrado somente em C1 e nas primeiras amostragens da E, *C. raciborskii* foi o segundo táxon mais presente em amostras (40,3%).

Nos meses de maio (MA8), junho (JN1) e dezembro (D3), as amostras apresentaram-se com a maior riqueza específica (oito espécies de cianobactérias), no entanto março foi o mês com o maior número de amostragens com a segunda maior ocorrência de elevada riqueza de cianobactérias (sete) (Figuras 33 e 34). Apesar do mês de março ter o maior n=10, apenas na estiagem (MA8, JN1) e em uma amostragem do segundo período chuvoso (D3) é que foram registrados os referidos oito táxons.

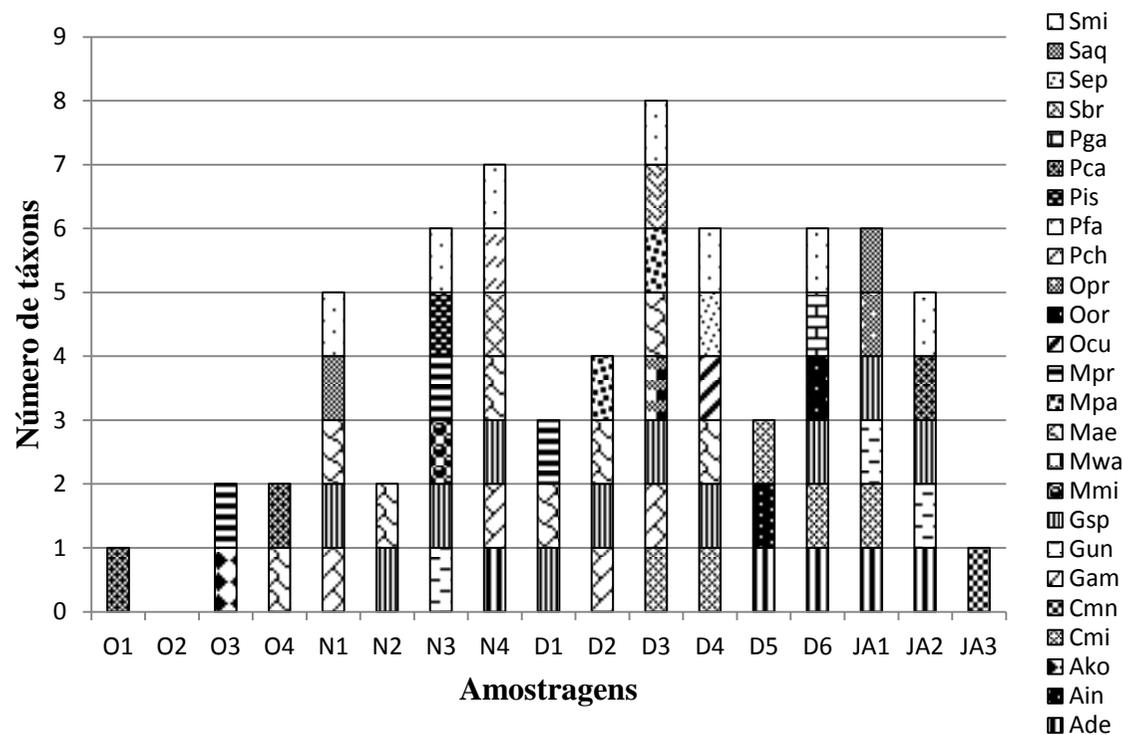
*C. raciborskii* ocorreu apenas na fase inicial do enchimento que corresponde ao período C1, em 40,3% do total de amostras analisadas. Em C1, *C. raciborskii* esteve presente em 71,8% das amostras deste período climático, seguido por *S. minuscula* com 59,4% (Figura 32). Na estiagem (E) *S. minuscula* foi registrada em 65,2% das amostras seguida por *S. cf. nidulans* (34,8%) e *S. aquatilis* (30,4%) (Figura 33). Em C2, *G. splendidum* foi registrada em 64,7% das amostras e *M. aeruginosa* em 47,1% (Figura 34).



**Figura 32:** Riqueza específica em cada coleta durante o primeiro período chuvoso (C1), janeiro a abril de 2010. Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Sel- *Synechococcus cf. elongatus*, Slx- *Spirulina laxíssima*, Sla- *Snowella lacustres*, Rca- *Romeria caruaru*, Plm- *Pseudanabaena limnetica*, Pcr- *Pseudanabaena crassa*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Pgr- *Phormidium granulatum*, Pfa- *Phormidium favosum*, Par- *Phormidium articulatum*, Osa- *Oscillatoria sancta*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Mel- *Merismopedia elegans*, Kco- *Komvophoron constrictum*, Gpu- *Gloeocapsa punctata*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cdi- *Chroococcus dispersus*, Asm- *Aphanothece smithii*, Ami- *Aphanothece cf. minutissima*.



**Figura 33:** Riqueza específica em cada coleta durante a estiagem (E), maio a setembro de 2010. Ssa- *Synechocystis salina*, Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Sca- *Synechococcus capitatus*, Pga- *Pseudanabaena galeata*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Cmo- *Chroococcus minor*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cdi- *Chroococcus dispersus*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Ain- *Aphanocapsa incerta*, Ael- *Aphanocapsa elachista*, Ade- *Aphanocapsa delicatissima*.



**Figura 34:** Riqueza específica em cada coleta durante o segundo período chuvoso (C2), outubro de 2010 a janeiro de 2011. Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sep- *Synechococcus epigloeicus*, Sbr- *Sphaerocavum brasiliense*, Pga- *Pseudanabaena galeata*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pis- *Planktothrix isothrix*, Pfa- *Phormidium favosum*, Pch- *Phormidium chlorinum*, Opr- *Oscillatoria princeps*, Oor- *Oscillatoria ornata*, Ocu- *Oscillatoria curviceps*, Mpr- *Microcystis protocystis*, Mpa- *Microcystis panniformis*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Mwa- *Merismopedia warmingiana*, Mmi- *Merismopedia minima*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Ako- *Aphanocapsa koordersii*, Ain- *Aphanocapsa incerta*, Ade- *Aphanocapsa delicatissima*.

### 8.3 Densidade de Cianobactérias

Na fase inicial do enchimento do reservatório (C1), as amostras do mês de março apresentaram as maiores densidades de cianobactérias durante todo o período estudado (Figura 35). As maiores densidades foram registradas entre a terceira (M3) e sétima (M7) amostragens de março. Nesse período as densidades ficaram acima de 20.000 cél.mL<sup>-1</sup> (M3) alcançando 132.867 cél.mL<sup>-1</sup> (M7) cuja espécie dominante foi *C. raciborskii*, caracterizando floração. Nesse período foram realizadas 32 coletas e *C. raciborskii* totalizou 421.577 cél.mL<sup>-1</sup>, nesses quatro meses de monitoramento.

No reservatório Armando Ribeiro Gonçalves também foi registrada floração de *C. raciborskii* no período chuvoso (Costa *et al.* 2006), sendo o táxon que mais contribuiu com a densidade do fitoplâncton no reservatório de Carpina (Lira *et al.* 2011). A densidade total de cianobactérias por amostragem no reservatório do Ribeirão João Leite foi menor do que as registradas por Costa *et al.* (2006) para o reservatório ARG.

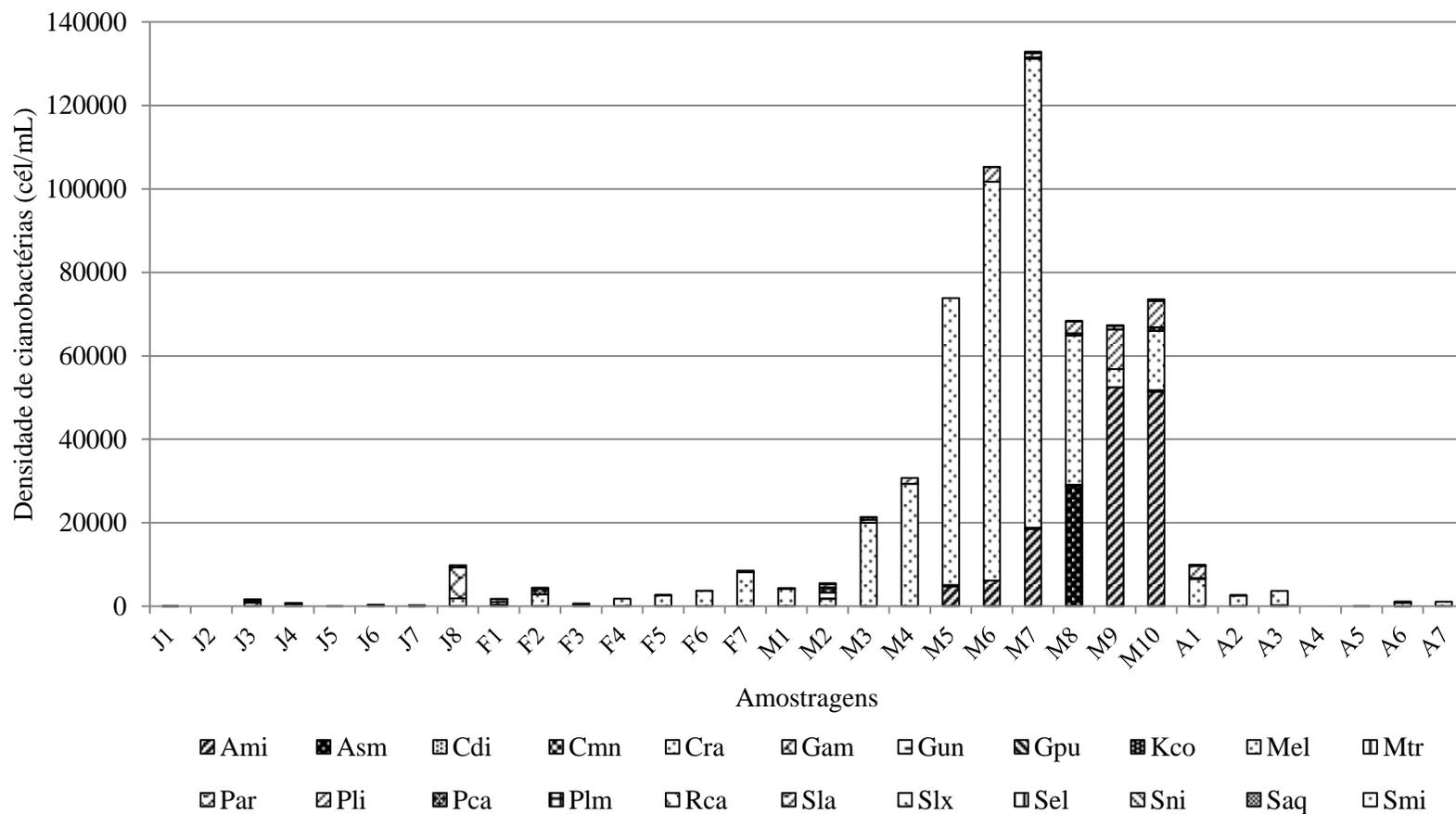
As florações no reservatório do Ribeirão João Leite limitaram-se aos períodos chuvosos (C1 e C2), porém com alternância de espécies dominantes entre esses períodos (Figuras 35 e 37). Em C1 *G. amphibium* juntamente com *C. raciborskii* promoveram floração enquanto que em C2 *Aphanocapsa delicatissima* foi a espécie presente nas florações.

*C. raciborskii* foi o táxon dominante durante o período chuvoso e início da estiagem não sendo mais registrado posteriormente no RJL. O mesmo aconteceu no reservatório de Cruzeta, onde ele foi dominante durante o período chuvoso e não foi observado nas amostragens subsequentes (Chellappa *et al.* 2008). No reservatório Billings esta espécie foi registrada em todas as estações climáticas, sendo mais abundante durante a estiagem (Gemelgo *et al.* 2008).

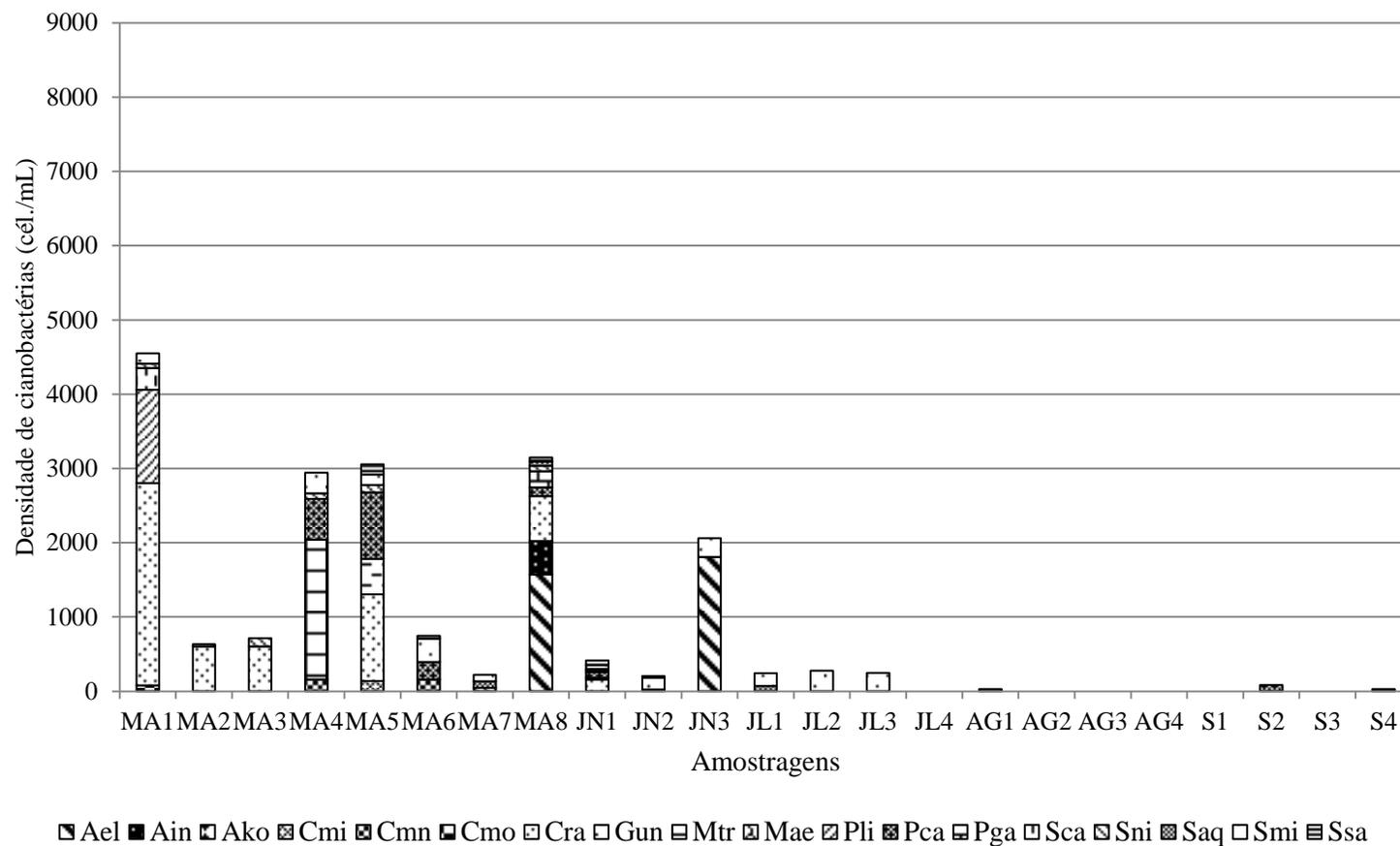
*Anathece minutissima* apresentou em março floração com densidade de 133.193 cél.mL<sup>-1</sup> (M5, M6, M7, M9, M10). Densidades acima de 10.000 cél.mL<sup>-1</sup> foram registrados para *A. minutissima* (M7, M9 e M10), *Anathece smithii* (M8) e *C. raciborskii* (M3, M4, M5, M6, M7, M8 e M10) tendo decréscimo a partir das amostragens de abril (Figura 35).

O período de estiagem foi caracterizado pelas menores densidades de cianobactérias, não sendo registrados organismos em algumas amostragens de julho, agosto e setembro (Figura 36). *C. raciborskii* foi o táxon que apresentou as maiores densidades no período de estiagem em maio com 2.726 cél.mL<sup>-1</sup>.

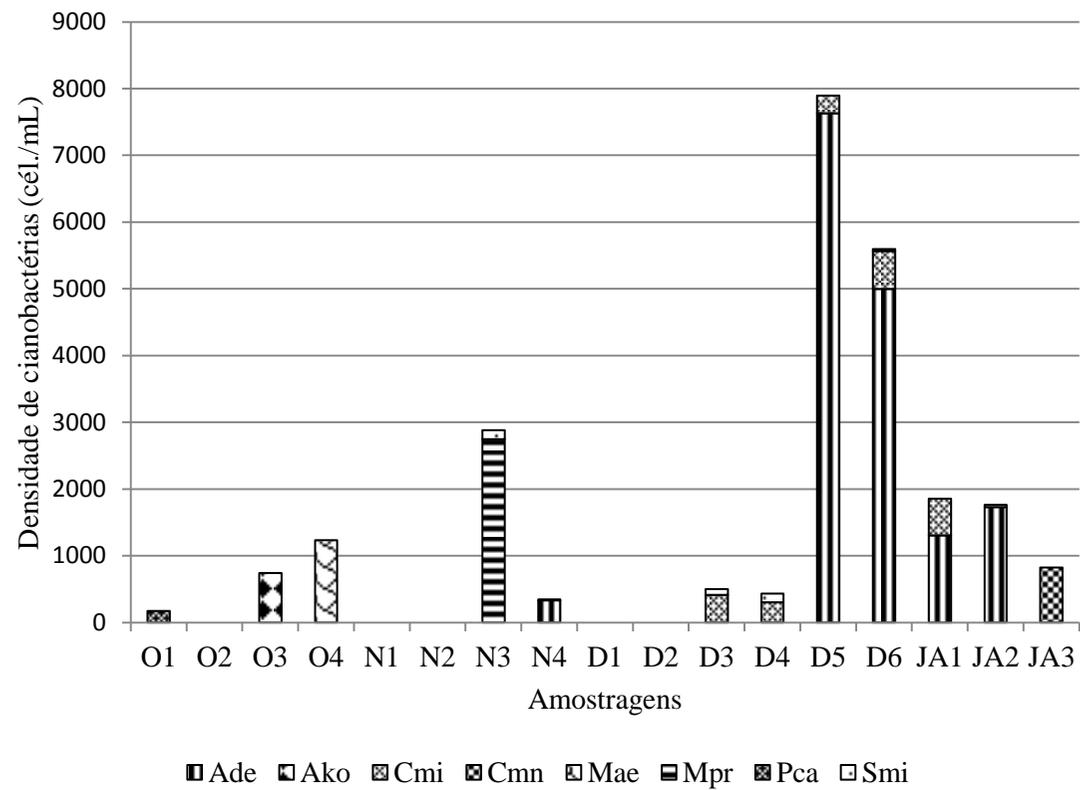
Em C2 as maiores densidades foram registradas para *Aphanocapsa delicatissima* (15.995 cél.mL<sup>-1</sup>) em cinco amostras (M4, D5, D6, JA1 e JA2) (Figura 37). Nesse período também houve o registro de *Microcystis protocystis* (2.745 cél.mL<sup>-1</sup>) e *M. aeruginosa* (1.235 cél.mL<sup>-1</sup>).



**Figura 35:** Densidade de cianobactérias durante o primeiro período chuvoso, janeiro a abril de 2010. Ami- *Aphanothece* cf. *minutissima*, Asm- *Aphanothece smithii*, Cdi- *Chroococcus dispersus*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gpu- *Gloeocapsa punctata*, Kco- *Komvophoron constrictum*, Mel- *Merismopedia elegans*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Par- *Phormidium articulatum*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Plm- *Pseudanabaena limnetica*, Rca- *Romeria caruaru*, Sla- *Snowella lacustres*, Slx- *Spirulina laxissima*, Sel- *Synechococcus* cf. *elongatus*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Smi- *Synechocystis minuscula*.



**Figura 36:** Densidade de cianobactérias durante a estiagem, maio a outubro de 2010. Ael- *Aphanocapsa elachista*, Ain- *Aphanocapsa incerta*, Ako- *Aphanocapsa koordersii*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cmo- *Chroococcus minor*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pga- *Pseudanabaena galeata*, Sca- *Synechococcus capitatus*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Smi- *Synechocystis minuscula*, Ssa- *Synechocystis salina*.



**Figura 37:** Densidade de cianobactérias durante o segundo período chuvoso, outubro de 2010 a janeiro de 2011. Ade- *Aphanocapsa delicatissima*, Ako- *Aphanocapsa koordersii*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Mpr- *Microcystis protocystis*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Smi- *Synechocystis minuscula*.

A dominância e abundância foram registradas para 21 táxons conforme Quadro 5. A espécie *C. raciborskii* foi dominante em 27,8% das amostras do período inicial do enchimento e abundante em 8,3%. O segundo táxon dominante nas amostras foi *S. minuscula* (12,5%).

A dominância de *C. raciborskii* no reservatório do RJL foi observada entre os meses de fevereiro a maio/2010. Nos estudos realizados nos reservatórios de Arcoverde (Bittencourt-Oliveira *et al.* 2012) e de Mundaú (Dantas *et al.* 2008), *C. raciborskii* também foi o táxon dominante, diferentemente do que foi registrado para o reservatório Armando Gonçalves Ribeiro (ARG), onde a dominância foi de *Planktothrix agardhii*. Essa espécie foi abundante nos reservatórios Arcoverde (Bittencourt-Oliveira *et al.* 2012), Pedras (Dantas *et al.* 2011) e Carpina (Lira *et al.* 2011), e ausente no reservatório RJL.

**Quadro 5:** Relação das espécies que apresentaram dominância e/ou abundância durante entre os meses de janeiro de 2010 e janeiro de 2011, no reservatório do Ribeirão João Leite.

<b>Táxon</b>	<b>Amostra em que foi dominante</b>	<b>Amostra em que foi abundante</b>
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	N4, D5, D6, JA1, JA2	-
<i>Aphanocapsa elachista</i>	MA8, JN3	-
<i>Aphanocapsa incerta</i>	-	MA8
<i>Aphanocapsa koordersii</i>	O3	-
<i>Aphanothece cf. minutissima</i>	M9, M10	-
<i>Aphanothece smithii</i>	-	M8
<i>Chroococcus minutus</i>	D3, D4	-
<i>Chroococcus minimus</i>	JA3	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	F2, F4, F5, F6, F7, M1, M3, M4, M5, M6, M7, M8, A1, A2, A3, A6, A7, MA1, MA2, MA3	F1, M2, M10, MA5, MA8, JN1
<i>Geitlerinema amphibium</i>	J4, J8, F3	J3
<i>Merismopedia trolleri</i>	-	M2
<i>Microcystis aeruginosa</i>	O4	-
<i>Microcystis protocystis</i>	N3	-
<i>Planktolingbya limnetica</i>	F1, A1, MA1	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	S2, O1	J3, F2, M2, MA5, MA6, JN1
<i>Pseudanabaena limnetica</i>	J6	-
<i>Snowella lacustris</i>	F1	-
<i>Synechococcus nidulans</i>	J1	-
<i>Synechocystis aquatilis</i>	S4	MA7
<i>Synechocystis minuscula</i>	J1, J5, J7, A5, JN2, JL1, JL2, JL3, AG1	MA7
<i>Synechocystis salina</i>	-	JN1

O registro de *C. raciborskii* em reservatórios brasileiros sempre foi observado. Destacam-se o artigo de Tucci e Sant'Anna (2003) que registraram ocorrência de *C. raciborskii* em um reservatório eutrófico com características de pH e turbidez elevados. Também Bouvy *et al.* 2000 analisando 39 reservatórios no Nordeste do Brasil, registraram a ocorrência de *C. raciborskii* em quase a totalidade dos reservatórios que apresentavam pH alcalino, temperatura da água acima de 23°C e baixa transparência. A floração registrada neste reservatório apresentou 210.450 cél.mL<sup>-1</sup> desta espécie.

Chellappa *et al.* (2009) registraram *M. aeruginosa* como espécie dominante no período chuvoso, entretanto no presente estudo esta espécie começou a ser registrada durante os meses de estiagem e teve os valores de densidade elevados a partir do segundo período chuvoso. Nos reservatórios Ribeirão João Leite e Armando Ribeiro Gonçalves *M. protocystis* e *Sphaerocavum brasiliense* foram registrados somente no período chuvoso. A espécie *C. raciborskii* foi observada tanto na estiagem como na chuva para os reservatórios Armando Ribeiro Gonçalves e Mundáu, e predominantemente no período chuvoso para o reservatório do Ribeirão João Leite. Neste estudo, cianobactérias tóxicas como *C. raciborskii* e as espécies de *Microcystis* foram registradas em períodos distintos, sem concomitância. Costa *et al.* (2006) também observaram que houve alternância entre a predominância destes táxons.

Observou-se que a fase inicial do enchimento, foi predominada por elevadas densidades e florações de cianobactérias filamentosas (*C. raciborskii*, *G. amphibium*, *Planktolyngbya limnetica*, *Pseudanabaena catenata*, *P. limnetica*), enquanto que na fase final ocorreu o predomínio de cianobactérias coloniais como *M. aeruginosa*, *Sphaerocavum brasiliense*, *Anathece minutíssima*, *Merismopedia trolleri*.

A presença predominante de grupos morfológicos distintos nos períodos iniciais e finais pode relacionar-se com as diferenças no ambiente aquático nessas duas fases. Inicialmente o reservatório estava sendo formado, a altura da coluna d'água era pequena, e havia entrada de material particulado por tratar-se de período chuvoso. Nessas condições a elevação e manutenção da turbidez foram favorecidas. As espécies presentes podem ter se beneficiado dessas características limnológicas, principalmente *C. raciborskii* por possui aerótopos e, portanto melhor mobilidade na coluna d'água. *Pseudanabaena* também está presente nos ambientes com essas características, de acordo com os grupos funcionais estudados por Reynolds (2006). Ao final do enchimento a profundidade e a transparência da água eram maiores, as condições limnológicas eram diferentes das iniciais, e podem ter favorecido o estabelecimento das espécies coloniais.

#### 8.4 Síntese das Informações Limnológicas

A análise de componentes principais (ACP) indicou que as variáveis descritoras foram: turbidez, fósforo total, nitrato, pH, temperatura da água e profundidade de Secchi. A ACP realizada com as variáveis ambientais apresentou 54,21% da explicabilidade nos dois primeiros eixos (Tabela 3). O eixo 1 apresentou correlação positiva com turbidez e fósforo total, e correlação negativa com profundidade de Secchi. O eixo 2 esteve correlacionado negativamente à temperatura da água e positivamente ao pH (Tabela 4). A correlação dos eixos 1 e 2 apresentadas neste estudo são opostas as apresentadas para o reservatório de Arcoverde, onde o eixo 1 esteve mais correlacionado com a temperatura da água e pH e o eixo 2 com a profundidade de Secchi (Bittencourt-Oliveira *et al.* 2012). A dispersão dos escores das amostras indica que a turbidez, o fósforo total e a temperatura da água estiveram mais correlacionadas com o primeiro período chuvoso, sendo que os valores de turbidez e fósforo total desse período são maiores do que os do segundo período chuvoso (Figura 38). A turbidez foi maior nos períodos chuvosos do que na estiagem, o mesmo foi verificado por Bittencourt-Oliveira *et al.* (2012) para o reservatório Arcoverde – PE. A profundidade de Secchi correlacionou-se mais com o segundo período chuvoso, no qual os valores foram maiores e a turbidez menor (Tabela 5), o mesmo foi observado para os reservatórios de Carpina (Lira *et al.* 2011) e Cruzeta (Chellappa *et al.* 2008) que tiveram maiores valores no período chuvoso do que na estiagem. O pH foi mais correlacionado com o período de estiagem e os valores foram menores no primeiro período chuvoso e maiores no segundo período chuvoso comparativamente ao período de seca (Tabela 5). O Reservatório de Carpina também apresentou valores de pH maiores na estiagem do que durante a estação chuvosa (Lira *et al.* 2011).

**Tabela 3:** Variância extraída dos três primeiros eixos da correlação de componentes principais obtidas no reservatório do Ribeirão João Leite.

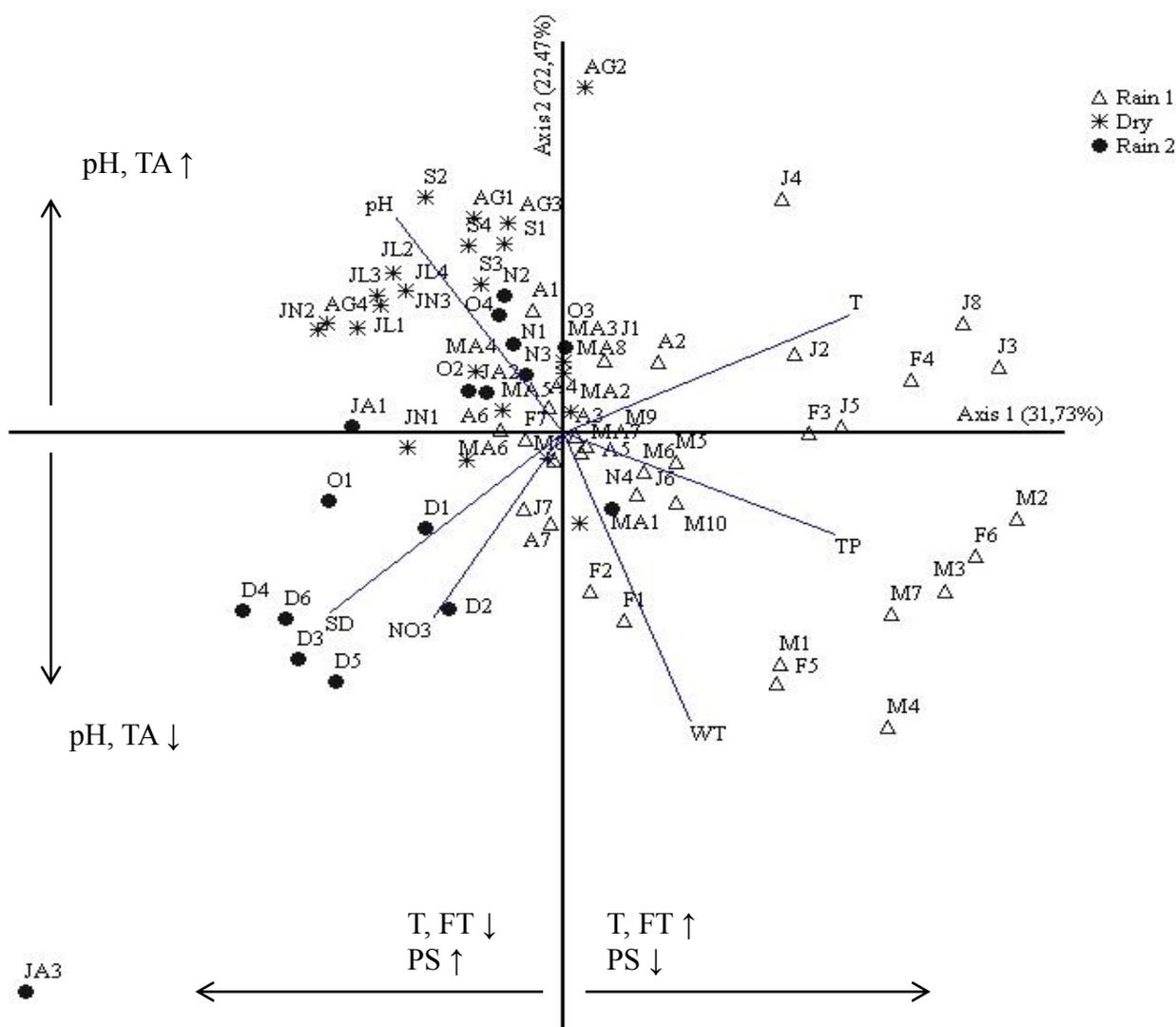
<b>Eixo</b>	<b>Autovalor</b>	<b>% Variância</b>	<b>% Variância acumulada</b>	<b>Autovalor Broken-stick</b>
1	1.904	<b>31.735</b>	31.735	2.450
2	1.348	<b>22.471</b>	54.207	1.450
3	0.872	14.538	68.745	0.950

**Tabela 4:** Correlação das variáveis limnológicas obtidas no reservatório do Ribeirão João Leite com os dois primeiros componentes principais. Em negritos estão os coeficientes considerados importantes para a formação dos componentes.

Variável	Componente Principal	
	1	2
Turbidez	<b>0.5481</b>	0.2502
Fósforo Total	<b>0.5219</b>	-0.2161
Nitrato	-0.2506	-0.3943
pH	-0.3205	<b>0.4583</b>
Temperatura água	0.2434	<b>-0.6141</b>
Profundidade Secchi	<b>-0.4500</b>	-0.3848

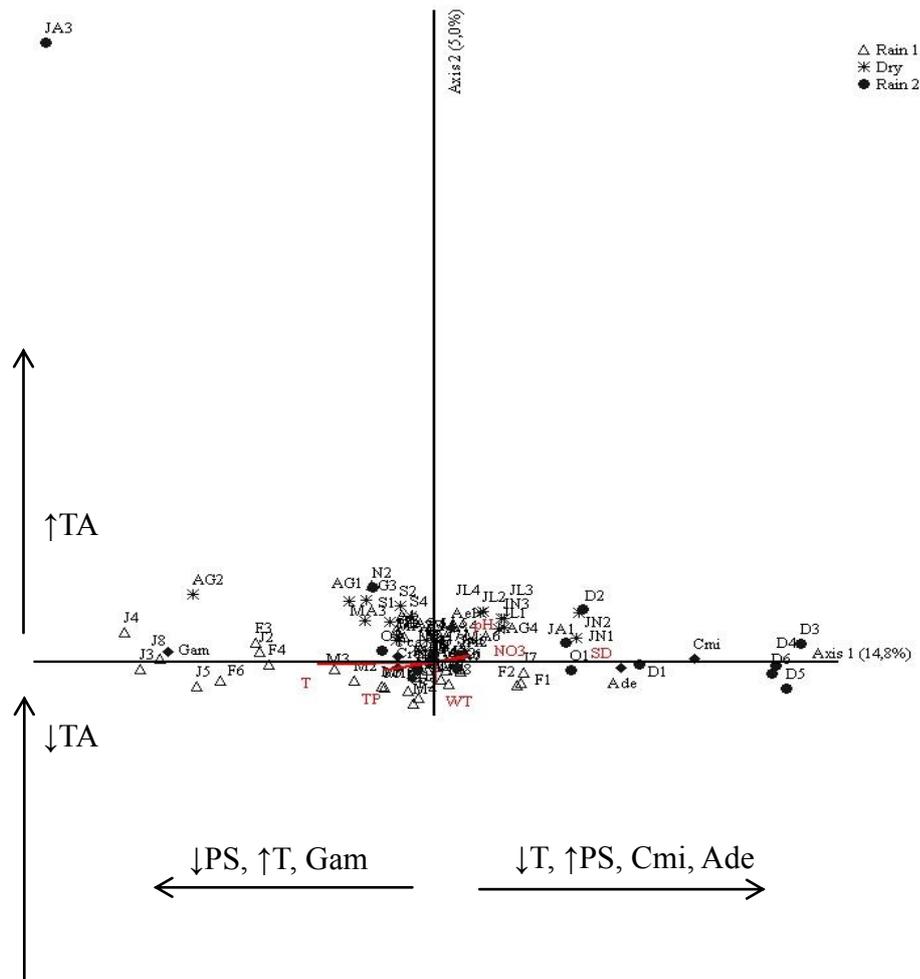
**Tabela 5:** Síntese de dados ambientais das amostras de água do reservatório do Ribeirão João Leite. T- turbidez; FT- fósforo total; NO<sub>3</sub>- nitrato; Ph; TA- temperatura da água; PS- profundidade de Secchi.

		Valor máximo	Valor mínimo	Média	Desvio Padrão
<b>T</b>	C1	109	5	23.95	24.56
	E	19	3.3	12.12	4.22
	C2	26	3.3	11.01	6.7
<b>FT</b>	C1	0.56	0.005	0.14	0.11
	E	0.077	0.009	0.032	0.02
	C2	0.108	0.009	0.039	0.029
<b>NO<sub>3</sub></b>	C1	0.09	0.01	0.02	0.01
	E	0.15	0.01	0.02	0.03
	C2	55.55	0.01	3.33	13.46
<b>pH</b>	C1	7.83	5.24	6.89	0.8
	E	8.24	6.12	7.3	0.7
	C2	8.65	6.12	7.5	0.53
<b>TA</b>	C1	30	23.1	27.1	1.77
	E	27	21	23.46	1.3
	C2	28.4	21	26.7	1.48
<b>PS</b>	C1	2.5	1	1.88	0.34
	E	3	1.2	2.13	0.38
	C2	5	1.2	2.73	0.94



**Figura 38:** Escores derivados da análise dos componentes principais aplicados aos dados ambientais de janeiro 2010 a janeiro 2011: T- turbidez; FT- fósforo total; PS- profundidade de Secchi; NO<sub>3</sub>- nitrato; TA- Temperatura da água, e pH. Os códigos indicam os meses de amostragem.

Os escores derivados da análise de correspondência canônica (ACC) realizados com a densidade de espécies dominantes (*Aphanocapsa delicatissima*, *A. elachista*, *Anathece minutissima*, *Chroococcus minor*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium*, *Pseudanabaena catenata*, *Synechocystis minuscula*) durante o período amostral apresentaram uma diferença nítida entre o primeiro e segundo períodos chuvosos (Figura 39). Os dois primeiros eixos tiveram uma baixa explicabilidade de 19,8% (14,8% no 1º eixo e 5,0% no 2º eixo) da variabilidade total dos dados, porém a significância das correlações espécies-ambientes não foi prejudicada (Tabela 6), pois a ACC apresentou-se significativa ( $p < 0,05$ ).



**Figura 39:** Escores derivados da ACC aplicados aos dados de densidade de espécies dominantes e variáveis ambientais. Os códigos das variáveis ambientais são: NO<sub>3</sub> – nitrato; PS – profundidade de Secchi; pH; TA – temperatura da água; T – turbidez; FT – fósforo total. Os códigos das variáveis biológicas são: Gam – *Geitlerinema amphibium*; Ade – *Aphanocapsa delicatissima*; Cmi – *Chroococcus minor*.

**Tabela 6:** Resultado do teste de Monte Carlo aplicado aos dados de densidade das espécies dominantes indicando a Correlação Canônica observada (Corr. sp-Amb), correlação canônica média obtida com os dados aleatórios (=Média), o valor mínimo da correlação canônica obtido com os dados aleatórios (=Mínimo); o valor máximo da correlação canônica obtido com os dados aleatórios (=Máximo); e o nível de significância (=p).

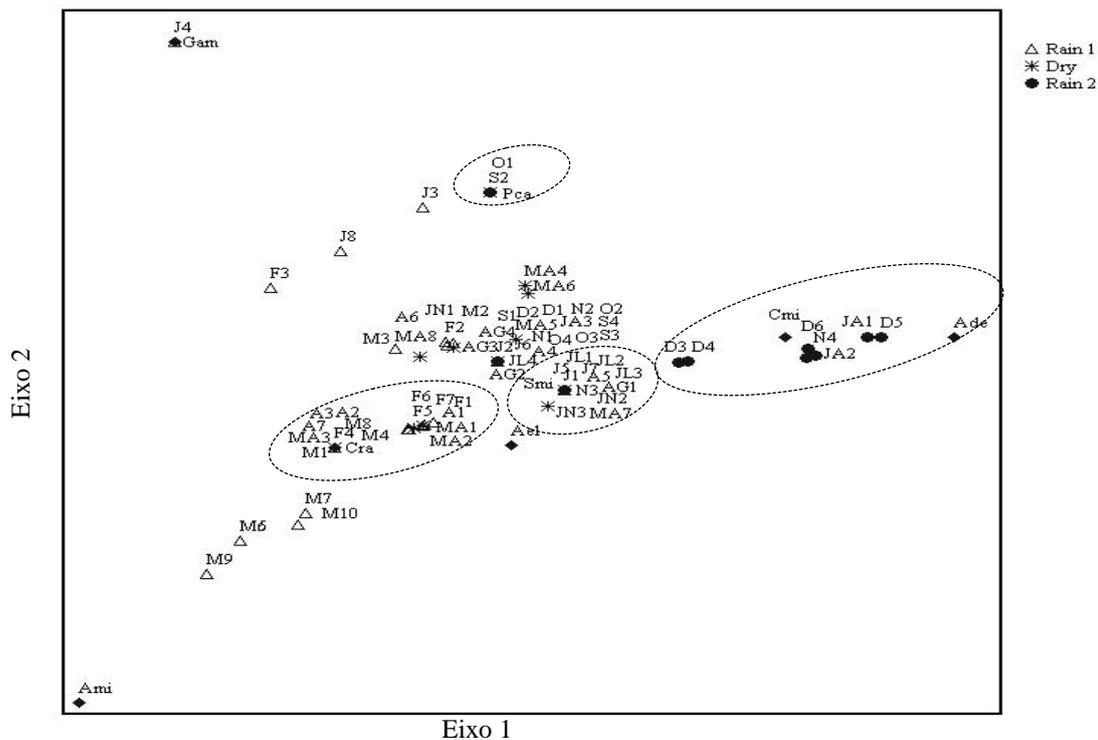
Eixo	Corr. sp-Amb.	Média	Mínimo	Máximo	p
1	0.806	0.569	0.321	0.833	0.05
2	0.542	0.454	0.260	0.720	
3	0.445	0.358	0.185	0.597	

No primeiro eixo a turbidez influenciou a dominância de *Geitlerinema amphibium* durante o C1 especificamente em janeiro quando a densidade foi elevada, enquanto a profundidade de Secchi foi menor. No C2 essas variáveis inverteram-se, tendo sido a profundidade de Secchi maior e influenciando positivamente a elevada densidade de *Aphanocapsa delicatissima* e *Chroococcus minor*, espécies coloniais e de tamanho reduzido comparativamente ao de *G. amphibium*. Esse fato pode ter sido em decorrência da mudança de ambiente, lótico para lêntico, com a formação do lago.

No segundo eixo a temperatura da água teve correlação das amostras que foram mais relacionadas ao C1. Os valores da temperatura da água foram maiores durante este período do que na estiagem (E) e discretamente maiores do que no C2. *A. elachista* apresentou correlação positiva com este eixo e foi dominante nas amostragens de M8 e JN3 (período de estiagem). O segundo eixo reuniu a maior parte das amostras. As correlações espécies-ambientes nos três eixos indicado pelo teste de Monte Carlo estão apresentadas na Tabela 6.

A análise de correspondência destendenciada (DCA) realizada com as espécies dominantes informou que a ocorrência das espécies é distinta de acordo com as condições climáticas ocorrentes (Figura 40). No primeiro período chuvoso ocorreu a maioria dos registros de *Cylindrospermopsis raciborskii*, o qual foi registrado até o início do período de estiagem e posteriormente não mais. *Chroococcus minutus* e *Aphanocapsa delicatissima* foram registrados a partir do segundo período chuvoso. *Synechocystis minuscula* foi registrada em todo o período amostral.

Ao examinar o sistema as três análises indicaram que existiu uma nítida diferenciação limnológica no reservatório ao longo do enchimento e as variáveis biológicas foram influenciadas pelas ambientais. O início do enchimento do reservatório, bem como sua fase final, deu-se durante períodos chuvosos. A mudança de ambiente lótico para lêntico, aumento gradativo na profundidade, diminuição da turbidez com consequente aumento na profundidade de Secchi, estabilização na concentração de nutrientes, contribuíram com a substituição dos táxons registrados inicialmente pelos presentes ao final do enchimento do reservatório. As espécies possuem requisitos de luminosidade, temperatura da água, nutrientes, distintas. Assim, pode-se inferir que a riqueza de espécies ao longo do estudo deu-se em função e à medida que o ambiente teve suas variáveis ambientais alteradas.



**Figura 40:** Escores derivados da ACD aplicados à densidade de espécies dominantes nos pontos amostrais do reservatório do Ribeirão João Leite. Os símbolos indicam os pontos amostrais durante o período de amostragem. Os códigos das variáveis biológicas são: Gam – *Geitlerinema amphibium*, Pca – *Pseudanabaena catenata*, Cmi – *Chroococcus minor*, Ade – *Aphanocapsa delicatissima*, Smi – *Synechocystis minuscula*, Ami – *Anathece minutissima*, Cra – *Cylindrospermopsis raciborskii*, Ael – *Aphanocapsa elachista*.

## 9. CONCLUSÃO

O reservatório do Ribeirão João Leite trata-se de um ambiente destinado ao abastecimento público de água que teve pela primeira vez as populações de cianobactérias residentes inventariadas. Foram identificados 48 táxons sendo 28 com primeira citação para Goiás e oito tóxicos (quatro citados pela primeira vez). As cianobactérias referenciadas em literatura como sendo potencialmente tóxicas ocorreram no período chuvoso e foram: *Microcystis aeruginosa*, *M. panniformis*, *M. protocystis*, *Geitlerinema amphibium*, *G. unigranulatum*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena limnetica* e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Houve florações de cianobactérias, inclusive com espécies tóxicas, durante a fase inicial de enchimento do reservatório do Ribeirão João Leite. As características da bacia hidrográfica somadas à mudança de ambiente, lótico para lântico, subsidiaram a formação de um ambiente, e este pode ter favorecido as florações.

Sete táxons foram registrados em todas as estações chuvosas. A maior riqueza de espécies e as maiores densidades de cianobactérias ocorreram na fase inicial do enchimento coincidindo com o primeiro período chuvoso. *Cylindrospermopsis raciborskii* foi o táxon mais frequente.

Houve predomínio de cianobactérias com morfologias distintas, filamentosas e coloniais, em períodos climáticos diferentes, fases inicial e final respectivamente. Houve correlação entre as variáveis ambientais e os dados biológicos.

## 10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Homaidan, A.A. and Arif, I.A. 1998. Ecology and Bloom-forming Algae of a Semi-permanent Rain-fed Pool at Al-Kharj, Saudi Arabia. *Journal of Arid Environments* 38 (1): 15–25.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 3 – Oscillatoriales. *Algological Studies* 50-53: 327-472.
- Anagnostidis, K. and Komárek, J. 1990. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 5 – Stigonematales. *Algological Studies* 59: 1-73.
- Apeldoorn, M.E.van, Egmond, H.P.van, Speijers, G.J.A. and Bakker, G.J.I. 2007. Toxins of cyanobacteria. *Mol. Nutr. Food. Res.* 51:7-60.
- APHA (American Public Health Association). 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: APHA.
- Azevedo, S.M.F.O. 1998. Toxinas de Cianobactérias: Causas e conseqüências para a Saúde Pública. *Revista Virtual de Medicina* 1(3).
- Becker, V., Cardoso, L.S. and Motta-Marques, D. 2004. Development of *Anabaena* Bory ex Bornet and Flahault (Cyanobacteria) blooms in a shallow, subtropical lakes in southern Brazil. *Acta Limnol. Bras.* 16(4): 306-317.

- Becker, V., Ihara, P., Yunes, J.S. and Huszar, V.L.M. 2010. Occurrence of anatoxin-a(s) during a bloom of *Anabaena crassa* in a water-supply reservoir in southern Brazil. *Journal Applied Phycology* 22: 235-241.
- Bicudo, C.E.M. e Bicudo, D.C. 2008. Mudanças climáticas globais: efeitos sobre as águas continentais superficiais, *In: Buckehidge, M.S. (org.). Biologia & Mudanças Climáticas no Brasil*. São Carlos: Rima.
- Bicudo, C.E.M. e Menezes, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições. 2ª ed., São Carlos: RiMa, 502p.
- Bittencourt-Oliveira, M.C., Dia, S.N., Moura, A.N., Cordeiro-Araújo, M.K. and Dantas, E.W. 2012. Seasonal dynamics of cyanobacteria in a eutrophic reservoir (Arcoverde) in a semi-arid region of Brazil. *Braz. J. Biol.* 72(3): 533-544.
- Bláha, L., Babica, P. and Marsálek, B. 2009. Toxins produced in cyanobacterial water blooms – toxicity and risks. *Interdisc. Toxicol.* 2(2): 36-41.
- Bourelly, P. 1970. *Les algues d'eau douce III*. N. Boubée and Cie., Paris. 512pp.
- Bouvy, M., Falcão, D., Marinho, M., Pagano, M. and Moura, A. 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian Tropical Reservoirs During the 1998 Drought. *Aquatic Microbial Ecology* 23: 13–27.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.
- Brasil. Ministério da Saúde/Fundação Nacional da Saúde. 2003. *Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano, Impactos na Saúde pública e Processo de Remoção em Água para Consumo Humano*. Funasa/, Brasília, Brasil, p.56.
- Brianda, J.F., Jacquet, S., Bernard, C. and Humbert, J.F. 2003. Health Hazards for Terrestrial Vertebrates from Toxic Cyanobacteria in Surface Water Ecosystems. *Vet. Res.* 34: 361–377.

- Campos, I.F.P., Rizzo, J.A. e Pereira, H.D. 1990. Plano de Coleção de algas do estado de Goiás número 1. *In* Campos, I.F.P (ed.). Flora do Estado de Goiás; Criptógamos. Goiânia: UFG. v. 1.
- Cardoso, M.R.D., Marcuzo, F.F.N. e Melo, D.C.R. 2011. Mapeamento temporal e espacial da precipitação pluviométrica da região metropolitana de Goiânia. *In: Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Curitiba. p. 4594.
- Carvalho, L.R., Pipole, F., Werner, V.R., Laughinghouse, H.D., Camargo, A.C.M., RANGEL, M., Konno, K. and Sant'Anna, C.L. 2008. A Toxic Cyanobacterial Bloom in an Urban Coastal Lake, Rio Grande Do Sul State, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 39: 761–769.
- Carvalho, L.R., Sant'Anna, C.L., Gemelgo, M.C.P. and Azevedo, M.T.P. 2007. Cyanobacterial occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30(1): 141-148.
- Cetesb. 2013. Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais. São Paulo: CETESB, 47p.
- Chellapa, N.T. and Costa, M.A.M. 2003. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecologica* 24: S3-S10.
- Chellappa, N.T., Borba, J.M. and Rocha, O. 2008. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. *Braz. J. Biol.* 68(3): 477-494.
- Chellappa, N.T., Câmara, F.R.A. and Rocha, O. 2009. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 69(2): 241-251.
- Chorus I. and Bartram J.; editors. *Toxic Cyanobacteria in Water. A Guide to their public health consequences, monitoring and management*. London: E&FN Spon; 1999.

- Costa, I.A.S., Azevedo, S.M.F.O., Senna, P.A.C., Bernardo, R.R., Costa, S.M. and Chellappa, N.T. 2006. Occurrence of toxin-producing cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. *Brazilian Journal of Botan.* 66(1B): 211-219.
- Crispim, W.M.C., Rebouças-Bessa, M.R. e Osório, N.B. 1992. Avaliação do comportamento de um sistema de lagoa de estabilização em série tratando esgotos domésticos - Região Centro-Oeste do Brasil. *In Anais do Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental.* Lisboa, p. 163-173.
- Dantas, E.W., Moura, A.N. and Bittencourt-Oliveira, M.C. 2011. Cyanobacterial blooms in stratified and destratified eutrophic reservoirs in semi-arid region of Brazil. *An. Acad. Bras. Cienc.* 83(4): 1327-1338.
- Dantas, E.W., Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Neto, J.D.T.A. and Cavalcanti, A.D. 2008. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. *Acta bot. bras.* 22(4): 970-982.
- Delazari-Barroso, A., Sant'Anna, C.L. and Senna, P.A.C. 2007. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). *Hoehnea* 34(2): 211-229.
- Desikachary, T.V. 1959. Cyanophyta. ICAR Monographs, Nova Deli.
- Ferrão-Filho, A.S., Domingos, P. and Azevedo, S.M.F.O. 2002. Influences of a *Microcystis aeruginosa* Kützing bloom on zooplankton populations in Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil). *Limnologia* 32: 295-308.
- Ferreira, A.H.F., Minillo, A., Silva, L.M.S. e Yunes, J.S. 2004. Ocorrência de *Anabaena spiroides* (Cianobactéria) no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil) no verão-outono de 1998. *Atlântica* 26(1): 17-26.
- Fonseca, B.M. and Bicudo, C.E.M. 2008. Phytoplankton seasonal variation in a shallow stratified eutrophic reservoir (Garças Pond, Brazil). *Hydrobiologia* 600: 267-282.
- Freitas, T.C., Sant'Anna, E.M.E., Guedes, C.D., Ferreira, T.C.R., Guarda, V.L.M. e Jardim, F.A. 2012. Análise qualitativa e toxicológica de uma floração de cianobactérias na Lagoa do Gambá em Ouro Preto, MG, e uma síntese da ocorrência de florações de cianobactérias no Brasil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 17(3): 17-28.

- Garcia, V.M.T. e Proença, L.A. 2001. Eventos Recentes De Florações Nocivas e Novos Registros De Toxinas No Brasil. In: *V Taller Regional COI-FANSA de Planificación Científica sobre Floraciones Algales Nocivas en Sudamérica*.
- Geitler, L. 1932. Cyanophyceae. In: L. Rabenhorst (eds). *Kryptogammenflora von Deutschland, Osterreich, under de Sweitz*, v. 14, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- Gemelgo, M.C.P., Sant'Anna, C.L., Tucci, A. and Barbosa, H.R. 2008. Population dynamics of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju, a Cyanobacteria toxic species, in water supply reservoirs in São Paulo, Brazil. *Hoehnea* 35(2): 297-307.
- Geogoiás. 2002. GALINKIN, M. Ed. Goiânia: Agência Ambiental de Goiás: Fundação CEBRAC: PNUMA:SEMARH, 272 p.
- Gomes, L.N.L., Oliveira, S.M.A.C., Giani, A. and von Sperling, E. 2012. Association between biotic and abiotic parameters and the occurrence of cyanobacteria in a Brazilian reservoir. *Environmetal Monitoring and Assessment* 184: 4635-4645.
- Graham, L.E., Graham, J.M. and Wilcox, L.W. 2009. *Algae*. 2nd ed. San Francisco: Pearson.
- Gusmão, C.A. e Valsecchi, J.C. 2009. Projeto Básico Ambiental da Barragem e do Reservatório de regularização e acumulação do Ribeirão João Leite em Goiânia, Goiás – Brasil. BVSDE. Biblioteca virtual desarrollo sostenible y salud ambiental. Disponível em <http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde.shtml>. Acessado em 18 de agosto de 2013.
- Hill, M.O. and Gauch, H.G. 1980. Detrend correspondence analysis, an improved ordination technique. *Vegetatio*, 42, 47-58.
- Hindák, F. 2001. *Fotografický atlas mikroskopických siníc*. Bratislava: VEDA, 127p.
- Hoffmann, L., Komárek, J. and Kastovský, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) – state in 2004. *Algological Studies* 117: 95-115.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S., Marinho, M., Domingos, P. and Sant'Anna, C.L. 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia* 424: 67-77.

- Ibañez, M.S.R. e Padilha, J.B.D. 2007. Biodiversidade da comunidade fitoplanctônica do alto trecho da bacia do Rio Paranã. In Silva, M.J.M. (ed.) Inventário da biota aquática com vistas à conservação e utilização sustentável do Bioma Cerrado (Serra e Vale do Paranã). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p.61-71.
- Jardim, F.A. 2003. Análise de algas – cianobactérias e cianotoxinas como parâmetros de controle do tratamento da água para abastecimento. In: *Anais do 22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Joinville, SC.
- Kamogae, M., Tsutsumi, T., Nagata, S., Aymoto, N.M., Ueno, Y. e Hirooka, E.Y. 2002. Monitoramento de microcistinas em água para consumo humano na região de Itaipu, Paraná-Brasil. *Braz. J. Food Technol.* 5: 109-116.
- Komárek, J. 1991. A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. *Algol. Stud.* 64: 115-127.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1986. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 2 – Chroococcales. *Algological Studies* 43: 157-226.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes: 4 – Nostocales. *Algological Studies* 82: 247-345.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Möllenhauer, ed.). Gustav Fischer, Stuttgart, v.19, p.1-548.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig and D. Möllenhauer, eds.). Gustav Fischer, Stuttgart, v.19, p.1-548.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: oscillatoriales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, ed.). Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, münchen, v.19, p.1-759.
- Komárek, J. and Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: oscillatoriales. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner and M. Schagerl, eds.). Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, münchen, v.19, p.1-759.

- Komárek, J. and Komárková, J. 2002. Review of the European *Microcystis*-morphospecies (Cyanoprokaryotes) from nature. *Czech Phycology* 2: 1-24.
- Komárek, J., Azevedo, S.M.F.O., Domingos, P., Komárková, J. and Tichy, M. 2001. Background of the Caruaru tragedy; a case taxonomic study of toxic cyanobacteria. *Algological Studies* 103: 9-29.
- Komárek, J., Kastovsky, J. and Jezberová, J. 2011. Phylogenetic and taxonomic delimitation of the cyanobacterial genus *Aphanothece* and description of *Anathece* gen. nov. *Eur. J. Phycol.* 46(3): 315-326.
- Komárková-Legnerová, J., and Eloranta, P., 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Dolichospermum*, *Algological Studies Stuttgart* 67: 103-133.
- Lee, R. E. 2008. *Phycology*. 4th edition. New York: Cambridge.
- Lira, G.A.S.T., Araújo, E.L., Bittencourt-Oliveira, M.C. and Moura, A.N. 2011. Phytoplankton abundance, dominance and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *An Acad Bras Cienc* 83(4): 1313-1326.
- Lobo, E. y Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de ríos y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Valparaíso, 22(1): 1-29.
- Lund, J.W.G., Kipling, C. and Lecren, E.D. 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia*. 11: 143-170.
- Magalhães, V.F., Soares, R.M. and Azevedo, S.M.F.O. 2001. Microcystin contamination in fish from the Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk. *Toxicon* 39: 1077-1085.
- Marcuzo, F., Faria, T.G. e Filho, R.F.P. 2012. Chuvas no estado de Goiás: análise histórica e tendência futura. *ACTA Geográfica* 6 (12): 125-137.
- Margalef, N. 1983. *Limnologia*. Ediciones Omega, S. A. Plánton, 26. Barcelona – 6.

- Matsuzaki, M., Mucci, J.L.N. e Rocha, A.A. 2004. Comunidade fitoplanctônica de um pesqueiro na cidade de São Paulo. *Rev. Saúde Pública* 38(5): 679-686.
- Matthiensen, A., Yunes, J.S. e Codd, G.A. 1999. Ocorrência, distribuição e toxicidade de cianobactérias no estuário da Lagoa dos Patos, RS. *Rev. Brasil. Biol.* 59(3): 361-376.
- Mc Cune, B. and Mefford, M.J. *Multivariate Analysis of Ecological Data Version 3.0.* MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, USA .
- Mcgregor, G.B., Fabbro, L.D. and Lobegeiger, J.S. 2007. Freshwater planktic Chroococcales (Cyanoprokaryota) from North-Eastern Australia: a morphological evaluation. *Nova Hedwigia* 84: 299-331.
- Metcalf, J.S. and Codd, G.A. 2009. The status and potential of cyanobacteria and their toxins as agents of bioterrorism. *In: Gault, P.M. and Marler, H.J. (eds.). Handbook on cyanobacteria: biochemistry, biotechnology and applications.* New York: Nova Science Publishers. 538p.
- Molica, R. e Azevedo, S. 2009. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. *Oecol. Bras.* 13(2): 229-246.
- Monteiro, V.P. e Pinheiro, J.C.V. 2004. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. *Revista de Economia Rural* 42 (2): 365-387.
- Moore, D., O'Donohue, M., Garnett, C., Critchley, C. and Shaw, G. 2005. Factors affecting akinete differentiation in *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria). *Freshwater Biology* 50: 345-352.
- Nabout, J.C. and Nogueira, I.S. 2007. Spatial and temporal dynamics of phytoplankton functional group in a blocked valley (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 19: 305-314.
- Nabout, J.C. e Nogueira, I.S. 2008. Distribuição vertical da comunidade fitoplanctônica do lago dos Tigres (Goiás, Brasil). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30: 47-55.

- Nabout, J.C., Nogueira, I.S. and Oliveira, L.G. 2006. Phytoplankton Community of Floodplain Lakes of the Araguaia River, Brazil, in the Rainy and Dry Seasons. *Journal of Plankton Research* 28(2): 181-193.
- Nabout, J.C., Nogueira, I.S., Oliveira, L.G. and Moraes, R.R. 2007. Phytoplankton diversity (alpha, beta, and gamma) from the Araguaia River tropical floodplain lakes (central Brazil). *Hydrobiologia* 575: 455-461.
- Nardini, M.J. e Nogueira, I.S. 2008. O processo antrópico de um lago artificial e o desenvolvimento da eutrofização e florações de algas azuis em Goiânia. *Estudos*. 35(1/2): 23-52.
- Nascimento-Bessa, M.R.R.N. e Santos, C.R.A. 1995. Fitoplâncton e fatores físico-químicos em Lagos do Bosque dos Buritis no Município de Goiânia, Goiás-Brazil. *In Anais World-Wide Symposium Pollution In Large Cities, Science And Technology For Planning Environmental Quality*. Venice, p.17-26.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 422p.
- Nogueira, I.S. e Leandro-Rodrigues, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lagor artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Biologia* 59(3): 377-395.
- Nogueira, I.S., Gama-Júnior, W.A. e D'Alessandro, E.B. 2011. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. *Revista Brasil. Bot.* 34(4): 575-592.
- Nogueira, I.S., Nabout, J.C., Oliveira, J.E. e Silva, K.D. 2008. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. *Hoehnea* 35(2): 219-233.
- Nogueira, I.S., Silva, K.D. e Jorge, V.A. 2007. Ficoflórula (exceto Bacillariophyceae) de alguns corpos aquáticos da região do vale do rio Paranã estudos sazonais. *In Silva, M.J.M. (ed.). Inventário da biota aquática com vistas a conservação e utilização sustentável do bioma cerrado (serra e vale do rio Paranã)*. Brasília: MMA/PROBIO, v. 1, p. 37-60.
- Nogueira, I.S., Silva, K.D., Nabout, J.C. e Bessa, M.R.R.N. 2002. Cyanobacterias potencialmente tóxicas em diferentes mananciais do estado de Goiás – Brasil. *In Anais do*

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Uso sustentável da água (Vieira, J.M.P., Rodrigues, A.C. & Silva, A.C.C). Braga, p. 14.

- Oliveira, W.N.O., Carvalho, M.A., Rocha, J.C.S. e Ferreira, N.C. 2011. Análise da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite Utilizando Geoprocessamento. In: *V Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e III Seminário de Geotecnologias*, Feira de Santana – BA. p. 623-626.
- Panosso, R., Costa, I.A.S., Souza, N.R., Attayde, J.L., Cunha, S.R.S. e Gomes, F.C.F. 2007. Cianobactérias e cianotoxinas em reservatórios do Estado do Rio Grande do Norte e o potencial controle das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Oecol. Bras.* 11(3): 433-449.
- Pivato, B. M., Train, S. e Rodrigues, L. C. 2006. Dinâmica nictemeral das assembléias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 28: 19-29.
- Rabelo, C.G., Ferreira, M.E., Araújo, J.V.G., Stone, L.F., Silva, S.C. e Gomes, M.P. 2009. Influência do uso do solo na qualidade da água no bioma Cerrado: um estudo comparativo entre bacias hidrográficas no Estado de Goiás, Brasil. *Revista Ambiente e Água* 4(2): 172-187.
- Rahman, S. and Jewel, A.S. 2008. Cyanobacterial Blooms and Water Quality in Two Urban Fish Ponds. *Univ. J. Zool. Rajshahi Univ.* 27: 79–84.
- Reynolds, C.S. 2006. *The ecology of phytoplankton*. New York: Cambridge University Press.
- Ribeiro, R. and Torgo, L. 2008. A Comparative Study on Predicting Algae Blooms in Douro River, Portugal. *Ecological Modelling* 212 (1-2): 86–91.
- Robson, B.J. and Hamilton, D.P. 2003. Summer Flow Event Induces a Cyanobacterial Bloom in a Seasonal Western Australian Estuary. *Marine and Freshwater Research* 54: 139–151.
- Sá, L.L.C., Alves, F.A.S., Vieira, J.M.S., Jesus, I.M., Mendes, R.A., Santos, E.C.O., Pinheiro, S.C.C., Costa, V.B. e Vale, E.R. 2010. Ocorrência de uma floração de cianobactérias

- tóxicas na margem direita do rio Tapajós, no município de Santarém (Pará, Brasil). *Rev. Pan-Amaz. Saúde* 1(1): 159-166.
- Saneago. 1996. Relatório do Monitoramento do Ribeirão João Leite - Período 94-95. Goiânia: Ed. Saneamento de Goiás, 66p.
- Sant'Anna, C.L. and Azevedo, M.T.P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia* 71: 359-385.
- Sant'Anna, C.L., Azevedo, M.T.de P., Werner, V.R., Dogo, C.R., Rios, F.R. and Carvalho, L.R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies* 126: 251-265.
- Sant'Anna, C.L., Azevedo, M.T.P., Senna, P.A.C., Komárek, J. and Komárková, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 213-227.
- Sant'Anna, C.L., Branco, L.H.Z., Gama-Júnior, W.A. and Werner, V.R. 2011. Checklist of Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* 11(1): 455-495.
- Sant'Anna, C.L., Melcher, S.S., Carvalho, M.C., Gemelgo, M.P. and Azevedo, M.T.P. 2007. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasil. Bot.* 30(1): 1-15.
- Santos, E.H.M., Griebeler, N.P. e Oliveira, L.F.C. 2010. Relação entre uso do solo e comportamento hidrológico na Bacia Hidrográfica do Ribeirão João Leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 14(8): 826-834.
- Santos, K.R.S. e Sant'anna, C.L. 2010. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) representativas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 33(1): 61-83.
- Silva, C.A., Train, S. e Rodrigues, L.Z. 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade Fitoplancônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Science* 32: 283-290.

- Silva, L.A.P.S., Araújo, F., Panosso, R., Camacho, F. e Costa, I.A.S. 2010. As águas verdes dos reservatórios do Rio Grande do Norte: o problema das cianobactérias e cianotoxinas. *Bol. Soc. Limnologia* 39(1): 2010.
- Soares, M.C.S., Marinho, M.M., Azevedo, S.M.O.F., Branco, C.W.C. and Huszar, V.L.M. 2012. Eutrophication and retention time affecting spatial heterogeneity in a tropical reservoir. *Limnologia* 42: 197-203.
- Soares, M.C.S., Sophia, M.G. and Huszar, V.L.M. 2007. Phytoplankton flora of two rivers ins Southeast Brazil – Paraibuna and Pomba Rivers, Minas Gerais. *Revista Brasil. Bot.* 30(3): 433-450.
- Soares, R.M., Magalhães, V.F. and Azevedo, S.M.F.O. 2004. Accumulation and depuration of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) in *Tilapia rendalli* (Cichlidae) under laboratory conditions. *Aquatic Toxicology* 70: 1-10.
- Sotero-Santos, R.B., Silva, C.R.S., Verani, N.F., Nonaka, K.O. and Rocha, O. 2005. Toxicity of a cyanobacteria bloom in Barra Bonita reservoir (Middle Tietê river, São Paulo, Brazil). *Ecotoxicology and Environmental Safety* 1-8.
- Steffensen, D. 2002. Blue-green algae: their significance and Management within water supplies. In: *Blue-green algae: their significance and Management within water supplies*. Australia, Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment. 94p.
- Ter Braak, C. J. F. and Van Tongeren O. F. R. 1986 – Data analysis in community and landscape ecology.
- Torgan, L. C., 1989, Floração de algas: composição, causas e conseqüências. Florianópolis, *Ínsula* (19): 15-34.
- Tucci, A. e Sant'anna, C.L. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya and Subba Raju (Cyanobacteria): variação seminal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 26(1): 97-112.
- Tundisi, J.G. e Tundisi, T.M. 2008. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos.

- Uhelinger, V. 1964. Étude statistique des methodes de dénombrement planctonique. *Archive Scientia*. 17(2): 121-223.
- Unesco. 2009. Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión. Sylvia Bonilla (editora). Documento Técnico PHI-LAC, N° 16
- Utermöl, H. 1958. Zur ver vollkmmung der quantitativen phytoplankton methodik. *Mitt. International Ver. Limnologia*. 9: 1-88.
- Vasconcelos, J.F., Barbosa, J.E.L., Diniz, C.R. e Ceballos, B.S.O. 2010. Cianobactérias em reservatórios do Estado da Paraíba: ocorrência, toxicidade e fatores reguladores. *Bol. Soc. Limnologia* 39(1): 2010.
- Von-Sperling, E. 2013. Relatório sobre diagnóstico e prognóstico da qualidade da água no reservatório João Leite.
- Werner, V.R., Cabezudo, M.M., Neuhaus, E.B., Azevedo, M.T.P., Galina, L., Sant'Anna, C.L. e Caires, T.A. 2013. Cyanophyceae *In Lista de Espécies da Flora do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Yunes, J.S. 2009. Florações de *Microcystis* na lagoa dos Patos e o seu estuário: 20 anos de estudos. *Oecol. Bras.* 13(2): 313-318.

## **ANEXO 1**

### **Documento de submissão do artigo:**

Artigo submetido à Revista Iheringia-Série Botânica, na área de avaliação Biodiversidade, com estrato B2 na data da submissão.

# Iheringia-Série Botânica



Museu de Ciências Naturais  
Fundação Zoobotânica do RS

Porto Alegre, 27 de Outubro de 2014.

Prezadas Elaine Jacob da Silva Carmo, Ina de Souza Nogueira, Rafaela Wolff de Pina e Sílvia Moreira dos Santos

Informamos que o manuscrito “**Biodiversidade de cianobactérias durante a fase de enchimento do Reservatório do Ribeirão João Leite (Goiânia, GO)**” foi recebido para submissão ao periódico Iheringia, Série Botânica, recebendo o protocolo 67/14.

Atenciosamente,



Lezilda Carvalho Torgan  
Editor-Chefe

## **ANEXO 2**

Artigo redigido segundo as normas da Revista Iheringia-Série Botânica.

# Biodiversidade de cianobactérias durante a fase de enchimento do Reservatório do Ribeirão João Leite (Goiânia, GO)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Parte de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Vegetal da Universidade Federal de Goiás

**Elaine Jacob da Silva Carmo<sup>2</sup>, Ina de Souza Nogueira<sup>2</sup>, Rafaela Wolff de Pina<sup>3</sup> & Silvia Moreira dos Santos<sup>3</sup>**

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Botânica, Laboratório de Análise e Gerenciamento Ambiental de Recursos Hídricos, C.P. 131, Campus II, CEP: 74001-970, Goiânia, GO, Brasil. elaine.jacobcarmo@gmail.com. <sup>3</sup> Laboratório de Água, Setor Hidrobiologia, Saneamento de Goiás S/A, Av. Vereador José Monteiro, nº 1953, Setor Negrão de Lima – Goiânia, GO, Brasil, Cep: 74650-300.

---

**RESUMO** - Os reservatórios utilizados para abastecimento de água para a população podem apresentar comumente florações de cianobactérias, incluindo espécies potencialmente tóxicas. O objetivo deste trabalho foi inventariar as morfoespécies de cianobactérias fitoplanctônicas a partir do estudo de populações naturais ocorrentes na fase de enchimento do reservatório do Ribeirão João Leite. O reservatório está localizado no estado de Goiás, entre os municípios de Goiânia e Terezópolis. O período amostral compreendeu janeiro de 2010 a janeiro de 2011 com coletas fitoplanctônicas (n=72) duas vezes por semana até a primeira quinzena de maio de 2010 e a partir desta data, semanalmente. Os organismos foram estudados em microscópio equipado com epifluorescência, e microfotografados com sistema captura de imagem. Foram registradas 48 espécies de cianobactérias distribuídas em 20 gêneros. Os gêneros com maior riqueza foram *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* e *Synechococcus* com quatro espécies cada. Foram registrados 28 táxons como primeira citação para Goiás.

Palavras-chave: *Cylindrospermopsis*, fitoplâncton, florística, *Microcystis*, monitoramento

**ABSTRACT- Biodiversity of cyanobacteria during the filling of the reservoir of Ribeirão Leite (Goiânia, GO).** The reservoirs used for public water supply can often present cyanobacterial blooms, which might also include potentially toxic species. The present study aims to take the inventory of morphospecies of phytoplanktonic cyanobacteria by analyzing the natural populations forming during the filling phase of the reservoir of Ribeirão Leite. The reservoir is located in the state of Goiás, between the municipalities of both Goiânia and Terezópolis. The period, when the samples were collected, comprised the date from January 2010 to January 2011 with the samples of phytoplankton (n=72) carried out twice a week until the first half of May 2010, and from this date, it was repeated weekly. The organisms were studied under a microscope equipped with epifluorescence and microfotografados with image capture system. 48 species of cyanobacteria that were distributed in 20 genera were recorded. The genera, which contain the highest number of species, were *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* and *Synechococcus* with four species each, respectively. 28 taxa were recorded as the first citation for the state of Goiás.

Key words: *Cylindrospermopsis*, phytoplankton, floristic, *Microcystis*, monitoring

---

## INTRODUÇÃO

As cianobactérias são os organismos do fitoplâncton, que predominam principalmente em ambientes eutrofizados, e este domínio é tido como a última fase do processo de eutrofização (Dokulil & Teubner 2000).

Na fase de enchimento dos reservatórios pode haver o acúmulo de fósforo, se anteriormente a área de inundação foi utilizada em atividades agropastoris. Isto pode beneficiar a permanência das cianobactérias. Para um manancial de abastecimento público de água, esta condição é preocupante, pois algumas espécies podem produzir cianotoxinas, podendo colocar em risco a saúde das pessoas se houver intoxicação. Além disto, algumas espécies podem conferir sabor e odor à água (Steffensen 2002, Brasil 2003, Brasil 2011).

É importante reconhecer as espécies de cianobactérias ocorrentes em reservatórios de abastecimento público, e identificar principalmente aquelas que floresçam durante a fase de enchimento. Para isto é necessário o monitoramento preventivo, antes, durante e após o enchimento de qualquer represamento de água destinado ao consumo humano (Monteiro & Pinheiro 2004). Conhecer a biodiversidade local favorece a elaboração dos projetos de manejo e conservação do ambiente (Santos & Sant'Anna 2010).

Para o Brasil existem vários relatos de cianobactérias em reservatórios conforme mostrado no Quadro 1.

Para o estado de Goiás os trabalhos desenvolvidos nos últimos dez anos abordam principalmente o fitoplâncton de lagos urbanos e situados principalmente na cidade de Goiânia, onde há um grande número de parques que possuem este tipo de ambiente (Nogueira *et al.* 2002, Nardini & Nogueira 2008, Nogueira *et al.* 2008, Nogueira *et al.* 2011). Os estudos florísticos desenvolvidos em reservatórios de água em Goiás são escassos e tiveram a contribuição de Brandão & Kravchenko (1997), Bazza (1998), Silva *et al.* (2001), Nogueira *et al.* (2002), Pivato *et al.* (2006), Oliveira *et al.* (2011), fazendo-se necessário ampliação nos estudos para melhor conhecimento da biodiversidade regional.

Assim o presente estudo objetivou realizar o inventário de morfoespécies de cianobactérias planctônicas ocorrentes durante a fase de enchimento do reservatório do Ribeirão João Leite.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Ribeirão João Leite localiza-se no estado de Goiás e tem extensão de 135 Km desde a nascente (município Ouro Verde de Goiás) até a foz no Rio Meia Ponte (Goiânia). O reservatório

de abastecimento de água formado pelo represamento deste manancial encontra-se entre os municípios de Terezópolis e Goiânia (Fig. 1). O ponto amostral selecionado localiza-se junto ao barramento (E-N, 691875-8168500) no município de Goiânia.

Goiânia apresenta clima tropical, com marcante sazonalidade, ocorrendo apenas duas estações anuais bem definidas, uma chuvosa (outubro a abril) e outra seca (maio a setembro) (Nimer 1989). As variáveis climatológicas da região (temperaturas atmosféricas, máxima e mínima, e precipitação) foram obtidas da Estação Evaporimétrica monitorada pelo Departamento de Engenharia Rural da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás. Foram considerados três períodos climáticos o primeiro período chuvoso (C1) de janeiro a abril/2010, um período de estiagem (E) de maio a setembro/2010 e o segundo período chuvoso (C2) de outubro/2010 a janeiro/2011.

O fechamento das comportas do reservatório para enchimento deu-se em 19 de dezembro de 2009, e o vertimento da água foi em 15 de janeiro de 2011. O período amostral compreendeu janeiro de 2010 a janeiro de 2011. Foram coletadas duas amostras semanais até maio de 2010, e partir de junho de 2010 até janeiro de 2011, foi coletada uma amostra semanalmente, totalizando 72 amostras de fitoplâncton.

Foram coletadas amostras quantitativas da comunidade fitoplanctônica. Estas foram acondicionadas em frascos de vidro âmbar (1L). Foram homogeneizadas, sendo parte (200 mL) fixada e preservada com lugol acético (Bicudo & Menezes 2006). Outra parte (800 mL) filtrada em rede de plâncton com porosidade de 25µm e sendo o material analisado vivo.

Os organismos foram estudados em microscópio Zeiss Axiostar plus equipado com epifluorescência, e microfotografados com sistema captura de imagem AxioCam ERc5s e sistema de imagem AxioVision. Para a descrição de cada táxon foi realizada a caracterização citomorfológica de populações nativas com medidas das dimensões do comprimento (compr.), largura (larg.) ou diâmetro (diâm.). Os valores extremos das dimensões foram registrados entre parênteses e a razão entre largura comprimento (razão C/L) para as espécies filamentosas foi informada. Somente os táxons ilustrados foram descritos. Quando possível foi informada a variabilidade morfológica. Foi informado o material examinado (código das amostras), distribuição geográfica para o estado de Goiás.

O sistema de classificação adotado foi o de Hoffmann *et al.* (2005) até o nível de família. A identificação infragenérica dos táxons foi efetuada de acordo com Komárek (1991), Komárková-Legnerová & Eloranta (1992), Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), Sant'Anna & Azevedo (2000), Hindák (2001), Komárek & Komárková (2002), Sant'Anna *et al.* (2004),

McGregor *et al.* (2007) e Komárek *et al.* (2011). As espécies potencialmente tóxicas foram definidas segundo Sant'Anna *et al.* (2008).

As amostras com populações de cianobactérias foram analisadas quanto à riqueza específica.

## RESULTADOS / DISCUSSÃO

O período estudado abrangeu três estações climáticas bem definidas. O primeiro período chuvoso (C1) teve precipitação total menor do que a registrada no segundo período chuvoso (C2) (Fig. 2). A estiagem (E) teve os menores volumes de precipitação chegando a zero em maio, julho e agosto.

As estações climáticas coincidiram com as descritas por Geogoiás (2002) para a climatologia de Goiás. A maior temperatura registrada ocorreu em setembro (37,2°C) e a menor ocorreu em agosto (15,8°C), coincidindo com os padrões históricos registrados.

Foram registrados 48 táxons infra genéricos de cianobactérias distribuídas em 20 gêneros. *Aphanocapsa*, *Chroococcus*, *Merismopedia*, *Oscillatoria*, *Phormidium*, *Pseudanabaena* e *Synechococcus* foram os gêneros com maior número de espécies, apresentando quatro táxons cada. Dos 48 táxons de cianobactérias identificados, 28 foram registrados pela primeira vez em estudos florísticos para o Estado de Goiás. Estão sendo descritos 29 táxons dos quais 16 são citados para Goiás pela primeira vez.

Cyanophyceae

Synechococcophycidae

Pseudanabaenales

Pseudanabaenaceae K. Anagnostidis & J. Komárek, 1988: 379

*Geitlerinema* (Anagnostidis *et* Komárek) Anagnostidis, 1989

*Geitlerinema amphibium* (Agarh *ex* Gomont) Anagnostidis 1989. Plant Systematics and Evolution 164: 33-46, 4 figs, 1 table.

(Fig. 3)

Tricomas móveis, retos ou ligeiramente curvos, isopolares; septos não constritos, translúcidos. Ápices não atenuados, arredondados. Célula apical cilíndrico-arredondada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, (4,0) 5,0-7,0 µm compr., 2,0-2,5 µm larg., razão C/L 2,5-2,8, 2-3. Grânulos nas paredes terminais.

**Material examinado:** Amostras J3, J4, J6, J8, F3, AG1, N1, N3, D2, D3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Anápolis: Ribeirão João Leite (Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: Represa Samambaia (Nogueira *et al.* 2002), Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011); municípios de Iaciara, Nova Roma, São João d'Aliança, Formosa, Flores de Goiás (Vale do Paranã): sem indicação de localidades (Nogueira *et al.* 2007, Ibañez & Padilha 2007).

*Geitlerinema splendidum* (Greville *ex* Gomont) Anagnostidis 1989. Plant Systematics and Evolution 164: 33-46, 4 figs, 1 table.

(Fig. 4)

Tricomas móveis, sinuosos, heteropolares, septos não constritos. Ápice de uma extremidade reto e arredondado, da outra extremidade afilado e curvo. Célula apical de uma das extremidades arredondada e a outra captada e arqueada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, 4,0-5,0 µm compr., 2,0-2,5 µm larg., razão C/L 2,0, grânulos nas paredes terminais.

**Material examinado:** Amostras A1, AG1, N1, 25615, N3, D1, D2, D3, D4, D6, JA1, JA2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Planktolyngbya* Anagnostidis & Komárek, 1988

*Planktolyngbya limnetica* (Lemmermann) Komárková-Legnerová *et* Cronberg 1992. Algological Studies 67: 21-32.

(Fig. 5)

Tricomas imóveis, retos, isopolares, isolado, septo não constritos ou ligeiramente constritos. Bainha mucilaginosa fina conspícua, estendendo-se além do tricoma. Ápices não atenuados. Célula apical capitada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, 2,5-3,5 µm compr., 0,9-1,0 µm larg., razão C/L 2,8-3,5.

**Material examinado:** Amostras F1, M4, M6, 6492, M8, M9, M10, A1, MA1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008), Jardim Botânico (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008, Nardini & Nogueira, 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), represa Samambaia (Nogueira *et al.* 2002), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

*Pseudanabaena* Lauterborn, 1915

*Pseudanabaena catenata* Lauterborn 1915. Verhandlungen des Naturhistorisch-Medizinischen Vereins zu Heidelberg ser. 2 13: 395-481, pl. III.

(Fig. 6)

Tricomas móveis, flexuosos, isopolares, isolados, septos constritos ou levemente constritos. Ápices retos. Célula apical arredondada ou capitada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, 3,0-4,5 (5,0)  $\mu\text{m}$  compr., 1,5-2,0  $\mu\text{m}$  larg., razão C/L 2,0-2,25.

**Material examinado:** Amostras J3, J4, J6, O1, O4, J8, F2, F7, M2, M3, A6, MA4, MA5, MA6, MA8, JN1, S2, JA2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Britânia: lago dos Tigres (Nabout & Nogueira 2006, 2007, 2008); municípios de Iaciara, Nova Roma, São João d'Aliança, Formosa, Flores de Goiás (Vale do Paranã): sem indicação de localidade (Nogueira *et al.* 2007, Ibañez & Padilha 2007); Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

*Pseudanabaena galeata* Böcher 1949. Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Meddelelser 21: 1-46.

(Fig. 7)

Tricomas móveis, retos, isopolares, isolado, septos constritos. Ápices arredondados. Célula apical arredondada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, às vezes isodiamétrica, em forma de barril, (2,7) 3,0-4,5  $\mu\text{m}$  compr., (2,2) 2,4-2,7  $\mu\text{m}$  larg., razão C/L 1,25-1,7, conteúdo celular com cromatoplasma e centroplasma nítido, aerótopo presente, 1-2 grânulos centrais.

**Material examinado:** Amostras MA8, D6.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

**Comentário:** A diferença entre *P. galeata* e *P. biceps* reside exatamente na largura celular, que segundo Komárek & Anagnostidis (2005) a primeira apresenta largura de 0,8-2,4  $\mu\text{m}$  e a segunda 2,7-3,3  $\mu\text{m}$ . Os espécimes analisados no reservatório apresentaram largura entre 2,2-2,7  $\mu\text{m}$  o que permitiu reconhecê-los entre os limites métricos de ambas espécies. Assim considerou-se como mais próxima a *P. galeata* devido ao conteúdo celular não estar diferenciado em centroplasma e cromatoplasma que é comum a *P. biceps*.

*Pseudanabaena limnetica* (Lemmermann) Komárek 1974. Acta Scientiarum Naturalium Musei Bohemici Meridionalis České Budejovice 14: 161-190, 37 figs, 2 tables.

(Fig. 8)

Tricomas móveis, retos, isopolares, isolados, septos levemente constrictos. Ápices arredondados. Célula apical arredondada.

**Dimensões:** Células cilíndricas, 4,5-5,0 (7,5) µm compr., 1,0-1,3 (2,0) µm larg., razão C/L 3,8-4,5.

**Material examinado:** Amostras J4, J6, M1, M2, M9.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

Synechococcales

Merismopediaceae Elenkin, 1933: 19

*Aphanocapsa* Nägeli, 1849

*Aphanocapsa delicatissima* W. et G. S. West 1912. Journal of the Linnean Society of London, Botany 40: 395-432.

(Fig. 9)

Colônias arredondadas a alongadas, 30,0-60,0 µm de diâmetro, células frouxa e irregularmente distribuídas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, homogênea, margem lisa, adjacente às células periféricas da colônia.

**Dimensões:** Células esféricas, 0,5-0,9 µm diâm., conteúdo celular homogêneo.

**Material examinado:** Amostras JL1, N4, D5, N3, D6, JA1, JA2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

*Aphanocapsa planctonica* (Lemmermann) Cronberg *et* Komárek 1994. Preslia, Praha 67: 15-23.

(Fig. 10)

Colônias alongadas, 60,0-67,50 µm compr., 35,0-52,50 µm larg., células frouxas e irregularmente distribuídas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, margem lisa.

**Dimensões:** Células esféricas, 2,5-3,0 µm diâm., conteúdo celular homogêneo.

**Material examinado:** Amostras MA8, D6.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Merismopedia* Meyen, 1839

*Merismopedia trolleri* Bachmann 1920. Zeitschrift für Hydrologie 1: 350 only.

(Fig. 11)

Colônias tabulares, retangulares, 8-16 (32) células, 26,4-52,8 (105,6) µm, células densamente arrançadas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente.

**Dimensões:** Células esféricas a ovaladas, 2,5-3,0 µm diâm., aerótopo esférico central.

**Material examinado:** Amostras M2, M9, MA4, JN1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Merismopedia tenuissima* Lagerheim 1883. Forschungsberichte aus der Biologischen Station zu Plön 6: 166-205, 4 figs, 1 map, pl. V.

(Fig. 12)

Colônias tabulares, retangulares, 4-8-16 células, 3,6 µm x 6,0 µm, células frouxamente arranjadas. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente.

**Dimensões:** Células esféricas a ovaladas, 1,3-1,6 µm diâm.

**Material examinado:** Amostra D3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Synechocystis* Sauvageau, 1892

*Synechocystis aquatilis* Sauvageau 1892. Bulletin de la Société Botanique de France 39: civ-cxxviii, pl. VI.

(Fig. 13)

Células isoladas ou aos pares, esférica a ampla, 3,0-5,5 (7,5) µm diâm. Envelope mucilaginoso ausente, conteúdo celular homogêneo ou granuloso.

**Dimensões:** 3,0-5,5 (7,5) µm diâm.

**Material examinado:** Amostras J1, J6, J7, F2, F7, M3, 6492, MA2, MA7, MA8, JN1, JL1, S1, S4, N1, JA1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007); Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008).

*Synechocystis minuscula* Woronichin 1926. Trudy Leningradskii Obshchaya Estestvoisp 56(Vyp 3: Otd. Bot): 45-104.

(Fig. 14)

Células isoladas, esféricas 2,0-2,5 µm diâm. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** 2,0-2,5 µm diâm.

**Material examinado:** Amostras J1, J3, J5, J7, J6, J8, F1, F2, F4, F5, F6, F7, M2, M4, 6492, M10, A1, A5, A6, MA1, MA2, MA4, MA5, MA6, MA7, JN1, JN2, JN3, JL1, JL2, JL2, AG1, AG3, N1, N3, D3, D4, D6, JA2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Synechocystis salina* Wislouch 1924.

(Fig. 15)

Células isoladas ou aos pares, esféricas a subsféricas, 3,5 µm diâm. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** 3,5 µm diâm.

**Material examinado:** Amostras MA5, MA6, MA8, JN1, JN2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2002), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2002), represa Samambaia (Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa Montaria (Nogueira *et al.* 2002).

Synechococcaceae J. Komárek & K. T. Anagnostidis 1995

*Synechococcus* Nägeli, 1849

*Synechococcus cf. nidulans* (Pringsheim) Komárek in Bourrelly 1970. Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome III: Les Algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. pp. 1-512, 5 figs, 138 plates. Paris: Boubée & Cie.

(Fig. 16)

Células isoladas ou aos pares, cilíndricas, (2,5) 5,0-7,5 µm compr., (1,5) 2,0-2,5 µm larg., mucilagem ausente, ápice arredondado. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** Células com (2,5) 5,0-7,5 µm compr., (1,5) 2,0-2,5 µm larg.

**Material examinado:** Amostras J1, F1, F5, M1, M2, M8, M10, A1, A2, MA1, MA3, MA4, MA5, MA6, MA7, MA8, JN1, JN2.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Synechococcus epigloeicus* Hindák 1995. Beihefte zur Nova Hedwigia 112: 69-82, 35 figs, 1 table.

(Fig. 17)

Células em grupo, cilíndricas, 2,5-3,0 µm compr., 0,9 µm larg., ápice arredondado. Conteúdo celular homogêneo. Vivendo na mucilagem de outras colônias.

**Dimensões:** Células com 2,5-3,0 µm compr., 0,9 µm larg.

**Material examinado:** Amostras D4.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

**Comentários:** Esta espécie foi registrada sobre a mucilagem de *Microcystis aeruginosa*.

Oscillatoriophycidae

Chroococcales

Chroococcaceae Rabenhorst, J7: 57, 69

*Chroococcus* Nägeli, 1849

*Chroococcus dispersus* (Keissler) Lemmermann, 1904. Lemmermann, E. (1904). Das Plankton schwedischer Gewässer. Arkiv för Botanik 2(2): 1-209.

(Fig. 18)

Colônias quadráticas a subesféricas, 60,0 µm compr., 50 µm larg., células em 1-4 grupos de 8 células. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, ampla, margem lisa. Células esféricas a hemisféricas após a divisão.

**Dimensões:** Células, 3,0-4,0 (4,9) µm diâm.

**Material examinado:** Amostras A1, A3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli 1849. Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften 10(7): i-viii, 1-139, pls I-VIII.

(Fig. 19)

Colônias esféricas a alongadas, 30,0 µm compr. x 19,0 µm larg., células arranjadas aos pares em grupos de 8-16. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente. Células esféricas a subesféricas após a divisão.

**Dimensões:** Células 3,0µm diâm.

**Material examinado:** Amostra MA1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007); Britânia: lago dos Tigres (Nabout & Nogueira 2006, 2007, 2008); Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2008), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago do Bosque dos Buritis (Nogueira *et al.* 2008).

*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli 1849. Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften 10(7): i-viii, 1-139, pls I-VIII.

(Fig. 20)

Colônias arredondadas, 2-4 células densamente agrupadas. Mucilagem hialina, conspícua, margem lisa. Mucilagem individual, conteúdo celular discretamente granuloso.

**Dimensões:** Células hemisféricas, 5,0-6,5 (7,5) µm diâm.

**Material examinado:** Amostras MA2, MA5, D3, D4, D5, D6, JA1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Aruanã e São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoas de inundação da planície do Rio Araguaia (Nabout *et al.* 2006, 2007).

Cyanobacteriaceae

*Anathece* (Komárek & Anagnostidis) Komárek, Kastovsky & Jezberová, 2011

*Anathece minutissima* (W.West) Komárek, Kastovsky & Jezberová 2011. European Journal of Phycology 46(3): 315-326.

(Fig. 21)

Colônias arredondadas a alongadas, 90,0-132,0 µm compr., 72,0-78,0 µm larg., células frouxamente e irregularmente arrançadas. Mucilagem hialina, inconspícua, diflúente, homogênea, margem lisa e afastada das células. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** Células oblongas, 2,5-3,6 µm compr., 0,6-1,0 µm larg., ápice arredondado.

**Material examinado:** Amostras M5, M6, 6492, M9, M10.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Pivato *et al.* 2006).

Gomphosphaeriaceae Elenkin, 1933: 19

*Snowella* Elenkin, 1938

*Snowella lacustris* (Chodat) Komárek *et* Hindák 1988. Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 50-53: 203-225.

(Fig. 22)

Colônias microscópicas esféricas, 40,0 µm diâm., 4-32 células, 2 a 2 unidas entre si por pedúnculo mucilaginoso convergindo para o centro da colônia, ausente nas colônias velhas. Mucilagem hialina, diflúente, inconspícua, ampla, homogênea. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** Células obovadas, 3,0 µm compr., 1,5-2,0 µm larg.

**Material examinado:** Amostras F1, F3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira & Leandro-Rodrigues 1999, Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa do Japonês (Nogueira *et al.* 2002), lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002).

Microcystaceae Elenkin, 1933: 19

*Gloeocapsa* Kützing, 1843

*Gloeocapsa punctata* Nägeli 1849. Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften 10(7): i-viii, 1-139, pls I-VIII.

(Fig. 23)

Colônias ovaladas, 16,0 µm larg., 2-8 células densamente agrupadas em tétrede. Mucilagem hialina, estratificada, conspícua, margem lisa. Conteúdo celular homogêneo.

**Dimensões:** Células esféricas, 2,5-3,0 µm diâm., envelope mucilaginoso presente.

**Material examinado:** Amostra M7.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

**Comentários:** Táxon registrado em uma única amostra em março de 2010.

*Microcystis* Kützing *ex* Lemmermann, 1907.

*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing 1846. Tabulae phycologicae; oder, Abbildungen der Tange. Vol. I, fasc. 1 pp. 1-8, pls 1-10. Nordhausen: Gedruckt auf kosten des Verfassers (in commission bei W. Köhne).

(Fig. 24)

Colônias arredondadas a alongadas, 365,0 µm compr., 306,0 µm larg., quando velhas clatradas, células arranjadas irregularmente. Mucilagem hialina, inconspícua, difluente, margem lisa, ampla, afastada das células periféricas.

**Dimensões:** Células esféricas, 4,0-5,0 µm diâm., numerosos aerótopos.

**Material examinado:** Amostras JN1, O4, N1, 25615, N3, D1, D2, D3, D4.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** sem indicação de localidade (Campos *et al.* 1990); Inhumas: lagoa de estabilização (Crispin *et al.* 1992, Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: lago do Bosque dos Buritis (Nascimento-Bessa & Santos 1995, Nogueira *et al.* 2002; Nogueira *et al.* 2008), Ribeirão João Leite (Saneago 1996, Nogueira *et al.* 2002), lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), lago do Parque Vaca Brava (Nogueira *et al.* 2002, Nogueira *et al.* 2008), Jardim Botânico Chico Mendes (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011);

Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Silva *et al.* 2001); Goianópolis: Ribeirão João Leite 15°46'S 48°31'W (Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002), lagoa Brito (Nogueira *et al.* 2002); Terezópolis: Ribeirão João Leite (Nogueira *et al.* 2002);

***Microcystis protocystis*** Crow 1923. The New Phytologist 22(2): 59-68.

(Fig. 25)

Colônias arredondadas, 910,0 µm compr., 730, 0 µm larg., células arranjadas irregular e frouxamente em diferentes planos. Mucilagem hialina, inconspícua, margem lisa, com discretas reentrâncias, afastada das células periféricas. Células com envelope mucilaginoso individual.

**Dimensões:** Células esféricas, 5,0-6,5 µm diâm., numerosos aerótopos.

**Material examinado:** Amostras O3, D1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Goiânia: lago das Rosas (Nogueira *et al.* 2008), lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

Oscillatoriales

Borziaceae Borzi, 1914: 358

*Komvophoron* Anagnostidis *et* Komárek, 1988

***Komvophoron cf. constrictum*** (Szafer) Anagnostidis *et* Komárek 1988. Archiv für Hydrobiologie, Supplement 80: 327-472, 35 figs, 13 tables.

(Fig. 26)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos constrictos. Ápices retos. Célula apical cilíndrica arredondada ligeiramente maior do que as outras células.

**Dimensões:** Células cilíndricas a subquadráticas, 5,0-7,5 µm compr., 2,5-5,0 µm larg., razão C/L 1,5-2,0, dois grânulos por célula.

**Material examinado:** Amostras M8, M9, M10.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

Oscillatoriaceae Engler, 1898: 6

*Oscillatoria* Vaucher *ex* Gomont, 1892

***Oscillatoria ornata*** Kützing *ex* Gomont 1892. Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées). Deuxième partie. - Lyngbyées. Annales des Sciences Naturelles, Botanique, Série 7 16: 91-264, pls 1-7.

(Fig. 27)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos constrictos. Ápices retos. Célula apical cônica arredondada.

**Dimensões:** Células mais curtas do que longas, 2,5-4,0 µm compr., 6,0-8,75µm (10,0-12,5) larg., razão C/L 0,4-0,45, conteúdo celular com grânulos esparsos.

**Material examinado:** Amostra D6.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

Phormidiaceae K. Anagnostidis & J. Komárek, 1988: 400

*Phormidium* Kützing ex Gomont, 1892

*Phormidium cf. chlorinum* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis 2001. Japanese Journal of Phycology 42: 175-219.

(Fig. 28)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos levemente constrictos. Ápices retos, não atenuados. Conteúdo celular com grânulos nas paredes tangenciais. Célula apical cilíndrica arredondada.

**Dimensões:** Células isodiamétricas, 3,0-7,5 µm compr., 5,0-7,5 µm larg., razão C/L 1,0-1,7.

**Material examinado:** Amostra N3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Phormidium cf. granulatum* (Gardner) Anagnostidis 2001. Preslia, Praha 73: 359-375.

(Fig. 29)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos não constrictos, grânulos evidentes. Ápices curvos, não atenuados. Conteúdo celular com pequenos grânulos, homogêneo. Célula apical cilíndrica arredondada.

**Dimensões:** Células isodiamétricas, 5,0 µm compr., 4,0-5,0 µm larg., razão C/L 1,0-1,25.

**Material examinado:** Amostra A7.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

*Planktothrix* Anagnostidis et Komárek, 1988

*Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek et Komárková 2004. Czech Phycology 4: 1-18.

(Fig. 30)

Tricomas móveis, retos, isolados, septos não constrictos. Ápices retos à levemente curvos. Aerótopos distribuídos irregularmente. Célula apical cônico arredondada, 3,0 µm compr., 8,0 µm larg.

**Dimensões:** Células retangulares mais curtas do que largas, 5,0 µm compr., 10,0 µm larg., razão C/L 0,5.

**Material examinado:** Amostra N3.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** primeira citação do táxon.

Nostochophycidae

Nostocales

Nostocaceae Eichler, 1886: 7

*Cylindrospermopsis* Seenayya *et* Subba Raju, 1972

*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Subba Raju 1972. Papers submitted to the First International Symposium on Taxonomy and Biology of blue-green algae. (Desikachary, T.V. Eds), pp. 52-57. Madras.

(Fig. 31)

Tricomas móveis, retos a levemente curvados, isolados, septos não constrictos. Ápices afilados. Conteúdo celular com aerótopos irregulares. Heterócito terminal, cônico arredondado, 8,0-10,0 (12,0) µm compr., 4,0-5,0 µm larg., em uma e raramente em ambas extremidades do tricoma. Acineto oblongo, 15,3 µm compr., 3,5 µm larg., conteúdo granuloso, homogêneo.

**Dimensões:** Células cilíndricas, (2,0-3,0) 6,0-10,0 (11,0-13,0) µm compr., 2,0-3,0 µm larg., mais longas do que largas, razão C/L 3,0-3,3.

**Material examinado:** Amostras J8, F1, F2, F3, F5, M5, F4, F6, F7, M1, M2, M3, M4, M6, M7, M8, M9, M10, A1, A2, A3, A6, A7, MA1, MA2, MA3, MA5, MA8, JN1.

**Distribuição geográfica no Estado de Goiás:** Caldas Novas: reservatório de Corumbá (Silva *et al.* 2001, Nogueira *et al.* 2002, Pivato *et al.* 2006); Aruanã: lagoa Mata Coral (Nogueira *et al.* 2002), lagoa das Cangas (Nogueira *et al.* 2002); São Miguel do Araguaia (distrito de Luiz Alves): lagoa 13°13'48,8"S 50°34'29,6"W (Nogueira *et al.* 2002); Goiânia: lago Jaó (Nogueira *et al.* 2011).

**Comentários:** A maioria dos espécimes de *C. raciborskii* presentes no reservatório do Ribeirão João Leite não apresentaram a formação de acineto assim com observado também por Tucci & Sant'Anna (2003) e Moore *et al.* (2005). No entanto estes últimos autores informaram que o desenvolvimento desta célula é devido à flutuação da temperatura, que deve ter uma amplitude

de 10°C. Se observarmos as informações climáticas para o período de ocorrência desse táxon (C1) provavelmente não ocorreu tal característica no ambiente estudado.

O período climático que apresentou a maior riqueza de cianobactérias foi C1 com 27 táxons, seguido por C2 (25 táxons) e E (21 táxons). As maiores riquezas nos períodos chuvosos também foram registradas por Chellappa *et al.* (2009) para o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, por Delazari-Barroso *et al.* (2007) para o reservatório Duas Bocas e por Lira *et al.* (2011) para o reservatório de Carpina.

No reservatório do Ribeirão João Leite (RJL) sete táxons foram registrados em todas as estações climáticas: *S. minuscula* (presente em 56,9% das amostras), *S. aquatilis* (33,3%), *P. catenata* (26,4%), *G. splendidum* (18,0%), *G. amphibium* (13,9%), *C. minimus* (12,5%) e *G. unigranulatum* (9,7%). Apesar de registrado somente em C1 e nas primeiras amostragens da E, *C. raciborskii* foi o segundo táxon mais frequente em amostras (40,3%).

Na oitava amostragem de maio (MA8), primeira de junho (JN1), e terceira de dezembro (D3), as amostras apresentaram-se com a maior riqueza específica, oito espécies de cianobactérias cada. Março foi o mês com o maior número de amostragens (n=10), e teve a segunda maior riqueza de cianobactérias, sete táxons. (Fig. 32).

*Cylindrospermopsis raciborskii* ocorreu na fase inicial do enchimento correspondendo ao período C1 e início da E. Este táxon esteve presente em 40,3% do total de amostras analisadas. Em C1, *C. raciborskii* esteve presente em 71,8% das amostras, seguido por *S. minuscula* com 59,4% (Figura 32). Na estiagem *S. minuscula* foi registrada em 65,2% das amostras seguida por *S. cf. nidulans* (34,8%) e *S. aquatilis* (30,4%) (Fig. 33). Em C2, *G. splendidum* foi registrada em 64,7% das amostras e *M. aeruginosa* em 47,1% (Fig. 34).

## CONCLUSÃO

O reservatório do Ribeirão João Leite trata-se de um ambiente destinado ao abastecimento público de água que teve pela primeira vez as populações de cianobactérias residentes inventariadas. Do total de táxons, oito foram já referidos em literatura como potencialmente tóxicos e ocorreram no período chuvoso. Destacou-se na fase inicial de enchimento espécies filamentosas e na fase final espécies coloniais. A maior riqueza de espécies ocorreu na fase inicial do enchimento coincidindo com o primeiro período chuvoso. *Cylindrospermopsis raciborskii* foi o táxon mais frequente.

Do total de táxons inventariados 28 foram primeiras citações para o estado. As cianobactérias referenciadas em literatura como sendo potencialmente tóxicas foram: *Microcystis*

*aeruginosa*, *M. panniformis*, *M. protocystis*, *Geitlerinema amphibium*, *G. unigranulatum*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena limnetica* e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

## AGRADECIMENTOS

À FAPEG – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Goiás pela concessão da bolsa de mestrado (processo 201210267000292). À SANEAGO pela disponibilização dos dados e do laboratório para realização das análises.

## REFERÊNCIAS

- Bazza, E. L. 1998. Flutuações na estrutura da comunidade fitoplanctônica durante o período de enchimento do reservatório de Corumbá (GO). 35 p. Monografia Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Becker, V., Ihara, P., Yunes, J.S. & Huszar, V.L.M. 2010. Occurrence of anatoxin-a(s) during a bloom of *Anabaena crassa* in a water-supply reservoir in southern Brazil. *Journal Applied Phycology* 22: 235-241.
- Bicudo, C.E.M. & Menezes, M. 2006. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil. Chave para identificação e descrições. 2ª ed., São Carlos: RiMa, 502p.
- Brandão, D. & Kravchenko, A. 1997. A biota do Campus Samambaia: história, situação e perspectivas. Goiânia: SEGRAF-UFG. 157p.
- Brasil. Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.
- Brasil. Ministério da Saúde/Fundação Nacional da Saúde. 2003. Cianobactérias Tóxicas na Água para Consumo Humano, Impactos na Saúde pública e Processo de Remoção em Água para Consumo Humano. Funasa/, Brasília, Brasil, p.56.
- Campos, I.F.P., Rizzo, J.A. & Pereira, H.D. 1990. Plano de Coleção de algas do estado de Goiás número 1. In Campos, I.F.P (ed.). Flora do Estado de Goiás; Criptógamos. Goiânia: UFG. v. 1.
- Carvalho, L.R., Pipole, F., Werner, V.R., Laughinghouse, H.D., Camargo, A.C.M., Rangel, M., Konno, K. & Sant'anna, C.L. 2008. A Toxic Cyanobacterial Bloom in an Urban Coastal Lake, Rio Grande Do Sul State, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology* 39: 761–769.
- Carvalho, L.R., Sant'anna, C.L., Gemelgo, M.C.P. & Azevedo, M.T.P. 2007. Cyanobacterial occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30(1): 141-148.
- Chellappa, N.T., Câmara, F.R.A. & Rocha, O. 2009. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 69(2): 241-251.
- 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. *Brazilian Journal of Botany*. 66(1B): 211-219.
- Crispim, W.M.C. Rebouças-Bessa, M.R. & Osório, N.B. 1992. Avaliação do comportamento de um sistema de lagoa de estabilização em série tratando esgotos domésticos - Região Centro-

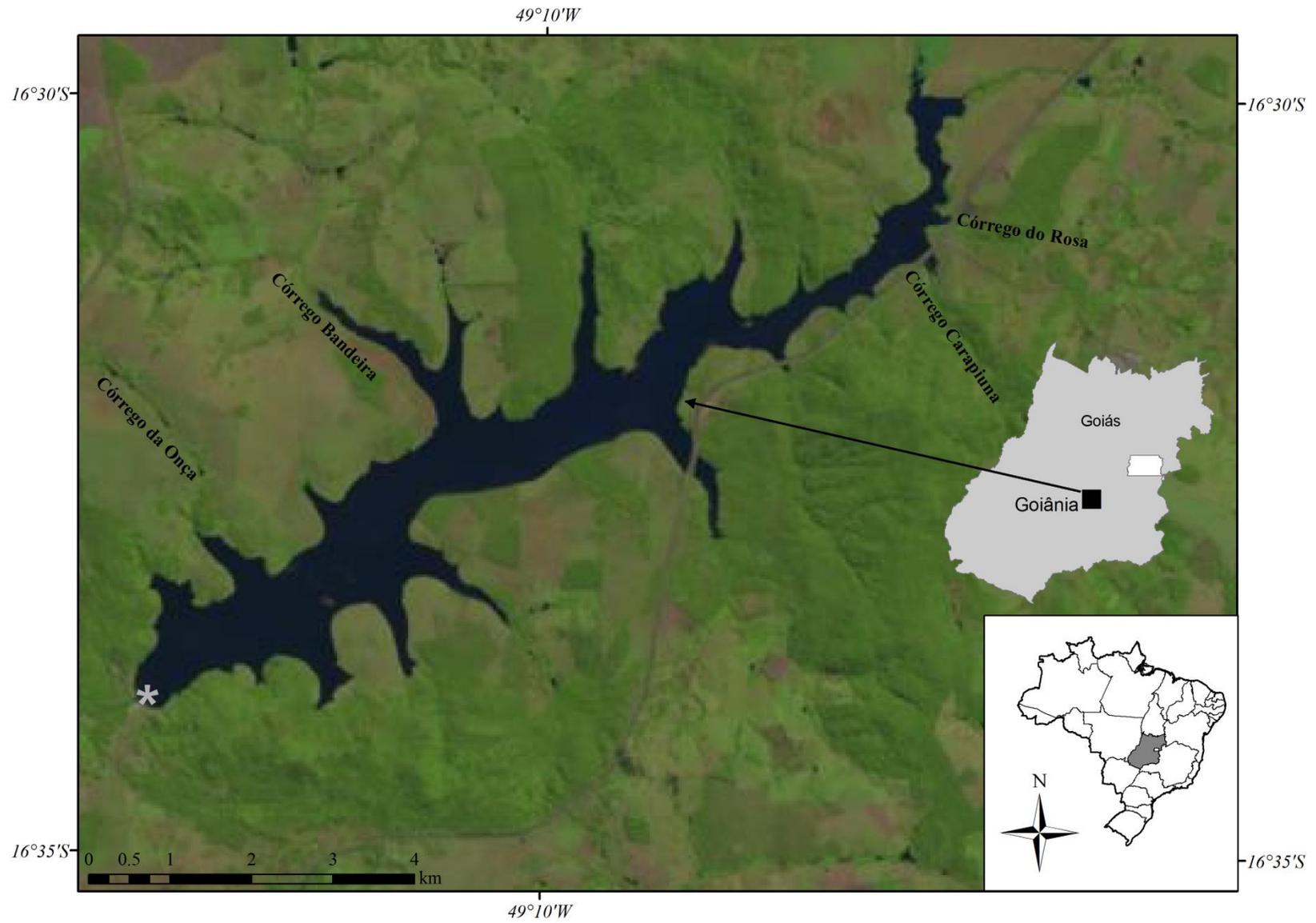
- Oeste do Brasil. In Anais do Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental. Lisboa, p. 163-173.
- Delazari-Barroso, A., Sant'anna, C.L. & Senna, P.A.C. 2007. Phytoplankton from Duas Bocas Reservoir, Espírito Santo State, Brazil (except diatoms). *Hoehnea* 34(2): 211-229.
- Dokulil, M.T. & Teubner, K. 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia* 438: 1-12.
- Geoiás. 2002. Galinkin, M. Ed. Goiânia: Agência Ambiental de Goiás: Fundação CEBRAC: PNUMA:SEMARH, 272 p.
- Gomes, L.N.L., Oliveira, S.M.A.C., Giani, A. & von Sperling, E. 2012. Association between biotic and abiotic parameters and the occurrence of cyanobacteria in a Brazilian reservoir. *Environmental Monitoring and Assessment* 184: 4635-4645.
- Hindák, F. 2001. Fotografický atlas mikroskopických siníc. Bratislava: VEDA, 127p.
- Hoffmann, L., Komárek, J. & Kastovský, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) – state in 2004. *Algological Studies* 117: 95-115.
- Ibañez, M.S.R. & Padilha, J.B.D. 2007. Biodiversidade da comunidade fitoplanctônica do alto trecho da bacia do Rio Paranã. In Silva, M.J.M. (ed.) Inventário da biota aquática com vistas à conservação e utilização sustentável do Bioma Cerrado (Serra e Vale do Paranã). Brasília: Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p.61-71.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 1999. Cyanoprokaryota, 1: Chroococcales. In *Süsswasserflora von Mitteleuropa* (H. Ettl, G. Gärtner, H. Heynig & D. Möllenhauer, ed.). Gustav Fischer, Stuttgart, v.19, p.1-548.
- Komárek, J. & Anagnostidis, K. 2005. Cyanoprokaryota, 2: oscillatoriales. In *Süsswasserflora von Mitteleuropa* (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gärtner & M. Schagerl, ed.). Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, münchen, v.19, p.1-759.
- Komárek, J. & Komárková, J. 2002. Review of the European *Microcystis*-morphospecies (Cyanoprokaryotes) from nature. *Czech Phycology* 2: 1-24.
- Komárek, J. 1991. A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. *Algol. Stud.* 64: 115-127.
- Komárek, J., Kastovsky, J. & Jezberová, J. 2011. Phylogenetic and taxonomic delimitation of the cyanobacterial genus *Aphanothece* and description of *Anathece* gen. nov. *Eur. J. Phycol.* 46(3): 315-326.
- Komárková-Legnerová, J., & Eloranta, P., 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Dolichospermum*, *Algological Studies* Stuttgart 67: 103-133.
- Lira, G.A.S.T., Araújo, E.L., Bittencourt-Oliveira, M.C. & Moura, A.N. 2011. Phytoplankton abundance, dominance and coexistence in an eutrophic reservoir in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. *An Acad Bras Cienc* 83(4): 1313-1326.
- Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. Valparaiso, 22(1): 1-29.
- Mcgregor, G.B., Fabbro, L.D. & Lobegeiger, J.S. 2007. Freshwater planktic Chroococcales (Cyanoprokaryota) from North-Eastern Australia: a morphological evaluation. *Nova Hedwigia* 84: 299-331.
- Monteiro, V.P. & Pinheiro, J.C.V. 2004. Critério para implantação de tecnologias de suprimentos de água potável em municípios cearenses afetados pelo alto teor de sal. *Revista de Economia Rural* 42 (2): 365-387.
- Moore, D., O'donohue, M., Garnett, C., Critchley, C. & Shaw, G. 2005. Factors affecting akinete differentiation in *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria). *Freshwater Biology* 50: 345-352.

- Nabout, J.C. & Nogueira, I.S. 2007. Spatial and temporal dynamics of phytoplankton functional group in a blocked valley (Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* 19: 305-314.
- Nabout, J.C. & Nogueira, I.S. 2008. Distribuição vertical da comunidade fitoplanctônica do lago dos Tigres (Goiás, Brasil). *Acta Scientiarum Biological Sciences* 30: 47-55.
- Nabout, J.C. Nogueira, I.S. & Oliveira, L.G. 2006. Phytoplankton Community of Floodplain Lakes of the Araguaia River, Brazil, in the Rainy and Dry Seasons. *Journal of Plankton Research* 28(2): 181-193.
- Nardini, M.J. & Nogueira, I.S. 2008. O processo antrópico de um lago artificial e o desenvolvimento da eutrofização e florações de algas azuis em Goiânia. *Estudos*. 35(1/2): 23-52.
- Nascimento-Bessa, M.R.R.N. & Santos, C.R.A. 1995. Fitoplâncton e fatores físico-químicos em Lagos do Bosque dos Buritis no Município de Goiânia, Goiás-Brazil. In *Anais World-Wide Symposium Pollution In Large Cities, Science And Techonology For Planning Environmental Quality*. Venice, p.17-26.
- Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 422p.
- Nogueira, I.S. & Leandro-Rodrigues, N.C. 1999. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. *Revista Brasileira de Biologia* 59(3): 377-395.
- Nogueira, I.S., Gama-Júnior, W.A. & D'alessandro, E.B. 2011. Cianobactérias planctônicas de um lago artificial urbano na cidade de Goiânia, GO. *Revista Brasil. Bot.* 34(4): 575-592.
- Nogueira, I.S., Nabout, J.C., Oliveira, J.E. & Silva, K.D. 2008. Diversidade (alfa, beta e gama) da comunidade fitoplanctônica de quatro lagos artificiais urbanos do município de Goiânia, GO. *Hoehnea* 35(2): 219-233.
- Nogueira, I.S., Silva, K.D. & Jorge, V.A. 2007. Ficoflórula (exceto Bacillariophyceae) de alguns corpos aquáticos da região do vale do rio Paranã estudos sazonais. In *Silva, M.J.M. (ed.). Inventário da biota aquática com vistas a conservação e utilização sustentável do bioma cerrado (serra e vale do rio Paranã)*. Brasília: MMA/PROBIO, v. 1, p. 37-60.
- Nogueira, I.S., Silva, K.D., Nabout, J.C. & Bessa, M.R.R.N. 2002. Cyanobacterias potencialmente tóxicas em diferentes mananciais do estado de Goiás – Brasil. In *Anais do Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Uso sustentável da água* (Vieira, J.M.P., Rodrigues, A.C. & Silva, A.C.C). Braga, p. 14.
- Oliveira, M.T., Rocha, O. & Peret, A.C. 2011. Structure of the phytoplankton community in the Cachoeira Dourada reservoir (GO/MG). *Brazil. Braz. J. Biol* 71(3): 587-600.
- 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 das florações pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). *Oecol. Bras.* 11(3): 433-449.
- Pivato, B. M., Train, S. & Rodrigues, L. C. 2006. Dinâmica nictemeral das assembléias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. *Acta Scientiarum Biological Sciences* 28: 19-29.
- Saneago. 1996. *Relatório do Monitoramento do Ribeirão João Leite - Período 94-95*. Goiânia: Ed. Saneamento de Goiás, 66p.
- Sant'anna, C.L. & Azevedo, M.T.P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic Cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia* 71: 359-385.
- Sant'anna, C.L., Azevedo, M.T.de P., Werner, V.R., Dogo, C.R., Rios, F.R. & Carvalho, L.R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies* 126: 251-265.
- Sant'anna, C.L., Azevedo, M.T.P., Senna, P.A.C., Komárek, J. & Komárková, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 213-227.

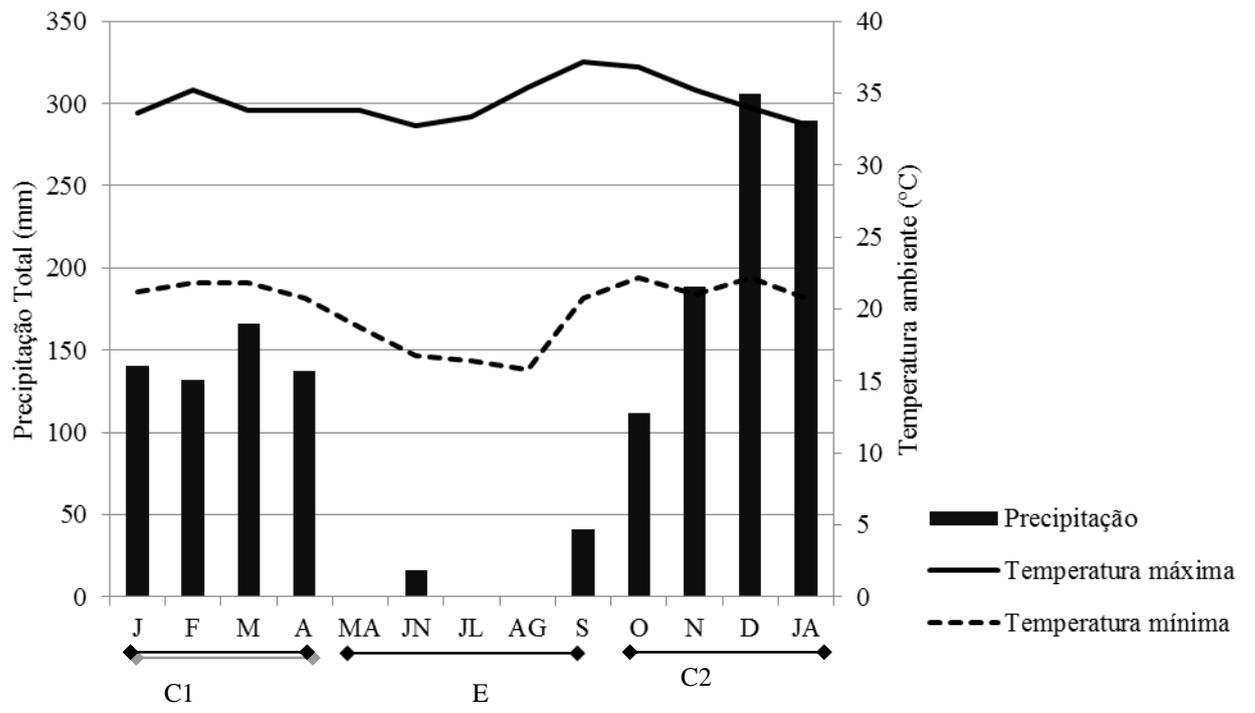
- Santos, K.R.S. & Sant'anna, C.L. 2010. Cianobactérias de diferentes tipos de lagoas (“salina”, “salitrada” e “baía”) representativas do Pantanal da Nhecolândia, MS, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 33(1): 61-83.
- Silva, C.A., Train, S. & Rodrigues, L.Z. 2001. Estrutura e dinâmica da comunidade Fitoplantônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, Estado de Goiás, Brasil. *Acta Scientiarum Biological Science* 32: 283-290.
- Soares, M.C.S., Marinho, M.M., Azevedo, S.M.O.F., Branco, C.W.C. & Huszar, V.L.M. 2012. Eutrophication and retention time affecting spatial heterogeneity in a tropical reservoir. *Limnologica* 42: 197-203.
- Steffensen, D. 2002. Blue-green algae: their significance and Management within water supplies. In: Blue-green algae: their significance and Management within water supplies. Australia, Cooperative Research Centre for Water Quality and Treatment. 94p.
- Tucci, A. & Sant'anna, C.L. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya and Subba Raju (Cyanobacteria): variação seminal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasil. Bot.* 26(1): 97-112.

**Quadro 1:** Registro de florações de cianobactérias em diferentes reservatórios de abastecimento público no Brasil.

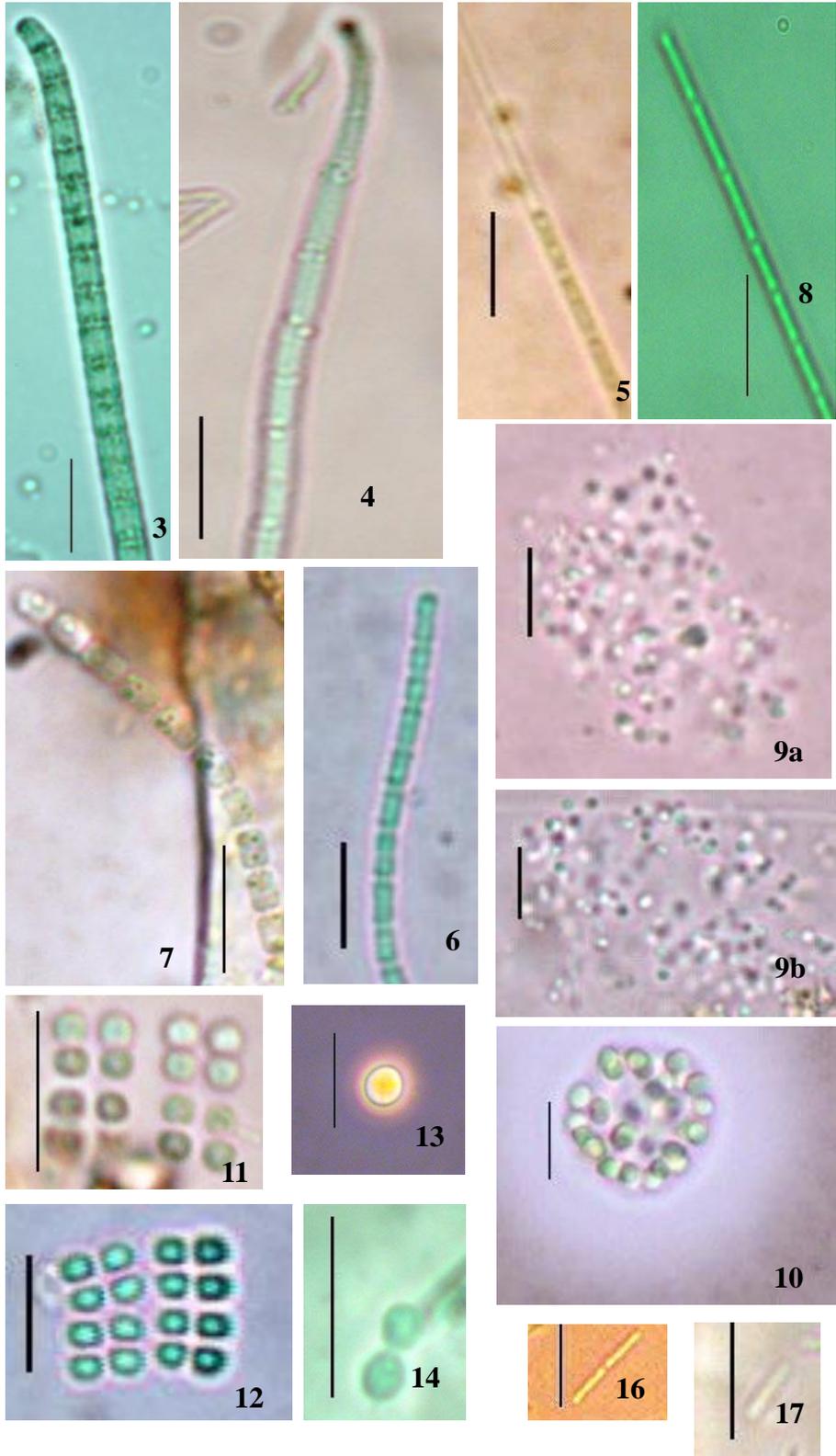
<b>Reservatório</b>	<b>Estado</b>	<b>Táxon</b>	<b>Referência Bibliográfica</b>
Armando Ribeiro Gonçalves	Rio Grande do Norte	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Microcystis panniformis</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>M. novacekii</i> , <i>Aphanizomenon</i> cf. <i>gracile</i> , <i>A. manguinii</i> , <i>A. cf. issastschenkoi</i>	Costa et al. 2006
Sabugi	Rio Grande do Norte	<i>M. protocystis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>C. raciborskii</i> , <i>Geitlerinema unigranulatum</i> , <i>Aphanocapsa incerta</i>	Panosso et al. 2007
Itans	Rio Grande do Norte	<i>M. panniformis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>Anabaena circinalis</i> , <i>Sphaerocavum brasiliensis</i>	Panosso et al. 2007
Parelhas	Rio Grande do Norte	<i>M. sp.</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>Snowella lacustres</i> , <i>Aphanothece</i> sp., <i>Aphanocapsa</i> sp.	Panosso et al. 2007
Passagem das Traíras	Rio Grande do Norte	<i>Planktothrix agardhii</i> , <i>A. circinalis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>Aphanizomenon</i> sp., <i>M. panniformis</i>	Panosso et al. 2007
Gargalheiras	Rio Grande do Norte	<i>M. protocystis</i> , <i>M. aeruginosa</i> , <i>C. raciborskii</i> , <i>Aphanocapsa delicatissima</i> , <i>P. agardhii</i>	Panosso et al. 2007
Billings e Guarapiranga	São Paulo	<i>A. delicatissima</i> , <i>Chroococcus</i> sp., <i>M. aeruginosa</i> , <i>M. botrys</i> , <i>M. novacekii</i> , <i>M. panniformis</i> , <i>M. protocystis</i> , <i>M. wesenbergii</i> , <i>G. unigranulatum</i> , <i>Limnothrix planctonica</i> , <i>Phormidium</i> sp., <i>P. agardhii</i> , <i>Pseudanabaena galeata</i> , <i>P. mucicola</i> , <i>Romeria gracilis</i> , <i>Anabaena planctonica</i> , <i>C. raciborskii</i>	Carvalho et al. 2007
Violão	Rio Grande do Sul	<i>Microcystis protocystis</i> , <i>Sphaerocavum</i> cf. <i>brasiliense</i> , <i>Anabaena oumiana</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> , <i>Anabaenopsis elenkinii</i> f. <i>circularis</i> , e <i>Aphanothece stagnina</i>	Carvalho et al. 2008
Faxinal	Rio Grande do Sul	<i>Anabaena crassa</i>	Becker et al. 2010
Vargem das Flores	Minas Gerais	<i>Sphaerocavum brasiliense</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Aphanocapsa</i>	Gomes et al. 2012
Funil	Rio de Janeiro	<i>Dolichospermum circinalis</i> , <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> e <i>Microcystis aeruginosa</i>	Soares et al. 2012



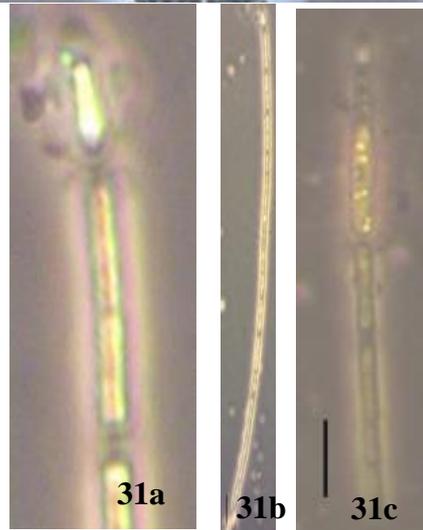
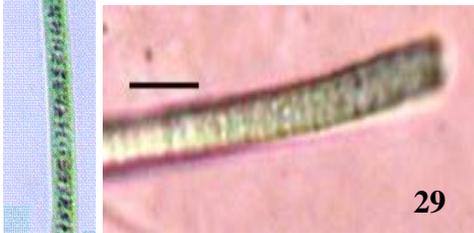
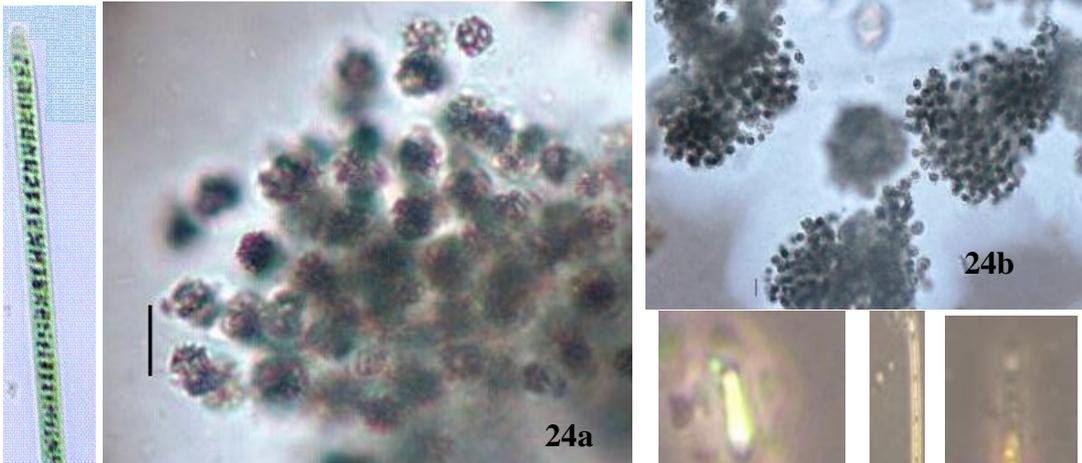
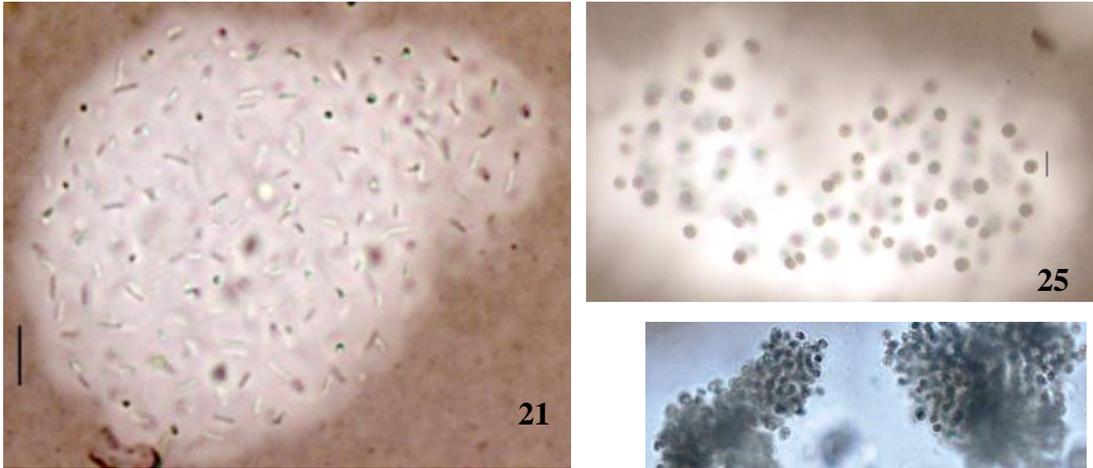
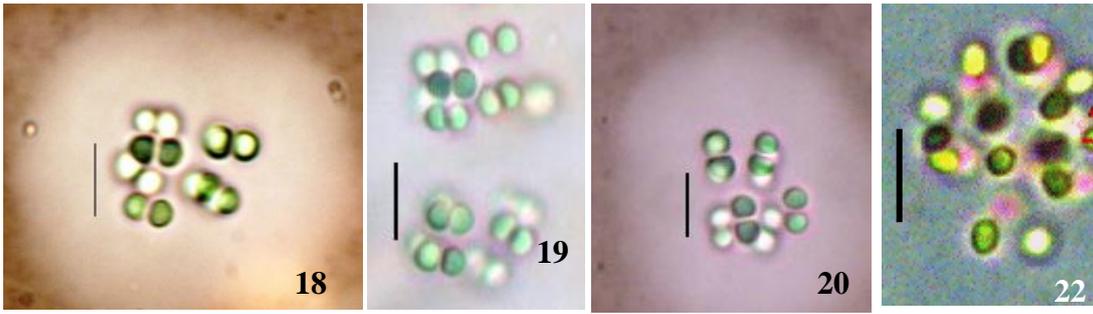
**Figura 1:** Localização do reservatório do Ribeirão João Leite indicando o ponto amostral 1(\*).



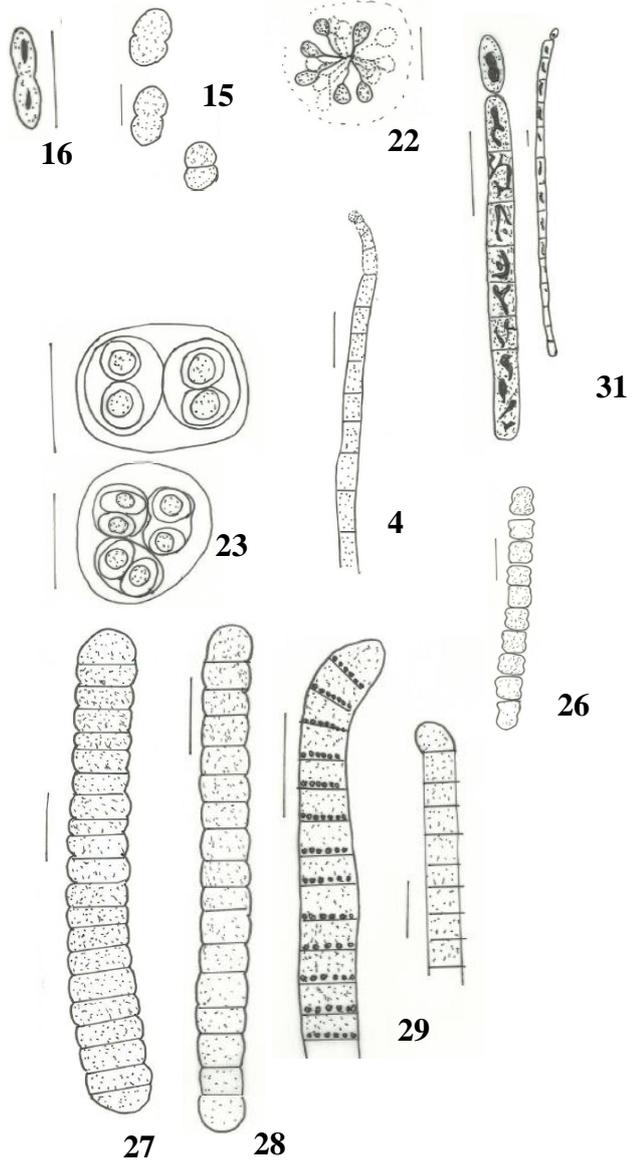
**Figura 2:** Valores de precipitação total e temperaturas máxima e mínima durante os meses de amostragem no reservatório do Ribeirão João Leite. C1: J- janeiro 2010, F- fevereiro 2010, M- março 2010, A- abril 2010, E: MA- maio 2010, JN- junho 2010, JL- julho 2010, AG- agosto 2010, S- setembro 2010, C2: O- outubro 2010, N- novembro 2010, D- dezembro 2010, JA- janeiro 2011.



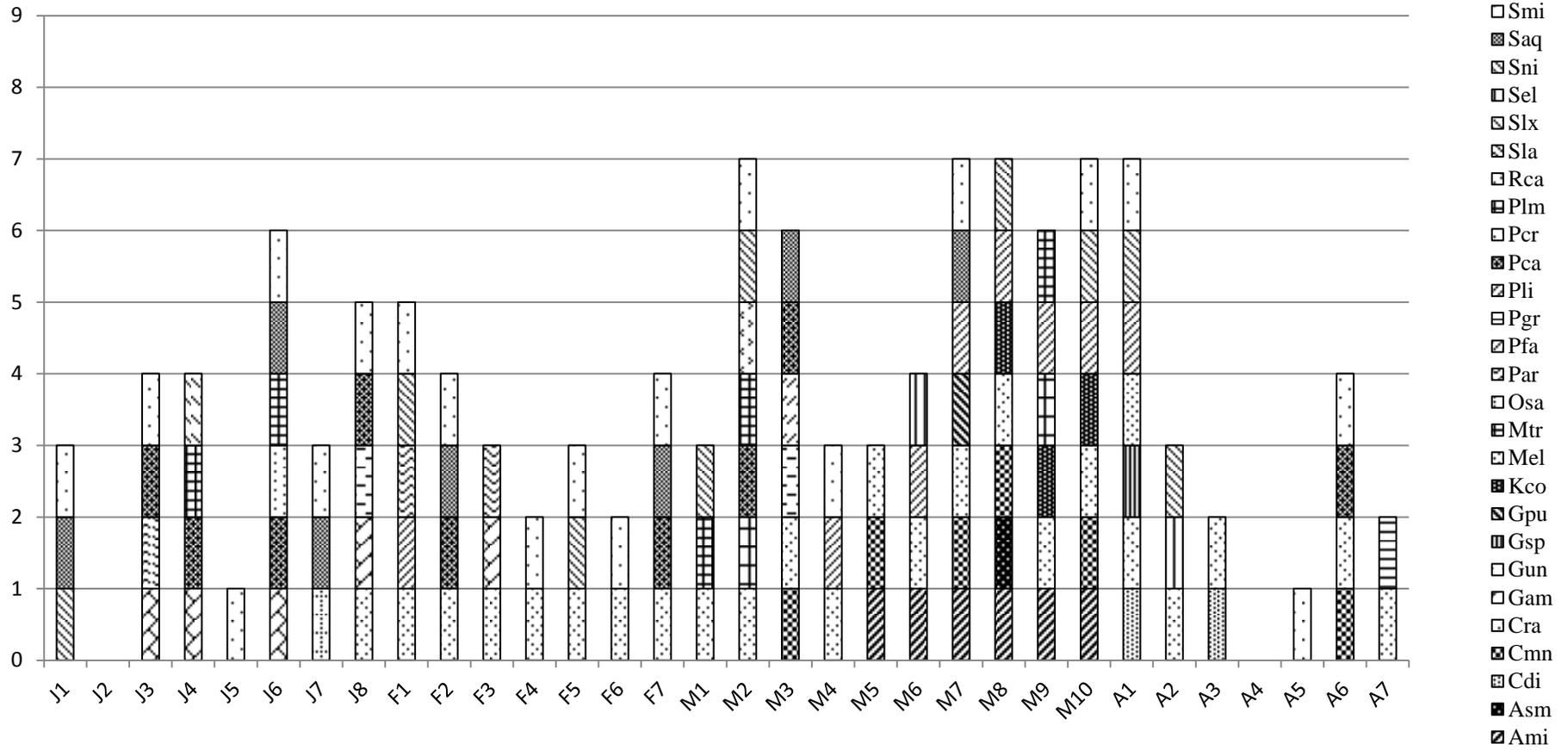
**Figuras 3-14, 16-17.** 3. *Geitlerinema amphibium*. 4. *Geitlerinema splendidum*. 5. *Planktolyngbya limnetica*. 6. *Pseudanabaena catenata*. 7. *Pseudanabaena galeata*. 8. *Pseudanabaena limnetica*. 9. *Aphanocapsa delicatissima*. 10. *Aphanocapsa planctonica*. 11. *Merismopedia trolleri*. 12. *Merismopedia tenuissima*. 13. *Synechocystis aquatilis*. 14. *Synechocystis minuscula*. 16. *Synechococcus* cf. *nidulans*. 17. *Synechococcus epigloeicus*. Barra = 10  $\mu\text{m}$ .



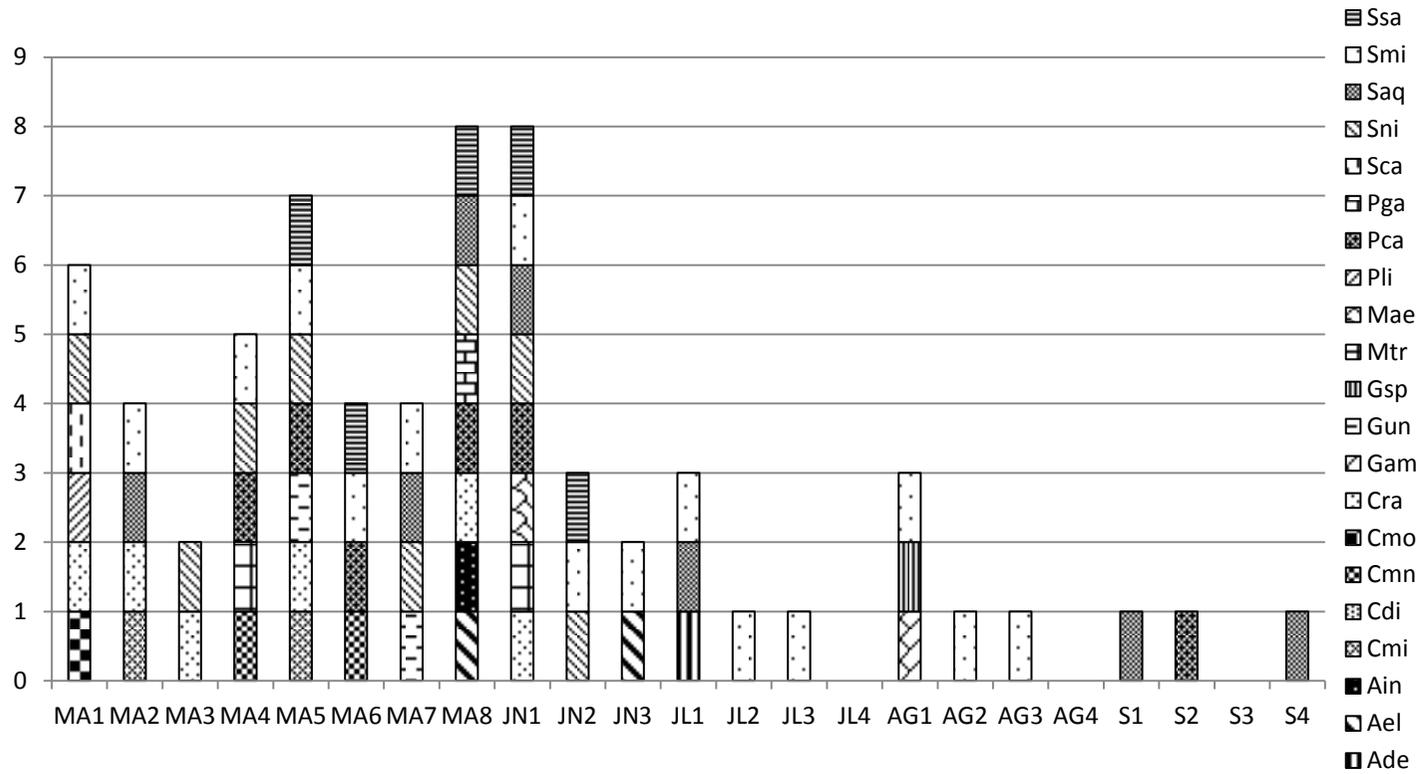
**Figuras 18-22, 24-25, 29-31.** **18.** *Chroococcus dispersus*. **19.** *Chroococcus minor*. **20.** *Chroococcus minutus*. **21.** *Anathece minutissima*. **22.** *Snowella lacustris*. **23.** *Gloeocapsa punctata*. **24.** *Microcystis aeruginosa*. **24a.** Vista colônia. **24b.** Detalhe colônia. **25.** *Microcystis protocystis*. **29.** *Phormidium* cf. *granulatum*. **30.** *Planktothrix isothrix*. **31.** *Cylindrospermopsis raciborskii*. **31a.** Detalhe heterócito. **31b.** Tricoma. **31c.** Detalhe acineto. Barra = 10 µm.



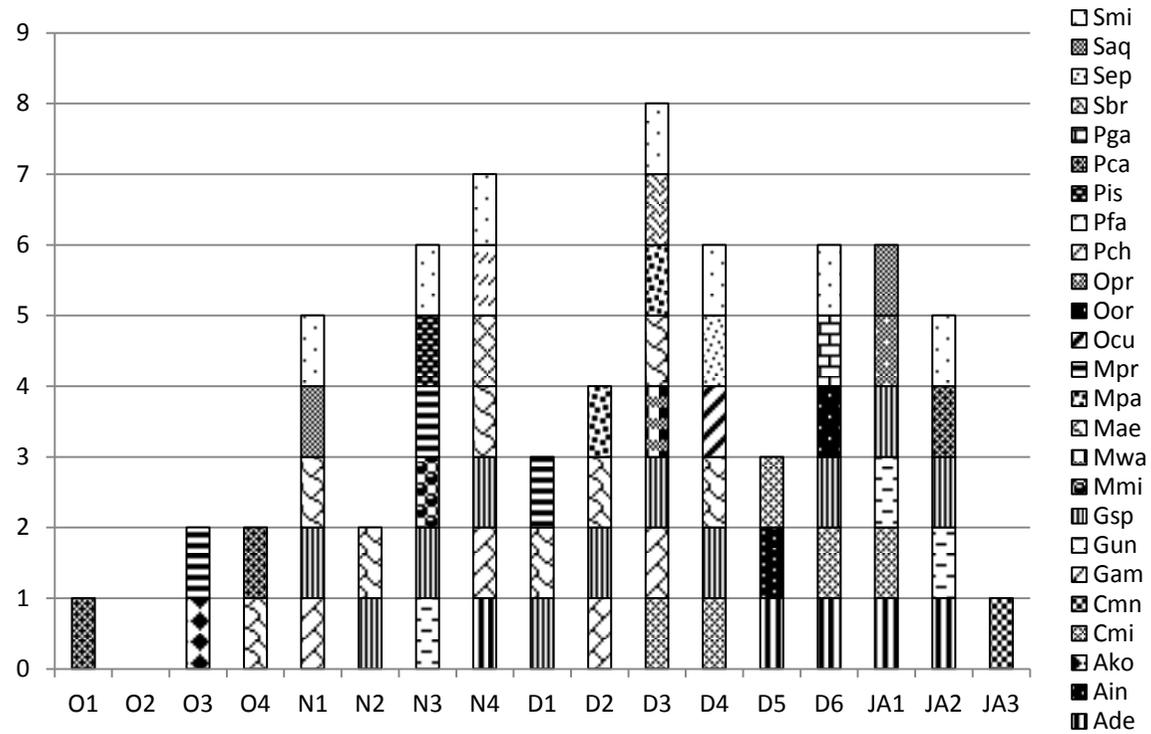
**Figuras: 4, 15-16, 22-23, 26-29, 31.** 4. *Geitlerinema splendidum*. 15. *Synechocystis salina*. 16. *Synechococcus cf. nidulans*. 22. *Snowella lacustris*. 23. *Gloeocapsa punctata*. 26. *Komvophoron cf. constrictum*. 27. *Oscillatoria ornata*. 28. *Phormidium cf. chlorinum*. 29. *Phormidium cf. granulum*. 31. *Cylindrospermopsis raciborskii*.



**Figura 32:** Riqueza específica em cada coleta durante o primeiro período chuvoso (C1), janeiro a abril de 2010. Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Sel- *Synechococcus* cf. *elongatus*, Slx- *Spirulina laxissima*, Sla- *Snowella lacustres*, Rca- *Romeria caruaru*, Plm- *Pseudanabaena limnetica*, Pcr- *Pseudanabaena crassa*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Pgr- *Phormidium granulatum*, Pfa- *Phormidium favosum*, Par- *Phormidium articulatum*, Osa- *Oscillatoria sancta*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Mel- *Merismopedia elegans*, Kco- *Komvophoron constrictum*, Gpu- *Gloeocapsa punctata*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cdi- *Chroococcus dispersus*, Asm- *Aphanothece smithii*, Ami- *Aphanothece* cf. *minutissima*.



**Figura 33:** Riqueza específica em cada coleta durante a estiagem (E), maio a setembro de 2010. Ssa- *Synechocystis salina*, Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sni- *Synechococcus nidulans*, Sca- *Synechococcus capitatus*, Pga- *Pseudanabaena galeata*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pli- *Planktolyngbya limnetica*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Mtr- *Merismopedia trolleri*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cra- *Cylindrospermopsis raciborskii*, Cmo- *Chroococcus minor*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cdi- *Chroococcus dispersus*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Ain- *Aphanocapsa incerta*, Ael- *Aphanocapsa elachista*, Ade- *Aphanocapsa delicatissima*.



**Figura 34:** Riqueza específica em cada coleta durante o segundo período chuvoso (C2), outubro de 2010 a janeiro de 2011. Smi- *Synechocystis minuscula*, Saq- *Synechocystis aquatilis*, Sep- *Synechococcus epigloeicus*, Sbr- *Sphaerocavum brasiliense*, Pga- *Pseudanabaena galeata*, Pca- *Pseudanabaena catenata*, Pis- *Planktothrix isothrix*, Pfa- *Phormidium favosum*, Pch- *Phormidium chlorinum*, Opr- *Oscillatoria princeps*, Oor- *Oscillatoria ornata*, Ocu- *Oscillatoria curviceps*, Mpr- *Microcystis protocystis*, Mpa- *Microcystis panniformis*, Mae- *Microcystis aeruginosa*, Mwa- *Merismopedia warmingiana*, Mmi- *Merismopedia minima*, Gsp- *Gleiterinema splendidum*, Gun- *Geitlerinema unigranulatum*, Gam- *Geitlerinema amphibium*, Cmn- *Chroococcus minimus*, Cmi- *Chroococcus minutus*, Ako- *Aphanocapsa koordersii*, Ain- *Aphanocapsa incerta*, Ade- *Aphanocapsa delicatissima*.