

NÍSIA KARINE CAVALCANTI VASCONCELOS ARAGÃO

**TAXONOMIA, DISTRIBUIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE
POPULAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM
RESERVATÓRIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO
(NORDESTE DO BRASIL)**

RECIFE

2011

NÍSIA KARINE CAVALCANTI VASCONCELOS ARAGÃO

**TAXONOMIA, DISTRIBUIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE
POPULAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM
RESERVATÓRIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO
(NORDESTE DO BRASIL)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica.

ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira

CO-ORIENTADORA:

Prof^ª. Dr^ª. Ariadne do Nascimento Moura

RECIFE

2011

Ficha catalográfica

A659t Aragão, Nisia Karine Cavalcanti Vasconcelos
 Taxonomia, distribuição e quantificação de populações de
 cianobactérias em reservatórios do estado de Pernambuco
 (Nordeste do Brasil) / Nisia Karine Cavalcanti Vasconcelos
 Aragão. -- 2011.
 157 f. : il.

 Orientadora: Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira.
 Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade
 Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia,
 Recife, 2011.

 Inclui apêndice e referências.

 1. Análise taxonômica 2. Biomassa 3. Densidade 4.
 Estudo populacional 5. Florações 6. Riqueza de espécies
 I. Bittencourt-Oliveira, Maria do Carmo, orientadora
 II. Título

CDD 589.3

**TAXONOMIA, DISTRIBUIÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE POPULAÇÕES DE
CIANOBACTÉRIAS EM RESERVATÓRIOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO
(NORDESTE DO BRASIL)**

NÍSIA KARINE CAVALCANTI VASCONCELOS ARAGÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Botânica. Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora:

Orientadora:

Prof^ª. Dr^ª. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira
Titular / UFRPE

Examinadores:

Prof^ª. Dr^ª. Enide Eskinazi-Leça
Titular / UFRPE

Prof^º. Dr. Giulliani Allan S. Tavares de Lira
Consultor / OPAS-FUNASA

Prof^ª. Dr^ª. Maria de Fátima Oliveira Carvalho
Titular / UFRPE

Prof^º. Dr. Ênio Wocyli Dantas
Suplente / UEPB

Data de aprovação: / / 2011

RECIFE

2011

Dedicatória:

Aos meus pais Aragão e Teresa, pelo maior exemplo de amor e dedicação;

E em especial ao meu querido esposo, Henrique, pela força, compreensão e carinho.

AGRADECIMENTOS

Nesta fase importante da minha vida, não poderia deixar de agradecer a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Primeiramente a DEUS, pela luz e força que me guia sempre.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

À Coordenadora Carmen Sílvia Zickel, e aos secretários do PPGB, Kênia Muniz e Sr. Manassés (seu Mano), pela dedicação, informações e ajudas prestadas, bem como pela amizade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro através da concessão de Bolsa de Mestrado.

Agradeço de coração à Profa. Dra. Ariadne do Nascimento Moura, não somente pela orientação, mas também pela confiança em mim depositada, pelos grandes ensinamentos e amizade.

À Profa. Dra. Maria do Carmo Bittencourt Oliveira, pela orientação, correções e comentários que muito contribuíram para a minha aprendizagem.

Aos amigos do Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Microalgas: Eduardo Fuentes, Emanuel Cardoso, Ênio Wocyli, Helton Soriano, João Ivens, Micheline Kézia e Viviane Almeida, que sempre estiveram presentes, pelo grande apoio durante as coletas e pela grande amizade.

Aos que já fizeram parte deste laboratório: Alexandra, Arthur Siqueira, Fábria Carraro, Ivo Mendonça, João Manuel, Marcelo Andrade e Silvana Dias.

A todos os colegas do mestrado e doutorado desta Universidade.

Em especial, ao meu ex-orientador e amigo, Cícero-Tiago, pelo grande incentivo para a realização deste curso e pelos grandes ensinamentos. E a todos os colegas que fazem e fizeram o LACEN-PE, Giulliani Lira, Elina Albino, Edvani Silva, Lúcia Roberta, Carolina Mendes...

Às velhas amigas da UPE, Ana Paula, Fernanda, Kaynara e Tatiane que mesmo distantes, estiveram sempre presentes.

Aos meus queridos irmãos, Allan, Amanda, Rudielle e Ribamar, pela paciência, amor e carinho.

À minha tia Geraldina (em memória), pelas sublimes palavras que me acalmavam nas horas de fraqueza e assim aumentar mais a minha fé em Deus.

A todos os meus familiares que sempre me incentivaram apoiando e acreditando no meu potencial. Aos meus sogros, Henrique e Nilza, pelo carinho e compreensão.

E em especial aos meus pais Aragão e Teresa, que conduziram os meus passos e me fizeram crer que toda caminhada é interminável e que cada degrau que alcançamos é uma batalha vencida na luta para o lugar ao sol.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.1. Cianobactérias no Nordeste do Brasil.....	18
2.2. Cianobactérias em Pernambuco.....	19
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

Manuscrito I- Estudo taxonômico das cianobactérias planctônicas em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)

RESUMO

1. INTRODUÇÃO.....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
2.1. Áreas de estudo e coletas.....	35
2.2. Análises taxonômicas.....	37
2.3. Frequência de ocorrência dos táxons.....	38
3. RESULTADOS.....	38
3.1. Descrição, distribuição e ilustrações dos táxons encontrados.....	38
3.2. Riqueza e frequência de ocorrência dos táxons.....	59
4. DISCUSSÃO.....	60
5. AGRADECIMENTOS.....	61
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

Manuscrito II- Densidade e biomassa de cianobactérias: Dados indicadores para o estabelecimento de florações em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)

RESUMO

1. INTRODUÇÃO.....	94
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	97
2.1. Áreas de estudo e periodicidade de coleta.....	97
2.2. Análises hidrológicas.....	98
2.3. Análise quali-quantitativa das cianobactérias.....	98
2.4. Determinação da biomassa celular.....	99
2.5. Abundância e dominância dos táxons.....	100
2.6. Análise estatística.....	100
3. RESULTADOS.....	101
3.1. Variáveis abióticas.....	101
3.2. Variáveis bióticas.....	101
3.3. Análise estatística.....	104
4. DISCUSSÃO.....	105
5. CONCLUSÕES.....	114
6. AGRADECIMENTOS.....	114
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	115

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	154
APÊNDICE.....	157

LISTA DE FIGURAS

MANUSCRITO I

Figura 1. Localização dos reservatórios no estado de Pernambuco. 1- Botafogo, 2- Duas Unas, 3- Tapacurá, 4- Carpina, 5- Pastora, 6- Santo Antônio dos Palmares, 7- Jucazinho, 8- Bitury, 9- Ipojuca, 10- Mundaú, 11- Alagoinha, 12- Venturosa, 13- Ingazeira, 14- Pedra, 15- Arcoverde, 16- Buíque, 17- Poço da Cruz, 18- Jazigo, 19- Saco I..... 77

Figura 2. Chroococcales dos reservatórios estudados. **a.** *Chroococcus obliteratus*, **b.** *Chroococcus* sp., **c.** *Merismopedia glauca*, **d.** *M. tenuissima*, **e.** *Microcystis novacekii*, **f.** *M. panniformis* (colônia jovem). A seta aponta os táxons descritos.....78

Figura 3. Chroococcales e Oscillatoriales dos reservatórios estudados. **a.** *Microcystis panniformis* (colônia adulta), **b.** *M. protocystis*, **c.** *Microcystis* sp., **d.** *Lyngbya* cf. *ceylanica*, **e.** *Oscillatoria princeps*, **f.** *Oscillatoria* sp. A seta aponta os táxons descritos.....79

Figura 4. Oscillatoriales dos reservatórios estudados. **a.** *Planktothrix agardhii*. **b.** *P. isothrix*., **c.** *Planktothrix* sp., **d.** *Geitlerinema amphibium*, **e.** *Pseudanabaena catenata*, **f.** *P. papillaterminata*. A seta aponta os táxons descritos.....80

Figura 5. Oscillatoriales e Nostocales dos reservatórios estudados. **a.** *Spirulina major*, **b-c.** *Cylindrospermopsis raciborskii* morfotipo reto, **d.** *Cylindrospermopsis raciborskii* morfotipo espiralado, **e.** *Dolichospermum maximum*, **f.** *Dolichospermum torques-reginae*. A seta aponta os táxons descritos.....81

Figura 6. Nostocales dos reservatórios estudados. **a-b.** *Dolichospermum* sp., **c-f.** *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*. A seta aponta os táxons descritos.....82

MANUSCRITO II

Figura 1. Localização dos reservatórios no estado de Pernambuco. 1- Botafogo, 2- Duas Unas, 3- Tapacurá, 4- Carpina, 5- Pastora, 6- Santo Antônio dos Palmares, 7- Jucazinho, 8- Bitury, 9- Ipojuca, 10- Mundaú, 11- Alagoinha, 12- Venturosa, 13- Ingazeira, 14- Pedra, 15- Arcoverde, 16- Buíque, 17- Poço da Cruz, 18- Jazigo, 19- Saco I.....126

Figura 2. Análise de Componentes Principais com a densidade total das 23 espécies de cianobactérias, com base na faixa de classificação (ausência de cianobactérias, 10^5 cel.mL⁻¹, 10^6 cel.mL⁻¹, 10^7 cel.mL⁻¹, 10^8 cel.mL⁻¹, 10^9 cel.mL⁻¹ e 10^{10} cel.mL⁻¹), nas 42 amostragens realizadas. **Cob-** *Chroococcus obliteratus*, **Csp-** *Chroococcus* sp., **Crar-** *Cylindrospermopsis raciborskii* reto, **Crae-** *Cylindrospermopsis raciborskii* espiralado, **Dma-** *Dolichospermum maximum*, **Dto-** *Dolichospermum torques-reginae*, **Dsp-** *Dolichospermum* sp., **Gam-** *Geitlerinema amphibium*, **Lce-** *Lyngbya* cf. *ceylanica*, **Mgl-** *Merismopedia glauca*, **Mte-** *M. tenuissima*, **Mno-** *M. novacekii*, **Mpa-** *M. panniformis*, **Mpr-** *M. protocystis*, **Msp-** *Microcystis* sp., **Opr-** *Oscillatoria princeps*, **Osp-** *Oscillatoria* sp., **Pag-** *Planktothrix agardhii*, **Pis-** *P. Isothrix*, **Psp-** *Planktothrix* sp., **Pca-** *Pseudanabaena catenata*, **Ppa-** *P. papillaterminata*, **Sap-** *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, **Sma-** *Spirulina major*. Numeração referente às amostras realizadas nos reservatórios estudados encontra-se no Apêndice.....127

Figura 3. Análise de Componentes Principais com a biomassa total das 23 espécies de cianobactérias, com base na faixa de classificação (ausência de cianobactérias, 10-1 mg.L⁻¹, 10²-10 mg.L⁻¹, 10³-10² mg.L⁻¹, 10⁴-10³ mg.L⁻¹ e 10⁴ mg.L⁻¹), nas 42 amostragens realizadas. **Cob-** *Chroococcus obliteratus*, **Csp-** *Chroococcus* sp., **Crar-** *Cylindrospermopsis raciborskii*

reto, Crae- *Cylindrospermopsis raciborskii* espiralado, Dma- *Dolichospermum maximum*, Dto- *Dolichospermum torques-reginae*, Dsp- *Dolichospermum* sp., Gam- *Geitlerinema amphibium*, Lce- *Lyngbya* cf. *ceylanica*, Mgl- *Merismopedia glauca*, Mte- *M. tenuissima*, Mno- *M. novacekii*, Mpa- *M. panniformis*, Mpr- *M. protocystis*, Msp- *Microcystis* sp., Opr- *Oscillatoria princeps*, Osp- *Oscillatoria* sp., Pag- *Planktothrix agardhii*, Pis- *P. Isothrix*, Psp- *Planktothrix* sp., Pca- *Pseudanabaena catenata*, Ppa- *P. papillaterminata*, Sap- *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, Sma- *Spirulina major*. Numeração referente às amostras realizadas nos reservatórios estudados encontra-se no Apêndice.....128

LISTA DE TABELAS

MANUSCRITO I

Tabela 1. Localização, datas de coletas, capacidade de acumulação, profundidade máxima e finalidade de uso dos reservatórios os reservatórios estudados.....83

Tabela 2. Táxons de cianobactérias encontrados nos 19 reservatórios estudados e sua frequência. Ala-Alagoinha, Arc- Arcoverde, Bi- Bitury, Bo- Botafogo, Bu-Buíque, Car-Carpina, Du- Duas Unas, In- Ingazeira, Ip- Ipojuca, Ja- Jazigo, Ju- Jucazinho, Mu- Mundaú, Pa- Pastora, Pe- Pedra, Po- Poço da Cruz, Sac- Saco I, San- Santo Antônio dos Palmares, Ta-Tapacurá, Ve- Venturosa . Presença (+), Ausência (-). Freq. Frequência de ocorrência (%). Em negrito- Espécies com histórico de toxicidade.....86

MANUSCRITO II

Tabela 1. Localização dos reservatórios estudados, período amostrado, capacidade de acumulação, profundidade máxima e finalidade de uso dos reservatórios do estado de Pernambuco.....129

Tabela 2. Variáveis ambientais (Temperatura do ar, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência de Secchi, pH, turbidez e intensidade luminosa) analisadas nos reservatórios estudados. ND - Dados não determinados.....132

Tabela 3. Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas e Ingazeira no período de fevereiro a junho de 2009..... 134

Tabela 4. Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra e Poço da cruz no período de fevereiro a junho de 2009.....136

Tabela 5. Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa no período de março a junho de 2009.....138

Tabela 6. Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira e Ipojuca no período de outubro e novembro de 2009.....140

Tabela 7. Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nos reservatórios de Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Tapacurá e Venturosa no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010.....142

Tabela 8. Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas e Ingazeira no período de fevereiro a junho de 2009.....144

Tabela 9. Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra e Poço da cruz no período de fevereiro a junho de 2009.....146

Tabela 10. Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa no período de março a junho de 2009.....148

Tabela 11. Biomassa de cianobactérias (mg.L^{-1}) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira e Ipojuca no período de outubro e novembro de 2009.....150

Tabela 12. Biomassa de cianobactérias (mg.L^{-1}) nos reservatórios de Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Tapacurá e Venturosa no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010..... 152

Aragão, Nísia Karine Cavalcanti Vasconcelos; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2011; Taxonomia, Distribuição e Quantificação de Populações de Cianobactérias em Reservatórios do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil); Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira (Orientadora), Ariadne do Nascimento Moura (Co-orientadora).

RESUMO

As cianobactérias ocorrentes nos ecossistemas aquáticos do Brasil, principalmente na região semiárida, são em sua maioria, responsáveis pelas formações de florações, e desta forma, o aumento deste fenômeno tem sido cada vez mais preocupante devido ao seu potencial em liberar toxinas. Tais organismos apresentam grande variabilidade morfológica que refletem dificuldades aos estudos taxonômicos. O presente trabalho objetivou realizar um estudo taxonômico das cianobactérias em 19 reservatórios do estado de Pernambuco, descrevendo suas características morfológicas, apresentando ilustrações e distribuição geográfica, além de quantificar as populações. Foram realizadas 42 amostragens no período entre fevereiro de 2009 e janeiro de 2010. As amostras para análises quali-quantitativas das cianobactérias foram coletadas com garrafa de *van Dorn*, em um único ponto do ambiente, próximo à margem e na subsuperfície. Para o estudo taxonômico, as amostras foram analisadas em microscópio óptico e foram utilizadas chaves de identificação em artigos e livros especializados. A análise quantitativa foi realizada em microscópio invertido através do método de Utermöhl. A contagem foi procedida em campos aleatórios, e os resultados expressos em densidades (cel.mL^{-1}), e a partir destas, determinadas as biomassas das cianobactérias. Foram identificados 23 táxons, distribuídos em Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales, destes, 11 foram citados pela primeira vez para o estado de Pernambuco. Em Alagoinha, Carpina e Ingazeira foram registradas as maiores riquezas de espécies (10 spp.). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju e *Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis foram os únicos táxons com maior número de ocorrência (84.21% e 68.42%, respectivamente). A maior densidade celular foi cerca de $5 \times 10^{10} \text{ cel.mL}^{-1}$, registrada em Venturosa. Em 14 reservatórios estudados as densidades de cianobactérias estiveram acima de 10^6 cel.mL^{-1} , enquanto que nos reservatórios Bitury, Jazigo, Pastora, Saco I e Santo Antonio dos Palmares as densidades estiveram entre 10^4 e 10^5 cel.mL^{-1} . Venturosa e Duas Unas apresentaram as maiores biomassas registradas por *Merismopedia tenuissima* Lemmermann ($74 \times 10^3 \text{ mg.L}^{-1}$) e *Microcystis* sp. ($42 \times 10^3 \text{ mg.L}^{-1}$), respectivamente.

Aragão, Nísia Karine Cavalcanti Vasconcelos; M.Sc.; Universidade Federal Rural de Pernambuco; fevereiro de 2011; Taxonomia, Distribuição e Quantificação de Populações de Cianobactérias em Reservatórios do Estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil); Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira (Orientadora), Ariadne do Nascimento Moura (Co-orientadora).

ABSTRACT

Cyanobacteria occur in aquatic ecosystems in Brazil, especially in the semiarid region, are mostly responsible for the formation of blooms, and thus the increase of this phenomenon has been increasing concern because of its potential to release toxins. These organisms show a great morphological variability that reflect the taxonomic difficulties. This study aimed to perform a taxonomic study of cyanobacteria in 19 reservoirs of Pernambuco state, describing their morphological characteristics, with illustrations and geographical distribution, and quantify the population. Were 42 samples in the period between February 2009 and January 2010. The samples for qualitative and quantitative analysis of cyanobacteria were collected with a van Dorn bottle at a single point in the environment near the shore and in the subsurface. For the taxonomic study, samples were analyzed by optical microscope and was used identification keys in articles and specialized books. The quantitative analysis was performed using an inverted microscope by the method of Utermöhl. The count was performed on random fields, and the results expressed as densities (cel.mL^{-1}), and from these, certain biomass of cyanobacteria. There were 23 taxa, distributed in Chroococcales, and Oscillatoriales Nostocales these, 11 were cited for the first time for the state of Pernambuco. In Alagoinha, Carpina Ingazeira were recorded and the highest species richness (10 spp.). *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju and *Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis were the only taxa with more occurrence (84.21% and 68.42%, respectively). The highest cell density was about $5 \times 10^{10} \text{ cel.mL}^{-1}$, registered in Venturosa. 14 reservoirs in the densities of cyanobacteria were above 10^6 cel.mL^{-1} , while the reservoirs Bitury, Jazigo, Pastora, Saco I and Santo Antonio dos Palmares densities were between 10^4 and 10^5 cel.mL^{-1} . Two Unas fortunate and had the highest biomass recorded by *Merismopedia tenuissima* Lemmermann ($74 \times 10^3 \text{ mg.L}^{-1}$) and *Microcystis* sp. ($42 \times 10^3 \text{ mg.L}^{-1}$), respectively.

1. INTRODUÇÃO

As cianobactérias são organismos primitivos, encontrados no planeta há 3,5 bilhões de anos, sendo os primeiros produtores primários a liberarem oxigênio na atmosfera. Além disso, são considerados os primeiros fotossintetizantes com clorofila *a* (CARMICHAEL, 1994). A produção de compostos orgânicos e a alta eficiência no uso do oxigênio para obtenção de energia, permitiu a esses organismos o aumento da capacidade de carga biológica e, ao mesmo tempo, o surgimento de uma elevada diversidade de espécies capazes de se adaptar à diferentes condições ambientais (TSUKAMOTO e TAKAHASHI, 2007).

Segundo Lee (2008), as cianobactérias são classificadas em três ordens: **Chroococcales**, que compreende os organismos unicelulares e coloniais, apresentando formas irregulares e mucilaginosas; **Oscillatoriales**, compostas por filamentosos; e **Nostocales**, que agrupam as formas filamentosas que possuem células diferenciadas, tais como heterócitos e acinetos. Cianobactérias com heterócitos, células responsáveis pela fixação de nitrogênio, possuem vantagem evolutiva em relação às outras espécies não heterocitadas. O acineto, célula de resistência, permite a sobrevivência das espécies em condições desfavoráveis por acumularem reservas protéicas (CALIJURI, ALVES e SANTOS, 2006).

No entanto, de acordo com o sistema de classificação proposto por ANAGNOSTIDIS e KOMÁREK (1985; 1988; 1990) e KOMÁREK e ANAGNOSTIDIS (1986; 1989; 1998; 2005) as cianobactérias são compostas pelas ordens Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales e Stigonematales. Atualmente, esta classificação é a mais utilizada pelos pesquisadores por associar caracteres morfológicos, bioquímicos, ultraestruturais e moleculares.

A ampla diversidade de características e sobreposição morfológica entre as espécies de cianobactérias, algumas vezes formadas sob diferentes condições ambientais (MARGHERI et al., 2003), causa dificuldades na maioria dos estudos taxonômicos, podendo desta forma, levar a erros de identificação específica.

As cianobactérias apresentam uma ampla tolerância ecológica que contribui para o seu sucesso competitivo, tendo como uma das características marcantes a capacidade de crescimento nos mais variados ambientes, desde fontes termais a oceanos gelados, podendo algumas serem encontradas em ambientes terrestres (DOMITROVIC e FORASTIER, 2005). No entanto, os ambientes mais apropriados para o seu desenvolvimento são os ecossistemas de água doce, especificamente os tropicais, pois estes apresentam condições adequadas às florações destes organismos (CHORUS e BARTRAM, 1999).

As florações são definidas como fenômeno ocasionado pela proliferação demasiada, dominada por única ou poucas espécies de cianobactérias, que resulta em coloração visível, de forma diferenciada nos sistemas naturais, produzindo gosto e odor desagradáveis, alterando o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, podendo liberar, em sua maioria, metabólitos tóxicos que podem causar efeitos neuro, hepato e dermatológicos em animais e humanos (CHORUS e BARTRAM, 1999; CALIJURI, ALVES e SANTOS, 2006).

São várias as condições que favorecem as florações de cianobactérias, como temperaturas elevadas (SHAPIRO, 1990; PADISÁK, 1997), pH alcalino (REYNOLDS e WALSBY, 1975), estabilidade da coluna d'água (PAERL, 1988), elevadas concentrações de nutrientes, especialmente fósforo (WATSON, MCCAULEY e DOWNING, 1997) e baixa relação N:P (SMITH, 1983).

Em florações de cianobactérias pode ocorrer o aparecimento de espécies tóxicas e não tóxicas ao mesmo tempo (YOO et al., 1995). No entanto, acredita-se que cerca de 50 a 75% das florações são constituídas por espécies potencialmente tóxicas (GRAHAM e WILCOX, 2000).

A presença de 32 espécies de cianobactérias tóxicas registradas nas regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste do Brasil foi apresentada em revisão realizada por Sant'Anna et al. (2008). Os autores apresentaram dados obtidos em literatura (dissertações, teses, dados não publicados de relatórios de companhias de abastecimento - COPASA-MG e CORSAN-RS, trabalhos publicados em revistas nacionais e internacionais) e resultados experimentais realizados no trabalho com linhagens de cianobactérias isoladas de corpos d'água não discriminados pelos autores. Neste estudo foi relatado que além de *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya e Subba Raju foi considerada a espécie tóxica com maior distribuição no país.

Casos recorrentes de florações de cianobactérias vêm sendo registrados em diversos países como Portugal (VASCONCELOS, 1999), Argentina (PIZZOLON et al., 1999), Finlândia (JAANUS e PELLIKKA, 2003), Inglaterra e Turquia (AKCAALAN et al., 2006), Senegal (RONDEL et al., 2008), Itália (MESSINEO et al., 2009), dentre outros. No Brasil, esse fenômeno tem sido verificado nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste (BOUVY et al., 2000; TUCCI e SANTANNA, 2003; BECKER et al., 2004; COSTA et al., 2006; ARAGÃO et al., 2007; PANOSSO et al., 2007; CHELLAPA et al., 2008a, 2008b; DANTAS et al., 2008; FERNANDES et al., 2009; FIGUEREDO e GIANI, 2009).

As espécies formadoras de florações, em sua maioria, chegam a ocasionar problemas sérios de saúde, como o ocorrido no reservatório de Itaparica, Bahia, onde existiu indício de

que casos de gastroenterite tenham ocorrido pela presença de cianobactérias neste ecossistema (TEIXEIRA et al., 1993). Em Caruaru, Pernambuco, no ano de 1996, 76 pacientes de uma clínica de hemodiálise foram a óbito por intoxicação com cianotoxinas (JOCHIMSEN et al., 1998). Este evento ficou conhecido como a “Síndrome da Hemodiálise”, sendo o primeiro caso no Brasil envolvendo mortes humanas por cianotoxinas.

A região Nordeste do Brasil é caracterizada por apresentar condições mais propícias às florações de cianobactérias, pois apresenta clima sempre quente, reservatórios com níveis baixos, ocasionado pelos recorrentes períodos de seca, falta de saneamento, dentre outros fatores que favorecem o aumento excessivo da biomassa destes organismos.

Estudos sobre ecologia, taxonomia e determinação de toxinas de cianobactérias têm sido desenvolvidos em ambientes aquáticos dos estados de Alagoas (PORFÍRIO et al., 1999), Bahia (TEIXEIRA et al., 1993) e Rio Grande do Norte (CHELLAPPA e COSTA, 2003; COSTA et al., 2006; PANOSSO et al., 2007; CHELLAPPA et al., 2008a, CHELLAPPA et al., 2008b; CHELLAPPA et al., 2009 e COSTA et al., 2009).

No estado de Pernambuco, os estudos com cianobactérias iniciaram-se com Carvalho-De-La-Mora (1986, 1991) e foram intensificados após a “Síndrome da Hemodiálise”. Jochimsen et al. (1998) relataram a ocorrência de microcistina nos aparelhos de hemodiálise do Instituto de doenças renais em Caruaru, local onde ocorreu a contaminação e morte de humanos por microcistina. Em seguida, Domingos et al. (1999) analisaram a toxicidade de sete linhagens de cianobactérias picoplânctônicas isoladas de material coletado em dois reservatórios do estado de Pernambuco (Tabocas e Sr. José Maria), utilizados para abastecimento da cidade de Caruaru e, confirmaram a produção de microcistina pelo picoplâncton, sugerindo que estes organismos podem ter contribuído para o envenenamento humano na clínica de hemodiálise do referido município.

Bouvy et al. (1999, 2000, 2001) e Huszar et al. (2000) registraram a frequente ocorrência e elevadas densidades de *C. raciborskii* em diversos reservatórios do estado. Carmichael et al. (2001) observaram que no reservatório de Tabocas na cidade de Caruaru, as cianobactérias eram predominantes e registraram a presença de microcistinas -LR, -YR e -AR no ecossistema. Molica et al. (2002) relataram à ocorrência de um análogo de saxitoxina em uma linhagem de *C. raciborskii* (ITEP 018) isolada deste mesmo corpo d' água. Falcão et al. (2002) apresentaram dados de monitoramento de 4 anos em 82 reservatórios e açudes do estado de Pernambuco constatando a ocorrência de florações de cianobactérias. Bittencourt-Oliveira (2003) realizou estudo molecular sobre o potencial tóxico de cepas de *Microcystis* isoladas de quatro reservatórios de Pernambuco, Duas Unas, Jucazinho, Tabocas e Tapacurá e

relatou que as populações de *Microcystis* presentes nestes ecossistemas eram compostas por genótipos tóxicos e não tóxicos.

Couté e Bouvy (2004) descreveram uma nova espécie de *Cylindrospermopsis* (*C. acuminato crispata* A.Couté & M.Bouvy) para o reservatório de Ingazeira.

No reservatório de Carpina, zona da mata do estado de Pernambuco, diversos trabalhos sobre a comunidade de cianobactérias, com enfoques distintos (ecologia, taxonomia, distribuição sazonal e espacial), foram realizados por Aragão et al. (2007), Moura et al. (2007a), Costa et al. (2010), Lira et al. (2010), Moura et al. (2010). No reservatório de Mundaú, utilizado para abastecimento público da cidade de Garanhuns-PE foram realizados trabalhos por Moura et al. (2007b), Dantas et al. (2008), Dantas et al. (2010) e Lira et al. (2010). Em Tapacurá, reservatório localizado na zona da mata do estado, as cianobactérias foram estudadas por Bouvy et al. (2003), Molica et al. (2005) e Andrade et al. (2009). Em Jucazinho, reservatório da região agreste do estado, Travassos-Júnior et al. (2005) apresentaram um levantamento florístico da comunidade fitoplanctônica, incluindo as cianobactérias. Bittencourt-Oliveira et al. (2007a) estudaram a diversidade genética de linhagens de *Microcystis panniformis* J. Komárek, J. Komárková-Legnerová, C.L. Sant'Anna, M.T.P. Azevedo & P.A.C., Senna provenientes de quatro reservatórios das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil e demonstraram haver inconsistências entre os resultados das análises realizadas com base na taxonomia morfológica comparados aos das análises moleculares. Os autores enfatizaram a necessidade do uso da biologia molecular para identificação correta de espécies de cianobactérias.

Mais recentemente, Bittencourt-Oliveira, Santos e Moura (2010) verificaram a presença do gene *mcyB* relacionado à biossíntese de microcistina em populações de cianobactérias nos reservatórios de Arcoverde, Botafogo, Carpina, Duas Unas, Jazigo, Mundaú e Tapacurá, localizados no estado de Pernambuco.

Apesar dos freqüentes problemas relacionados às cianobactérias e de diversos trabalhos abordando estes organismos em ambientes de Pernambuco, os estudos taxonômicos e investigações sobre a ocorrência de florações ainda são escassos no Estado. O presente trabalho visa, portanto, identificar taxonomicamente as cianobactérias, contribuindo assim para o conhecimento da diversidade destes organismos, bem como verificar sua distribuição geográfica e contribuição numérica em reservatórios de abastecimento público do estado de Pernambuco.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As cianobactérias constituem um dos grupos de organismos amplamente estudados por ficólogos, limnólogos, bioquímicos, microbiologistas e farmacêuticos do mundo inteiro, por apresentarem importâncias econômicas e para a saúde pública.

No Brasil, as primeiras referências sobre a ocorrência de cianobactérias foram relatadas por Drouet (1937, 1938) e Krasske (1939, 1951) no século passado. Esses autores reduziram o número de gêneros e espécies, classificados anteriormente por sistemas tradicionais, na hipótese de que a maioria das espécies de cianobactérias pertencia a pequenos grupos geneticamente homólogos. A partir dos trabalhos realizados na década de 30 do século passado, muitos outros foram desenvolvidos em diversos ecossistemas aquáticos continentais de todas as regiões do Brasil, sendo a maioria no Sudeste, Sul e Nordeste.

Nas décadas de 60 e 80 poucos trabalhos enfocaram as cianobactérias em ambientes aquáticos continentais no Brasil, a saber: Palmer (1969) no lago Paranoá em Brasília, registrou a ocorrência da cianobactéria *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. Torgan, Busoleto e Ferraz (1981) relataram a ocorrência de florações de *A. flos-aquae* na represa de Itaúba no Rio Grande do Sul, no qual apresentaram descrição do táxon, dados quantitativos da população e informações sobre fatores físicos e químicos do ambiente. Werner (1988) estudando as cianobactérias planctônicas das lagoas Tramandaí e Armazém (RS) identificou 20 táxons infragêneros de cianobactérias, apresentando descrições e ilustrações do material.

A partir da década de 90, inúmeros trabalhos foram desenvolvidos no país, tendo como objetivo principal a análise de cianobactérias, abordando diferentes aspectos, tais como taxonomia morfológica, ecologia, ultraestrutura, análises de toxinas e taxonomia molecular.

2.1. Cianobactérias no Nordeste do Brasil

Teixeira et al. (1993) registraram indícios de 2000 casos de gastroenterite em Paulo Afonso, cidade próxima ao reservatório de Itaparica no estado da Bahia, e associaram a epidemia da doença a proliferação de cianobactérias observada no reservatório.

Chellappa e Costa (2003) ao realizarem um estudo no reservatório Gargalheiras (RN), observaram a dominância de *C. raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* F.E.Fritsch & M.F.Rich, *Microcystis aeruginosa* e *Oscillatoria* sp. durante o período seco, atribuindo a dominância destas espécies a diminuição da transparência da água causada pelo autosombreamento provocado pelas elevadas densidades destas mesmas espécies.

Costa et al. (2006) reportaram a existência de florações de cianobactérias constituídas por espécies de *Microcystis* (*Microcystis* sp., *M. protocystis* Crow, *M. panniformis* e *M. novacekii* (Komárek) Compère), espécies de *Aphanizomenon* (*Aphanizomenon gracile*

Lemmermann, *Aphanizomenon* cf. *manguinii* Bourrelly, *Aphanizomenon* cf. *issatschenkoi* (Usacev) Proshkina-Lavrenko) e *C. raciborskii*, no reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (RN).

Panosso et al. (2007) realizaram um monitoramento de cianobactérias, cianotoxinas e medidas de controle de florações em cinco reservatórios do Rio Grande do Norte (Gargalheiras, Parelhas, Itans, Passagem das Traíras e Sabugi). No estudo é relatada a ocorrência de espécies potencialmente tóxicas (*C. raciborskii*, *Microcystis* spp., *Aphanizomenon* sp. e *Anabaena circinalis* Rabenhorst ex Bornet & Flahault) como dominantes representando 90% da biomassa total, formando florações nestes reservatórios.

Chellappa, Chellappa e Chellappa (2008a) estudaram o fitoplâncton no reservatório Marechal Dutra (Acari, RN), com o objetivo de verificar a eutrofização e as conseqüentes florações de cianobactérias neste ecossistema e identificaram a presença de *C. raciborskii* e *M. aeruginosa*, que se alternaram na dominância do ambiente.

Chellappa, Borba e Rocha (2008b) relataram a dominância das cianobactérias no período seco no reservatório de Cruzeta (RN), quando o mesmo encontrava-se eutrófico.

Costa et al. (2009) ao estudarem amostras do fitoplâncton provenientes de seis reservatórios da Bacia do Rio Piranhas-Assu (RN), verificaram que 33% dos táxons analisados, eram representados por 41 cianobactérias pertencentes as Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. Os referidos autores também analisaram a toxicidade das florações nestes reservatórios e verificaram a ocorrência de compostos hepatotóxicos no reservatório Armando Ribeiro, atribuindo esta toxicidade à população de *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis e Komárek, uma vez que contribuíram com 90% da biomassa fitoplanctônica.

2.2. Cianobactérias em Pernambuco

Carvalho-de-la-Mora (1986) identificou e ilustrou 20 táxons de cianobactérias ocorrentes no açude do Prata, localizado na região metropolitana do estado de Pernambuco, registrando que a família Chroococcaceae foi a mais abundante (9spp.), e dos táxons identificados, 19 haviam sido documentados pela primeira vez para o Estado.

Carvalho-de-la-Mora (1991) estudou as cianobactérias em diferentes corpos d'água do estado de Pernambuco. Nesse estudo a autora identificou, descreveu e ilustrou 30 táxons infragenéricos.

Jochimsen et al. (1998) relataram a ocorrência de microcistina nos aparelhos de hemodiálise do Instituto de doenças renais em Caruaru, local onde ocorreu a contaminação e morte de pacientes por microcistina.

Bouvy et al. (1999) verificaram a dinâmica de *C. raciborskii* no reservatório de Ingazeira, região semi-árida do Nordeste do Brasil, e verificou que a espécie formava florações. Os autores observaram que havia a presença de dois morfotipos da espécie, no entanto, foi predominante o espiralado. Além disso, os autores afirmaram que as florações foram causadas pelo fenômeno El Niño que modificou as condições climáticas da região, transformando o ambiente propício para o desenvolvimento da espécie.

Domingos et al. (1999) avaliaram a toxicidade de linhagens isoladas de cianobactérias provenientes dos reservatórios, Tabocas e Sr. José Maria, localizados em Caruaru-PE, utilizados para abastecimento público, e relataram que a produção de microcistina pode ter contribuído para o envenenamento humano na clínica de hemodiálise em Caruaru.

Bouvy et al. (2000) relataram a ocorrência de *C. raciborskii* em reservatórios amostrados em diferentes zonas fitogeográficas do estado de Pernambuco entre setembro e novembro de 1998, registrando sua ocorrência em 31 reservatórios. A espécie representava mais de 80% da densidade total do fitoplâncton em 10 reservatórios e mais de 50% em 17 outros.

Huszar et al. (2000) registraram a ocorrência freqüente de *C. raciborskii* em reservatórios e açudes de diversos estados das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Dentre os reservatórios estudados incluía oito do estado de Pernambuco.

Bouvy, Pagano e Troussellier (2001) analisaram a dominância de cianobactérias, especialmente *C. raciborskii*, relacionando com as bactérias e com a comunidade zooplânctônica no reservatório de Ingazeira, região semi-árida do estado de Pernambuco.

Carmichael et al. (2001) coletaram o fitoplâncton do reservatório de Tabocas logo após o incidente de Caruaru e verificaram que as cianobactérias eram predominantes, com cerca de 99% da densidade fitoplânctônica. No estudo, os autores relataram a ocorrência de microcistinas -LR, -YR e -AR.

Falcão, Moura e Ferraz (2002) monitoraram 82 reservatórios e açudes do estado de Pernambuco pertencentes a 14 bacias hidrográficas e verificaram a ocorrência de florações de cianobactérias, sendo 17 mananciais com floração em 1998, sete em 1999, seis em 2000 e 13 em 2001. Os autores ainda observaram que ao longo dos quatro anos de estudo, 86% das florações ocorriam em reservatórios da região semiárida. *C. raciborskii* foi a principal espécie formadora de florações, apesar de outras cianobactérias como, *M. aeruginosa*, *Lyngbya limnetica* Lemmermann, *P. agardhii*, *Anabaena spiroides* Klebahn, *Anabaena* sp., *Pseudanabaena* sp. e *Chroococcus* sp. também estarem presentes.

Molica et al. (2002) relataram à ocorrência de um análogo de saxitoxina em uma linhagem de *C. raciborskii* (ITEP 018) isolado do reservatório de Tabocas em Caruaru, Brasil.

Bittencourt-Oliveira (2003) ao estudar cepas de *Microcystis* isoladas de quatro reservatórios de Pernambuco, Duas Unas, Jucazinho, Tabocas e Tapacurá, verificou a coexistência de genótipos tóxicos e não tóxicos nas florações formadas por este táxon.

Bittencourt-Oliveira e Molica (2003) apresentaram informações sobre a freqüente ocorrência de *C. raciborskii* nas águas dos reservatórios e açudes em diversos estados do Brasil, relatando que a região Nordeste apresenta intensa ocorrência desta espécie por possuir condições de temperatura, luminosidade, pH e estabilidade que são favoráveis ao seu desenvolvimento.

Couté e Bouvy (2004) descreveram uma nova espécie de *Cylindrospermopsis* (*C. acuminato-crispa*) para um reservatório da região semi-árida do estado de Pernambuco.

Molica et al (2005) verificaram a presença de neurotoxina em amostras coletadas no reservatório de Tapacurá durante o ano de 2002 e em linhagens de *A. spiroides* isoladas deste ecossistema.

Yuan et al. (2006) estudaram amostras conservadas de fígados de pacientes que foram a óbitos, contaminados com microcistina durante a “tragédia de Caruaru”, e concluíram que as toxinas mantiveram-se estáveis durante o período de 10 anos.

Aragão et al. (2007) analisaram a comunidade fitoplanctônica em um reservatório eutrófico da região da mata norte do estado de Pernambuco, identificaram 10 táxons pertencentes as cianobactérias e constataram que *Raphidiopsis curvata*, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e *P. agardhii* apresentaram as maiores densidades no reservatório durante o ano de 2006.

Bittencourt-Oliveira et al. (2007a) estudaram a diversidade genética de linhagens de *Microcystis panniformis* provenientes de quatro reservatórios das regiões Sudeste e Nordeste do Brasil e demonstraram haver inconsistências entre os resultados das análises realizadas com base na taxonomia morfológica e com dados moleculares. Os autores enfatizaram a necessidade do uso da biologia molecular para auxiliar a identificação correta de espécies de cianobactérias.

Moura, Dantas e Bittencourt-Oliveira (2007a) realizaram estudo anual sobre o fitoplâncton, incluindo as cianobactérias, no reservatório de Carpina. Os autores verificaram que as cianobactérias apresentaram maior diversidade e que a maior densidade celular foi de *P. agardhii*.

Moura, Bittencourt-Oliveira e Dantas (2007b) apresentaram as associações fitoplanctônicas ocorrentes no reservatório de Mundaú e verificaram que a associação **S**, constituídas por cianobactérias R-estrategistas, foram predominantes no ecossistema.

Dantas et al. (2008) ao analisarem a comunidade fitoplanctônica no reservatório de Mundaú, região agreste do estado de Pernambuco, verificaram que as cianobactérias representaram o grupo dominante com mais de 80% da biomassa total fitoplanctônica. Durante o período seco, *C. raciborskii* e *G. amphibium* contribuíram com maiores valores, formando florações, enquanto que no período chuvoso, além da presença dessas espécies, *M. aeruginosa* e *Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner foram responsáveis por maiores biomassas.

Andrade et al. (2009) analisaram a comunidade fitoplanctônica do reservatório de Tapacurá (PE) e verificaram que as cianobactérias apresentaram elevadas densidades (95%) dos organismos quantificados. *Raphidiopsis mediterrânea* Skuja (= *Cylindrospermopsis raciborskii*) e *M. aeruginosa* foram as únicas espécies dominantes ao longo do estudo.

Costa et al. (2010) ao estudarem o fitoplâncton do reservatório de Carpina no ano de 2000, verificaram que 33% da flora estava representada por cianobactérias, sendo *P. agardhii* e *G. amphibium* as espécies mais freqüentes.

Moura et al. (2010), também no reservatório de Carpina, em amostras coletadas durante o monitoramento de 2007 e 2008, registraram 18 espécies de cianobactérias. Os autores apresentaram descrição e ilustração das espécies identificadas, e apontaram que dentre estas, cinco foram consideradas potencialmente tóxicas.

Lira et al. (2010) ao analisarem a distribuição vertical da comunidade de cianobactérias nos reservatórios de Carpina e Mundaú (PE), identificaram 25 táxons de cianobactérias para os dois reservatórios. As espécies com maior contribuição em densidade foram *C. raciborskii*, *P. agardhii*, *Microcystis* spp. e *Anabaena* spp.

Bittencourt-Oliveira et al. (2010) estudaram a presença do gene *mcyB* relacionado à biossíntese de microcistina em amostras coletadas em sete reservatórios do estado de Pernambuco e verificaram que o método de PCR é sensível e apropriado para a detecção de potenciais produtores desta toxina em amostras ambientais.

Dantas et al. (2010) estudaram a variação espaço-temporal dos morfotipos reto e espiralado de *C. raciborskii* em um reservatório eutrófico raso localizado na região semiárida do estado de Pernambuco. Os autores afirmam que o sucesso ecológico do morfotipo espiralado foi devido à estratificação térmica e a condição de mistura, que foi determinante para o sucesso do morfotipo reto.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKCAALAN, R.; YOUNG, F. M.; METCALF, J. S.; MORRISON, L. F.; ALBAY, M.; CODD, G. A. Microcystin analysis in single filaments of *Planktothrix* spp. in laboratory cultures and environmental blooms. **Water research**, v. 40, p. 1583-1590. 2006.
- ANDRADE, C. M.; GOMES, C. T. S.; ARAGÃO, N. K. C. V.; SILVA, E. M.; LIRA, G. A. S. T. Estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no reservatório de Tapacurá-PE. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, n. 1, p. 109-117. 2009.
- ARAGÃO, N. K. C. V.; GOMES, C. T. S.; LIRA, G. A. S. T.; ANDRADE, C. M. Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em cyanobacteria. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 3, p. 240-248. 2007.
- BECKER, V.; CARDOSO, L. S.; MOTTA MARQUES, D. Development of *Anabaena* Bory de Bornet ; Flahault (Cyanobacteria) blooms in a shallow, subtropical lake in southern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 16, n. 4, p. 306-317. 2004.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Detection of potentially microcystin producing cyanobacteria in Brazilian reservoirs with a *mcyB* molecular marker. **Harmful Algae**, v. 2, p. 51-60. 2003.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOLICA R. Cianobactéria Invasora - Aspectos moleculares e toxicológicos de *Cylindrospermopsis raciborskii* no Brasil. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 30, p. 82-90. 2003.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA A. N.; GOUVÊA-BARROS, S.; PINTO, E. HIP1 DNA fingerprinting in *Microcystis panniformis* (Chroococcales, Cyanobacteria). **Phycologia**, v. 46, p. 3-9. 2007a.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; SANTOS, D. M. S.; MOURA, A. N. Toxic Cyanobacteria in reservoirs in northeastern Brazil: detection using molecular method. **Brazilian Journal of Biology**, v.70, n.4, p. 1005-1010. 2010.
- BOUVY, M.; MOLICA, R.; OLIVEIRA, S.; MARINHO, M.; BECKER, B. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 20, n. 3, p. 285-297. 1999.
- BOUVY, M.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, v. 23, p. 13-27. 2000.
- BOUVY, M.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbial Ecology**, v. 25, p. 215-227. 2001.
- BOUVY, M.; NASCIMENTO, S. M.; MOLICA, R. J. R.; FERREIRA, A.; HUSZAR, V.; AZEVEDO, S. M. F. O. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. **Hydrobiologia**, v. 493, p. 115-130. 2003.
- CALIJURI, M. C.; ALVES, M. C. A.; SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais**. Rima, São Carlos, 118p. 2006.

CARMICHAEL, W. W. The toxins of Cyanobacteria. **Scientific American**, v. 270, n. 1, p. 78-86. 1994.

CARMICHAEL, W. W.; AZEVEDO, S. M. F. O.; MOLICA, R. J. R.; JOCHIMSEN, E. M.; LAU, S.; RINEHART, K. L.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human fatalities from Cyanobacteria: Chemical and biological evidence for cyanotoxins. **Environmental Health Perspectives**, v. 109, p. 663-8. 2001.

CARVALHO-DE-LA-MORA, L. M. Nostocophyceae (Cyanophyceae) de mananciais de abastecimento. I- Açude do Prata, Recife, Pernambuco. In: Anais do II Encontro Brasileiro de Plâncton, Recife, Pernambuco. 1986.

CARVALHO-DE-LA-MORA, L. M. Chroococcales (Cyanophyceae) do Estado de Pernambuco, Brasil – II. *Synechocystes*, *Synechococcus*, *Cyanothece*, *Merismopedia*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Gloeothece*, *Gomphosphaeria* e *Johannesbaptista*. In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4. Anais. Recife, PE, p.139-169. 1991.

CHELLAPPA, N. T.; COSTA, M. A. M. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. **Acta Oecologica**, v. 24, p. S3–S10. 2003.

CHELLAPPA, N. T.; CHELLAPPA, S. L.; CHELLAPPA, S. Harmful Phytoplankton Blooms and Fish Mortality in a eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 4, p. 833-841. 2008a.

CHELLAPPA, N. T.; BORBA, J. M.; ROCHA, O. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n.3, p. 477-494. 2008b.

CHELLAPPA, N. T.; CÂMARA, F. R. A., ROCHA, O. Phytoplankton community: indicator of water quality in the Armando Ribeiro Gonçalves Reservoir and Pataxó Channel, Rio Grande do Norte, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 241-251. 2009.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic Cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management**. E e FN Spon, London. 416p. 1999.

COSTA, I. A. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; SENNA, P. A. C.; BERNARDO, R. R.; COSTA, S. M.; CHELLAPPA, N. T. Occurrence of toxin-producing Cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 1B, p. 211-219. 2006.

COSTA, I. A. S.; CUNHA, S. R. S.; PANOSSO, R.; ARAÚJO, M. F. F.; MELO, J. L. S.; ESKINAZI-SANT'ANNA, E. M. Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 382-401. 2009.

COSTA, C.; ESKINAZI-LEÇA, E.; MOURA JUNIOR, A. M.; ZICKEL, C. S.; MOURA, A. N. Composição florística e variação espaço-temporal do microfítotoplâncton no Reservatório de Carpina-PE. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo**. Nuppea. 1ªed. p.33-54. 2010.

COUTÉ, A.; BOUVY, M. A new species of the genus *Cylindrospermopsis*, *C. acuminatocrispa* spec. nova (Cyanophyceae, Nostocales) from Ingazeira reservoir, Northeast Brazil. **Algological Studies**, v. 113, p. 57-52. 2004.

- DANTAS, E. W.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; NETO, J. D. T. A.; CAVALCANTI, A. D. C. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 970-982. 2008.
- DANTAS, E. W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Spatial-temporal variation in coiled and straight morphotypes of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolsz) Seenayya et Subba Raju (Cyanobacteria). **Acta Botânica Brasilica**, v. 24, n. 2, p. 585-591. 2010.
- DOMINGOS, P.; RUBIM, T. K.; MOLICA, R. J. R.; AZEVEDO, S. M. F. O.; CARMICHAEL, W. W. First report of microcystin production by picoplanktonic Cyanobacteria isolated from a northeast Brazilian drinking water supply. **Environmental Toxicology**, v. 14, 31-35. 1999.
- DOMITROVIC, Y. Z.; FORASTIER, M. E. Biodiversidad de Cyanophyceae (Cyanobacteria) y especies toxigénicas del litoral fluvial argentino. **Insurgio**, Miscelánea, v. 14, p. 213-228. 2005.
- DROUET, F. The Brazilian Myxophyceae, 1. **Jornal Amazonense de Botânica**, Manaus, v. 24, p. 698-708. 1937.
- DROUET, F. The Brazilian Myxophyceae, 2. **Jornal Amazonense de Botânica**, Manaus, v. 24, p. 657-666. 1938.
- FALCÃO, D. P. M.; MOURA, A. N.; FERRAZ, A. **Florações de microalgas em mananciais do estado de Pernambuco: uma ameaça à qualidade da água**. Cadernos FAFIRE, Recife. v. 1, n. 4, p. 28-32. 2002.
- FERNANDES, V. O.; CAVATI, B.; SOUZA, B. D.; MACHADO, R. G.; COSTA, A. G. Lagoa Mãe-Bá (Guarapari-Anchieta, ES): Um ecossistema com potencial de floração de cianobactérias? **Oecologia Brasiliensis**, v. 13, n. 2, p. 366-381. 2009.
- FIGUEREDO, C. C.; GIANI, A. Phytoplankton community in the tropical lake of lagoa Santa (Brazil): Conditions favoring a persistent bloom of *Cylindrospermopsis raciborskii*. **Limnologia**, v. 39, p. 264-272. 2009.
- GRAHAM, L. E.; WILCOX, L. W. **Algae**. Prentice Hall Press. New Jersey, 736p. 2000.
- HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; MARINHO, M.; DOMINGOS, P.; Sant'anna, C. L. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, v. 424, p. 67-77. 2000.
- JAANUS, A.; PELLIKKA, K. Does excessive phosphorus necessarily cause increasing biomass of diazotrophic cyanobacteria? **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology, Ecology**, v. 52, n. 3, p. 205-217. 2003.
- JOCHIMSEN, E. M.; CARMICHAEL, W. W.; An, J.; CARDO, D. M.; COOKSON, S. T.; HOLMES, C. E. M.; ANTUNES, B. C.; MELO FILHO, D. A.; LYRA, T. M.; BARRETO, V. S. T.; AZEVEDO, S. M. F. O.; JARVIS, W. R. Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. **The New England Journal of Medicine**, v. 338, n.13, p. 873-878. 1998.

KRASSKE, G. Zur Kieselalgenflora Brasiliens, 1: Beoerkenswerte und new formen aus açudas nordest-Brasiliens. **Archives of Hydrobiology**, v. 35, n. 4, p. 552-562. 1939.

KRASSKE, G. Zur Kieselalgenflora Brasiliens, 1: Die diatomeenflora der açudas Nordest-Brasiliens. **Archives of Hydrobiology**, v. 44, n. 4, p. 639-653. 1951.

LEE, R. E. **Phycology**. 4^a ed. Cambridge, 547 p. 2008.

LIRA, G. A. S. T.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; ARAÚJO, E. L. Comunidade fitoplanctônica e aspectos ecológicos de dois reservatórios eutróficos do nordeste do Brasil. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo**. Nuppea. 1^aed. p.145-168. 2010.

MARGHERI, M. C.; PICCARDI, R.; VENTURA, S.; VITI, C.; GIOVANNETTI, L. Genotypic Diversity of Oscillatoriacean Strains Belonging to the Genera *Geitlerinema* and *Spirulina* Determined by 16S rDNA Restriction Analysis. **Current microbiology**, v. 46, p. 359-364. 2003.

MESSINEO, V.; ALLI, S.; MELCHIORRE, S.; SECHI, N.; LUGLIÈ, A.; CASIDDU, P.; MARIANI, M. A.; PADEDDA, B. M.; DI CORCIA, A.; MAZZA, R.; CARLONI, E.; BRUNO, M. Cyanobacterial toxins in Italian freshwaters. **Limnologia**, v. 39, p. 95-106. 2009.

MOLICA, R.; ONODERA, H.; GARCIA, C.; RIVAS, M.; ANDRINOLO, D.; NASCIMENTO, S.; MEGURO, H.; OSHIMA, Y.; AZEVEDO, S.; LAGOS, N. 2002. Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. **Phycologia**, v. 41, n. 6, p. 606-611.

MOLICA, R. J. R.; OLIVEIRA, E. J. A.; CARVALHO, P. V. V. C.; COSTA, A. N. S. F.; CUNHA, M. C. C.; MELO, G. L.; AZEVEDO, S. M. F. O. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. **Harmful Algae**, v. 4, p. 743-753. 2005.

MOURA, A. N.; DANTAS, E. W.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco- Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, p. 645-654. 2007a.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DANTAS, E. W. Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica Brasilica**, v. 21, p. 641-648. 2007b.

MOURA, A. N.; ARAÚJO, M. K. C.; SORIANO, H. B. O.; LIRA, G. A. S. T.; NASCIMENTO, E. C. Cianobactérias planctônicas em reservatório eutrófico do estado de Pernambuco. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). **Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo**. Nuppea. 1^aed. p.115-143. 2010.

PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Archiv für Hydrobiologie/ Suppl.**, v. 107, p. 563-593. 1997.

PAERL, H. W. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters. **Limnology and Oceanography**, v. 33, n. 4, p. 823-847. 1988.

PALMER, C. M. **Report on the algae in relation to water quality of Paranoa Lake, Brasilia: Relatório de consultoria**. Pan American Health Organization/WHO, Brasília. 1969.

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

PIZZOLON, L.; TRACANNA, B.; PRÓSPERI, C.; GUERRERO, J. M. Cyanobacterial blooms in Argentinean inland waters. **Research and Management**. v. 4, p. 101-105. 1999.

PORFÍRIO, Z.; RIBEIRO, M. P.; ESTEVAM, C. S.; HOULY, R. L. S.; SANT'ANNA, A. E. G. Hepatoesplenomegaly caused by na extract of cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* bloom collected in the Manguaba Lagoon, Alagoas, Brazil. **Microbiology Magazine**, v. 30, n. 3, p. 278-285. 1999.

REYNOLDS, C. S.; WALSBY, A. E. Water-blooms. **Biological Reviews**, v. 50, p. 437-481. 1975.

RONDEL, C.; ARFI, R.; CORBIN, D.; LE BIHAN, F.; NDOUR, E. H.; LAZZARO, X. A. Cyanobacterial Bloom Prevents Fish Trophic Cascades. **Freshwater Biology**, v. 53, p. 637-651. 2008.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R.; DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, v. 126, p. 251-265. 2008.

SHAPIRO, J. Current beliefs regarding dominance by blue greens: the case for the importance of CO₂ and pH. *Verh. Int. Verein Limnology*, v. 24, p. 38-54. 1990.

SMITH, V. H. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. **Science**, v. 221, p. 669-670. 1983.

TEIXEIRA, M. G. L. C.; COSTA, M. C. N.; CARVALHO, V. L. P.; PEREIRA, M. S.; HAGE, E. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica, Bahia, Brazil. **Bulletin of PAHO**, v. 27, n. 3, p. 244-253. 1993.

TORGAN, L. C.; BUSOLETO, T. C.; FERRAZ, G. C. Floração de *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) **Iheringia**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 26, p. 45-64. 1981.

TRAVASSOS-JÚNIOR, A.; MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; LIRA, G. A. T.; MENDONÇA, D. F. P. **Comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho, região agreste do estado de Pernambuco**. Cadernos FAFIRE, Recife, v. 4, n. 11, p. 13-15. 2005.

TSUKAMOTO, R. Y.; TAKAHASHI, N. S. Cianobactérias + civilização = problemas para a saúde, a aquíicultura e a natureza. **Panorama da Aqüicultura**, p. 30-35. 2007.

TUCCI, A.; SANT'ANNA, C. L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya e Subba Raju (Cyanobacteria): Variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n.1. 2003.

VASCONCELOS, V. M. Cyanobacterial toxins in Portugal: effects on aquatic animals and risk for human health. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, p. 249-254. 1999.

YOO, R. S.; CARMICHAEL, W. W.; HOEHN, R. C.; HRUDEY, S. E. Cyanobacterial (blue-green algal) toxins: A resource guide. Denver. **American Water Works Association**, 229p. 1995.

YUAN, M.; CARMICHAEL, W. W.; HILBORN, E. D. Microcystin analysis in human sera and liver from human fatalities in Caruaru, Brazil 1996. **Toxicon**, v. 48, p.627-640. 2006.

WATSON, S. B.; MCCAULEY, E.; DOWNING, J. A. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. **Limnology and Oceanography**, v. 42, p. 487-549. 1997.

WERNER, V. R. Cianofíceas planctônicas da Lagoa de Tramandaí e da Lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brazil. **Iheringia**, Série Botânica, v. 37, p. 33-70. 1988.

Manuscrito I

Estudo taxonômico das cianobactérias planctônicas em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)

O trabalho será submetido à revista **Fottea**.



**Estudo taxonômico das cianobactérias planctônicas em reservatórios
do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)**

Nísia Karine C. V. ARAGÃO¹, Ariadne N. MOURA^{1*} & Maria do Carmo BITTENCOURT-
OLIVEIRA²

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia/ Área de Botânica, Rua D. Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Departamento de Ciências Biológicas, Av. Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900. Piracicaba, SP, Brasil

* Autor para correspondência: e-mail:ariadne@db.ufrpe.br.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo estudar a taxonomia das cianobactérias apresentando informações morfológicas, ilustrações e descrições destes organismos em reservatórios do estado de Pernambuco, Brasil. Foram realizadas 42 amostragens em 19 reservatórios localizados em diferentes regiões fitogeográficas do Estado, em um único ponto, próximo à margem e na subsuperfície, no período entre fevereiro de 2009 a janeiro de 2010. As amostras foram coletadas, em triplicata, com garrafa de *van Dorn*. A análise foi realizada a partir da confecção de lâminas semi-permanentes e uso do microscópio óptico. Para o enquadramento taxonômico, foram analisadas as características morfológicas, medidas celulares e utilizadas chaves de identificação em artigos e livros especializados. Foram identificados 23 táxons de cianobactérias distribuídos em Chroococcales (10), Oscillatoriales (8) e Nostocales (5), sendo *Microcystis* o gênero mais representativo com maior número de espécies (4 spp.). Em Alagoinha, Carpina e Ingazeira foram registradas as maiores riquezas de espécies (10 spp.). Das 42 amostragens, apenas quatro não apresentaram ocorrência de cianobactérias. Dos táxons identificados, 12 constituem em novas citações para o estado de Pernambuco e nove são historicamente produtores de toxinas. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya e Subba Raju (morfotipo reto) foi a que apresentou maior distribuição, presente em 84.21% das amostras, considerada muito frequente. *Dolichospermum maximum* (Cronberg et Komárek) Wacklin, *Lyngbya* cf. *ceylanica* Wille e *Spirulina major* Kützing ex Gomont apresentaram única ocorrência (5.26%). Sugere-se que estudos deste âmbito sejam realizados, sempre que possível, a nível populacional para que possam ser comparados todos os atributos morfológicos e

morfométricos dos representantes desse grupo a fim de delimitar as características diacríticas de forma criteriosa.

Palavras-chave: Características morfológicas, distribuição fitogeográfica, estudo populacional, riqueza de espécies, taxonomia

1. INTRODUÇÃO

Em regiões tropicais e em biótopos com condições ambientais extremas a flora de cianobactérias é ainda pouco conhecida (KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ 2002). O conhecimento sobre estes organismos foi substancialmente modificado nas últimas décadas, particularmente, depois da aplicação da microscopia eletrônica e da introdução de técnicas moleculares (KOMÁREK 2010). Contudo, a identificação das populações de cianobactérias de vários habitats e de material de cultivo, ainda é baseada em características morfológicas analisadas por técnicas tradicionais de microscopia (KOMÁREK 2000).

As primeiras classificações das cianobactérias foram iniciadas no final do século XIX com elaborações de monografias taxonômicas por BORNET & FLAHAULT (1886, 1887, 1888) e GOMONT (1892), descrevendo-as como um grupo especial de algas, por apresentarem características diferenciadas dos demais (ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK 1985). GEITLER (1932) revisou e modificou os sistemas inicialmente descritos, reclassificando cerca de 1300 espécies e 145 gêneros pertencentes a três ordens. Sistemas de classificação semelhantes ao de Geitler foram propostos subsequentemente por ELENKIN (1936-1949), HOLLERBACH et al. (1953), DESIKACHARY (1959), STARMACH (1966), BOURRELLY (1970) e KONDRATEVA (1975).

O sistema de classificação de ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1985, 1988, 1990) e KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986, 1989), atualmente utilizado, modificou as formas de classificações taxonômicas tradicionais no grupo, integrando características como movimento, posição das células especializadas, dentre outras antes não utilizadas nos sistemas de classificação predecessores. Além disso, muitos gêneros, famílias e ordens anteriormente utilizadas, foram reinterpretados com a utilização das características acima citadas, propiciando uma maior confiabilidade nos estudos taxonômicos sobre cianobactérias. Esses autores dividiram o grupo nas ordens Chroococcales, Nostocales, Oscillatoriales e Stigonematales, agrupando cerca de 2800 espécies.

A ampla plasticidade morfológica e sobreposição de medidas em espécies de cianobactérias têm causado problemas na correta identificação dos táxons, e, conseqüentemente, de acordo com BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. (2001), isto pode levar a um falso entendimento sobre o potencial tóxico de várias espécies. Devido a estes problemas, poucos são os trabalhos que visam como enfoque principal os aspectos taxonômicos do grupo, e por isto, apenas aproximadamente 5 a 10 % desta diversidade é conhecida (KOMÁREK 2003).

No Nordeste, os trabalhos taxonômicos com cianobactérias iniciaram-se na década de 80 com os estudos desenvolvidos por CARVALHO-DE-LA-MORA (1986, 1991) e por SANT'ANNA (1991), no entanto, somente na década seguinte é que os trabalhos foram impulsionados devido ao aumento da ocorrência de florações de cianobactérias em diferentes regiões do País.

Estudos com cianobactérias foram realizados nos estados de Alagoas (PORFÍRIO et al. 1999; MELO-MAGALHÃES et al. 2009), Bahia (TEIXEIRA et al. 1993) e Rio Grande do Norte (CHELLAPPA & COSTA 2003; COSTA et al. 2006; PANOSSO et al. 2007;

CHELLAPPA et al. 2008a; CHELLAPPA et al. 2008b; CHELLAPPA et al. 2009; COSTA et al. 2009). Estes abordaram, principalmente, os aspectos ecológicos e toxicológicos.

Em Pernambuco, os trabalhos com cianobactérias foram intensificados a partir de 1996 após a “tragédia da hemodiálise”, em Caruaru, com óbito de 76 pacientes de uma clínica de hemodiálise por intoxicação com cianotoxinas (JOCHIMSEN et al. 1998).

Os estudos desenvolvidos em Pernambuco apresentaram diferentes enfoques: 1) Detecção, determinação e quantificação de cianotoxinas (JOCHIMSEN et al. 1998; DOMINGOS et al. 1999; CARMICHAEL et al. 2001; MOLICA et al. 2002, 2005; BITTENCOURT-OLIVEIRA 2003; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. 2005, 2010); 2) Distribuição, ecologia e dinâmica da cianobactéria invasora *C. raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju (BOUVY et al. 1999, 2000, 2001; HUSZAR et al. 2000; CARMICHAEL et al. 2001; DANTAS et al. 2010); 3) Levantamentos florísticos realizados em diversos reservatórios de Pernambuco que identificaram e listaram espécies de cianobactérias (FALCÃO et al. 2002 – 7 spp.; TRAVASSOS-JUNIOR et al. 2005 – 16 spp.; ARAGÃO et al. 2007 – 10 spp.; ANDRADE et al. 2009 – 10 spp.; COSTA et al. 2010 – 28 spp.); 4) Ecologia de cianobactérias (MOURA et al. 2007a – 17 spp.; MOURA et al. 2007b – 24 spp.; MOURA et al. 2007c – 7 spp.; DANTAS et al. 2008 – 14 spp.; LIRA et al. 2010 – 25 spp.); e 5) Estudos taxonômicos (CARVALHO-DE-LA-MORA 1986, 1991, COUTÉ & BOUVY 2004; MOURA et al. 2010).

CARVALHO-DE-LA-MORA (1986, 1991) realizou os primeiros trabalhos taxonômicos com cianobactérias para o estado de Pernambuco. No primeiro, a autora descreveu e ilustrou 20 táxons de ocorrentes no açude do Prata, na cidade do Recife, e em 1991, estudou as cianobactérias a partir de 400 amostras coletadas em diferentes corpos d'água do estado de Pernambuco, onde descreveu 26 espécies, uma variedade e

três formas. Dentre os táxons identificados, nove se constituem em novas referências para o Brasil. COUTÉ & BOUVY (2004) identificaram 13 táxons de cianobactérias no reservatório de Ingazeira (PE), dentre estes, uma nova espécie de *Cylindrospermopsis* foi descrita (*C. acuminato-crispa* A. Couté & M. Bouvy). MOURA et al. (2010) descreveram e ilustraram 18 espécies de cianobactérias ocorrentes no reservatório de Carpina, das quais, *Microcrocis granulata* (Skuja) Skuja e *Oscillatoria subbrevis* Schmidle, se constituem em novas citações para o estado de Pernambuco.

As cianobactérias ocorrentes com frequência nos ecossistemas aquáticos continentais do estado de Pernambuco apresentam, em sua maioria, uma ampla variabilidade e sobreposição morfológica entre as espécies, o que dificulta desta forma, a identificação correta dos táxons, reduzindo, conseqüentemente, a realização de estudos taxonômicos do grupo. Tendo em vista a escassez de trabalhos, aliada a necessidade de conhecimento mais amplo da taxonomia destes organismos, é que o presente estudo teve como objetivo analisar taxonomicamente as cianobactérias ocorrentes em reservatórios localizados em diferentes regiões fitogeográficas do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo e coletas

Os reservatórios do Nordeste, por estarem inseridos na região semiárida, são influenciados por três regimes de chuvas (Tropical da Zona Equatorial, Tropical do Brasil Central no norte e Mediterrâneo) (NIMER 1972). O estado de Pernambuco, no entanto, é influenciado por apenas dois desses regimes: o Tropical da Zona Equatorial, que predomina nos reservatórios de Jazigo e Saco I, onde o máximo pluviométrico se dá

no outono (março a abril) e o mínimo na primavera (setembro a dezembro), e o Mediterrâneo, que predomina nos demais, onde o máximo se dá no outono ou inverno e o mínimo na primavera ou verão (Fig. 1).

O estado de Pernambuco constitui-se de paisagens geográficas variadas, onde estão inseridas as regiões fitogeográficas: Zona da mata, litorânea, agreste e sertão. A zona da mata, com aproximadamente 7.915 km², apresenta clima tropical úmido, com fortes chuvas no outono e inverno. O litoral de Pernambuco estende-se por 187 km, apresentando clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno. A área ocupada pelo agreste situa-se numa estreita faixa, paralela à costa, representando cerca de 25% do território, com áreas mais úmidas e outras mais secas, onde o clima é variado. O sertão localiza-se em mais da metade do Estado (64% do território), caracterizado pela escassez de chuvas e o clima é semi-árido quente (Brasil, 2002).

O estudo foi realizado em 19 reservatórios (Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa) localizados nas regiões fitogeográficas do estado de Pernambuco (Fig.1 e Tabela 1).

As coletas foram realizadas em um único ponto, próximo à margem e na subsuperfície, em duas etapas: a primeira entre fevereiro e junho de 2009 e a segunda entre outubro de 2009 e janeiro de 2010, sendo um total de 42 amostras.

Dos 19 ecossistemas estudados, apenas os reservatórios Duas Unas, Pastora e Santo Antônio dos Palmares são oligotróficos; Bitury e Botafogo, mesotróficos, e os demais são eutrófico-hipertrofico. Os dados de estado trófico referem-se aos períodos compreendidos entre 1988 a 2010 (Tabela 1).

Para as análises qualitativas das cianobactérias foram coletadas amostras de água, utilizando-se garrafa de *van Dorn*. Em cada ponto foram coletadas três amostras, uma preservada com formalina 4%, uma com solução de transeau (BICUDO & BICUDO 1970) e outra sem qualquer tipo de preservação. Todas as amostras foram armazenadas em frascos âmbar com tampa de rosca. As substâncias fixadoras e preservativas foram preparadas segundo BICUDO & MENEZES (2006).

2.2. Análises taxonômicas

O estudo taxonômico foi realizado a partir da confecção de lâminas semi-permanentes ($n=10$) com amostras de material vivo, analisadas imediatamente após a coleta, e complementadas com amostras preservadas com formalina e transeau. As análises foram realizadas com auxílio do microscópio óptico ZEISS, modelo Jenaval, com ocular de medição acoplada em aumento de 400X e 1000X. Para a fotodocumentação das cianobactérias foi utilizada câmera Samsung, mod. SHC 730N (Samsung Tchin Co, Ltd., Korea) acoplada ao microscópio trinocular Zeiss, mod. Jenaval, com uso do software Honestech TVR 2.5.

Foram analisadas as características taxonômicas morfológicas dos organismos, tais como, ocorrência de células especializadas (heterócito e acineto), aerótopos, coloração, grânulos diversos, formato dos tricomas e dimensões de células, em populações de cianobactérias. As dimensões das células de cada táxon foram realizadas através das medidas do diâmetro e comprimento celular de 50 organismos, para espécies mais abundantes, e 10, para as pouco frequentes.

O enquadramento taxonômico foi feito com auxílio de chaves de identificação disponíveis em artigos e livros especializados, tais como: GEITLER (1932); KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986, 2005); ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK (1988); KOMÁREK &

CRONBERG (2001); KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ (2002, 2004); COUTÉ & BOUVY (2004); CRONBERG & KOMÁREK (2004); CRONBERG & ANNADOTTER (2006); KOMÁREK & ZAPOMĚLOVÁ (2007) e MOUSTAKA-GOUNI et al. (2009); as identificações foram realizadas até o mais baixo nível taxonômico.

Após as análises taxonômicas e fotomicrografias, as amostras preservadas com formol, foram depositadas no Herbário Professor Vasconcelos Sobrinho, da Universidade Federal Rural de Pernambuco (PEURF 50435 a 50476).

2.3. Frequência de ocorrência dos táxons

A frequência de ocorrência foi calculada segundo MATEUCCI & COLMA (1982), de forma que: > 70% - Muito Freqüente (MF), ≤70% e >40% - Freqüente (F), ≤40% e >10% - Pouco Freqüente (PF) e ≤10% - Esporádica ou rara (E).

3. RESULTADOS

Foram identificadas cianobactérias em 38 das 42 amostragens realizadas nos 19 reservatórios estudados. Nestes ecossistemas, 23 táxons estiveram distribuídos em três ordens, sendo as Oscillatoriales a melhor representada com 10 táxons, seguida pelas Chroococcales (8) e Nostocales (5 táxons) (Tabela 2).

3.1. Descrição, distribuição e ilustrações dos táxons encontrados

Chroococcales

Família Chroococcaceae

***Chroococcus obliteratus* Richter 1886 (Fig. 2a)**

Sinônimo: *Chroococcus minutus* sensu auct. post. (Komárek 1975).

Células solitárias, esféricas, coloração verde-azulada e com bainha mucilaginosa distinta ao redor das células; 6,4-9,6 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Surubim, Reservatório de Jucazinho, 28/IV/2009, Aragão (PEURF 50460). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50452).

Comentários taxonômicos: De acordo com KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1998), esta espécie é constituída por células solitárias ou colônias compostas de 2-4 (8) células esféricas, (4) 6-10 μm diâm. As dimensões das células dos espécimes identificados no presente estudo corroboram com os limites descritos por esses autores.

***Chroococcus* sp. (Fig. 2b)**

Colônias microscópicas envolvidas por uma bainha mucilaginosa, hialina, distinta, fina ao redor da célula. Células esféricas, coloração verde-azulada; 2,67-5,50 μm diâm.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, Aragão (PEURF 50435). Ibimirim, Reservatório de Poço da Cruz, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50468). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, Aragão (PEURF 50446). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50465, 50466). Venturosa, Reservatório de Venturosa, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50476).

Familia Merismopediaceae

***Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing. phyc. Germ. 142. 1845. (Fig. 2c)**

Basiônimo: *Gonium glaucum* Ehrenberg, Infusions, 58, pl.3, fig. 5, 1838.

Sinônimo: *Merismopedia aeruginea* Brébisson 1849; *Merismopedia nova* Wood 1872.

Colônias quadrangulares, tabulares, com envelope mucilaginoso delimitado e hialino. Células esféricas arranjadas em fileiras, conteúdo homogêneo e coloração verde-azulada; 4,59-5,00 μm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Palmares, Reservatório Pastora, 08/VI/2009, Aragão (PEURF 50470). Serra Talhada, Reservatório Saco I, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50470). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452).

Comentários taxonômicos: Os caracteres examinados estão de acordo com os apresentados por GEITLER (1932), que no entanto, descreve esta espécie com células esféricas ou ovais. O diâmetro das células mensurado por WERNER (1988) (2,8-4,2 μm) encontra-se abaixo do limite apresentado na descrição do presente estudo. As medidas determinadas no estudo estão dentro do limite encontrado por CARVALHO-DE-LA-MORA (1991) (4-5 μm diâm.), para populações também encontradas no estado de Pernambuco.

Merismopedia tenuissima Lemmermann 1898. Revista Ci. Biol., Fac. Ci. Univ.

Lourenço Marques, A, 5: 130, 1972. (**Fig. 2d**)

Colônias tabulares com bainha mucilaginosa hialina e difluente ao redor da colônia. Células esféricas, empacotadas de forma agregada na colônia, com conteúdo homogêneo, coloração verde-azulada; 1,15-1,64 μm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Buíque,

Reservatório de Arcoverde, 31/III/2009, 12/V/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50437, 50438, 50439). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 28/X/2009, Aragão (PEURF 50443). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, Aragão (PEURF 50465). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50472, 50473). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452). Venturosa, Reservatório de Venturosa, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50476).

Comentários taxonômicos: Espécie facilmente reconhecida pelas dimensões das células. De acordo com KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1986), apresentam 0,4-1,6 (2-2,5) µm diâm. Os diâmetros das populações analisadas no presente estudo estão de acordo com os limites apresentados por WERNER (1988). GEITLER (1932) diferencia esta espécie de *M. mínima* G. Beck por esta última apresentar de 0,5-0,6 µm diâm., considerando estas dimensões bem menores que de *M. tenuissima*.

Família Microcystaceae

Microcystis novacekii (Komárek) Compère, Bull. Jard. Bot. Natl. Belg. 44:19. 1974
(Fig. 2e)

Basiônimo: *Diplocystis nováčekii* Komárek & Ettl., Alg. Stud.: 63. 1958.

Colônias lenticulares, composta por sub-colônias envoltas por uma mucilagem hialina. Espaçamento ao redor das sub-colônias com margem de 12-15 µm larg. Células esféricas com aerótopos, agregadas densamente no centro da colônia; 3,20 - 6,00 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50449). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, Aragão (PEURF 50465).

Comentários taxonômicos: Facilmente identificada pela formação de sub-colônias e a disposição das células na colônia. Algumas células foram encontradas dispersas nas margens da colônia. As medidas das células e características da colônia assemelham-se com as descrições dos trabalhos de: CRONBERG & ANNADOTTER (2006) e KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ (2002).

Microcystis panniformis J. Komárek, J. Komárková-Legnerová, C. L. Sant'Anna, M. T. P. Azevedo & P. A. C. Senna, Cryptogamie: Algologie 23: 165, figs. 14-28. 2002 (**Fig. 2f, 3a**)

Colônias irregulares, não clatradas, arredondadas na fase jovem e alongadas na fase adulta, bainha mucilaginosa hialina e sem espaçamentos na margem. Células esféricas com aerótopos, densamente distribuídas e coloração amarronzada; 2,90-4,20 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatório de Mundaú (DANTAS et al. 2008); Reservatório de Carpina (MOURA et al. 2010); Reservatório de Jucazinho (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. 2007a).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 04/V/2009, Aragão (PEURF

50449). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50447). Pedra, Reservatório de Pedra, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50466). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50474).

Comentários taxonômicos: Foi descrita por KOMÁREK et al. (2002) a partir de material de ecossistema brasileiro, sendo anteriormente descritas erroneamente como *Microcystis aeruginosa*. A espécie identificada é comumente confundida com *M. aeruginosa*, que diferencia-se por apresentar bainha mucilaginosa com espaçamento na margem e as células são maiores, encontrando-se de forma desordenada na colônia. De acordo com o autor supracitado, *M. aeruginosa* foi encontrada juntamente com outras espécies de *Microcystis* no reservatório de Tabocas, estando associadas ao caso de Caruaru-PE. KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ (2002) descreve que as células jovens de *M. panniformis* formam agrupamentos circulares, o que corrobora com o encontrado. E ainda menciona que esta espécie apresenta colônias irregulares formadas por uma única camada, o que diferencia da descrição de TUCCI et al. (2006), onde os autores relatam que a espécie apresenta divisão celular em três planos.

Microcystis protocystis W. B. Crow, New Phytol. 22(2): 62,67, pl.I, fig. d. 1923. (**Fig. 3b**).

Colônias irregulares com mucilagem hialina e difluente; não clatradas. Células dispersas na colônia, com aerótopos e envoltas individualmente por mucilagem; 3,50-5,00 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, Aragão (PEURF 50435). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50452). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009,

Aragão (PEURF 50462). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50474).

Comentários taxonômicos: Características diacríticas, como: a presença do envelope mucilaginoso ao redor de cada célula e a disposição das células (espaçadas) na colônia, facilitam a identificação desta espécie. SANT'ANNA et al. (2004) citam que o envelope mucilaginoso ao redor de cada célula é o que diferencia esta espécie de todas as outras de *Microcystis*.

***Microcystis* sp. (Fig. 3c)**

Colônias irregulares com células esféricas, apresentando aerótopos e com espaçamentos na colônia; 3,75- 5,50 μm diâm.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, Aragão (PEURF 50435). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50463). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 20/V/2009, Aragão (PEURF 50442). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 10/III/2009, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50448, 50449). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá 10/III/2009, Aragão (PEURF 50472). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 28/IV/2009, Aragão (PEURF 50460).

Comentários taxonômicos: O diâmetro das células e a forma irregular da colônia dificultam a identificação da espécie.

Ordem Oscillatoriales

Família Oscillatoriaceae

Lyngbya cf. ceylanica Wille, Denkschr. Kaiserl. Akad. Wiss. [Wien], Math.-Naturwiss. Kl. 91: 161, pl. III: figs. 27-29. 1914. (**Fig. 3d**)

Tricomas retos com coloração verde-oliva, levemente constrictos entre as paredes;

Bainha mucilaginosa fina e incolor. Células mais largas que longas e arredondadas nas extremidades, sem caliptra; 7,00-8,50µm diâm.; 3,00-4,50µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 03/II/2009, Aragão (PEURF 50453).

Comentários taxonômicos: As medidas de largura da célula não coincidem com as descritas por GEITLER (1932) (8-12 µm).

Oscillatoria princeps Vaucher ex Gomont, Ann. Sc. Nat. Bot. Ser. 7,16 :206, pl.6: fig. 9. 1892. (**Fig. 3e**)

Sinônimo: *Trichophorus princeps* (Vaucher) Desvaux 1809; *Oscillatoriella princeps* (Vaucher) Gaillon 1833

Tricomas solitários, retos, com coloração verde-azulada, ápice arredondado, não apresentando constrictão e nem grânulos entre as paredes das células. Células mais largas do que longas com célula apical arredondada; 16,50-23,08 µm diâm.; 4,37-6,60 µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatório de Carpina (ARAGÃO et al. 2007, COSTA et al. 2010, LIRA et al. 2010); Reservatório de Mundaú (LIRA et al. 2010).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Palmares, Reservatório Pastora, 08/VI/2009, Aragão (PEURF 50464).

Comentários taxonômicos: A relação largura/comprimento do tricoma e a forma arredondada da célula apical são características que distinguem esta espécie das demais espécies de *Oscillatoria*. Analisando a descrição apresentada por WERNER (1988), verificamos que as características analisadas pela autora coincidem com as apresentadas neste estudo, no entanto, os limites métricos referentes ao diâmetro celular foram superiores aos registrados no presente material (25,4-35,8 μm).

***Oscillatoria* sp. (Fig. 3f)**

Tricomas solitários, retos, levemente constrictos e com ápice arredondado; 4,00-7,04 μm diâm.; 3,81-4,50 μm comp.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, Aragão (PEURF 50446). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, Aragão (PEURF 50465). Serra Talhada, Reservatório Jazigo, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50457). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, Aragão (PEURF 50472). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 24/III/2009, Aragão (PEURF 50459).

Família Phormidiaceae

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis & Komárek, Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. Suppl. 80 (1-4): 416. 1988 (**Fig. 4a**)

Basiônimo: *Oscillatoria agardhii* Gomont 1892: 205.

Tricomas retos, solitários, heteropolar. Células com aerótopos visíveis e isodiamétricas; atenuadas em uma das extremidades; 4,40-7,50 µm diâm.; 3,86-5,77µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatórios de Arcoverde (MOURA et al. 2008); Reservatório de Carpina (ARAGÃO et al. 2007, COSTA et al. 2010, LIRA et al. 2010, MOURA et al. 2010); Reservatórios de Jazigo (MOURA et al. 2008); Reservatório de Tapacurá (ANDRADE et al. 2009).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 03/II/2009, 07/IV/2009, Aragão (PEURF 50453, 50454). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50449). Palmares, Reservatório Santo Antônio dos Palmares, 08/VI/2009, Aragão (PEURF 50471). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50472, 50473). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, Aragão (PEURF 50458, 50459, 50460). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50452).

Comentários taxonômicos: Espécie de difícil identificação devido à ampla variabilidade morfológica do gênero. Diferencia-se de *Planktothrix isothrix* por apresentar uma das extremidades atenuadas.

Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek & Komárková, Czech Phycology 4: 1-18. 2004
(Fig. 4b)

Basiônimo: *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* Skuja 1948: 49-50.

Sinônimo: *Planktothrix mougeotii* (Bory ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988

Tricomas retos, solitários, isopolar. Células com aerótopos visíveis e isodiamétricas; apresenta extremidades arredondadas; 5,00-7,53 μm diâm.; 3,69-4,57 μm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50447). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50455). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50461). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50451, 50466).

Comentários taxonômicos: Comumente identificada como *Planktothrix agardhii*.

A morfologia das células apicais observada em *P. isothrix* (isopolares), é uma característica diacrítica que diferencia essa espécie de *P. agardhii*. Os espécimes analisados são semelhantes morfologicamente a *P. mougeotii*, espécie identificada por SANT'ANNA et al. (2007), diferindo apenas quanto ao comprimento celular desta última que apresenta-se um pouco menor (2,5-4 μm). Os diâmetros celulares medidos em *P. isothrix* estão de acordo com os registrados em Komárek & Komárková (2004) (5-10 μm).

***Planktothrix* sp. (Fig. 4c)**

Tricomas retos, solitários com extremidades arredondadas; células com aerótopos visíveis; 3,19-5,00 μm diâm.; 2,37-3,25 μm compr.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Palmares, Reservatório Santo Antônio dos Palmares, 08/VI/2009, Aragão (PEURF 50471). Serra Talhada, Reservatório Jazigo, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50457). Serra Talhada, Reservatório Saco I, 11/V/2009, Aragão (PEURF 50469). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 28/X/2009, Aragão (PEURF 50443).

Comentários taxonômicos: Difícil identificação da espécie por apresentar tricomas com formatos irregulares.

Família Pseudanabaenaceae

Geitlerinema amphibium (Agardh ex Gomont) Anagnostidis, Pl. Syst. Evol. 164: 35. 1989 (**Fig. 4d**)

Basiônimo: *Oscillatoria amphibia* C.Agardh 1827: 632-633

Sinônimo: *Geitlerinema unigranulatum* (R.N.Singh) J.Komárek & M.T.P.Azevedo 2000
Tricomas retos ou flexuosos, com conteúdo celular azul esverdeado, extremidade do tricoma não atenuada, tricomas agregados, célula apical arredondada, 1 a 2 grânulos por célula. Células mais compridas do que largas, ou às vezes, isodiamétricas e sem aerótopos; 2,07-2,50 µm diâm.; 3,82-6,73 µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatório de Arcoverde (MOURA et al. 2008); Reservatório de Botafogo (LIRA et al. 2009); Reservatório de Carpina (ARAGÃO et al. 2007, BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. 2007b, MOURA et al. 2008, COSTA et al. 2010, LIRA et al. 2010, MOURA et al. 2010); Reservatório de Duas Unas (MOURA et al. 2008); Reservatório de Jazigo (MOURA et al. 2008); Reservatório de Jucazinho (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. 2007b, MOURA et al. 2008); Reservatório de Mundaú (DANTAS et al. 2008, MOURA et al. 2008, LIRA et al. 2010), Reservatório de Poço da Cruz (MOURA et al. 2008); Reservatório de Saco I (MOURA et al. 2008); Reservatório de Tapacurá (BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. 2007b, MOURA et al. 2008, ANDRADE et al. 2009); Reservatório de Sobradinho (CORDEIRO-ARAÚJO et al. 2010).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, Aragão (PEURF 50435). Belo Jardim, Reservatório de Bitury, 03/II/2009, 07/IV/2009, Aragão (PEURF 50440, 50441). Belo Jardim, Reservatório de

Ipojuca, 03/II/2009, 07/IV/2009, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50453, 50454, 50455). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 31/III/2009, 12/V/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50437, 50438, 50439). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50450). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50465, 50466). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50472, 50473, 50474). Serra Talhada, Saco I, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50470). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, 27/X/2009, Aragão e (PEURF 50458, 50459, 50460, 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50475, 50476).

Comentários taxonômicos: ROMO et al. (1993) ao estudar os aspectos morfométricos, ultraestruturais e ecológicos de *G. amphibium*, verificaram haver semelhanças nas características diacríticas desta com *Geitlerinema ionicum* (Skuja) Anagn. (1989), sugerindo que ambas as espécies correspondiam a uma única espécie. KOMÁREK & AZEVEDO (2000) descreveram *G. amphibium* como *G. unigranulatum*. Em seguida, BITTENCOURT-OLIVEIRA et al. (2007b) através de análise molecular com várias linhagens de *Geitlerinema*, demonstrou que estas duas espécies tratavam-se de única espécie (*G. amphibium*) propondo assim uma sinonimização.

Pseudanabaena catenata Lauterborn, Sappropel. Lebewelt, Verh. Naturw. Verein Heidelb. 13, Fig. 27. 1915. (**Fig. 4e**)

Tricomas retos, solitários, constrictos nas paredes das células, não atenuados nas extremidades; células cilíndricas, mais compridas do que largas, arredondada na célula apical; ausência de aerótopos e granulações; 2,35-3,26 µm diâm.; 4,36-7,09 µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatório de Carpina (LIRA et al. 2010, MOURA et al. 2010); Reservatório de Mundaú (DANTAS et al. 2008); Reservatório de Tapacurá (BOUVY et al. 2003, ANDRADE et al. 2009).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50436). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 07/IV/2009, Aragão (PEURF 50454). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 31/III/2009, 12/V/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50437, 50438, 50439). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50463). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 20/V/2009, 28/X/2009, Aragão (PEURF 50442, 50443). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50465, 50466). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50473). Surubim, Reservatório de Juczinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50458, 50459, 50460, 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452).

Comentários taxonômicos: O conteúdo homogêneo da célula, a ausência de grânulos ou aerótopos, e a parede celular bem definida entre uma célula e outra, são características do gênero. A espécie é facilmente identificada pela morfologia da célula apical e dimensões comprimento/largura. As características apresentadas por SANT'ANNA et al. (2007) foram semelhantes morfológicamente, embora as dimensões de comprimento e

largura das células registradas foram inferiores as descritas no presente estudo (2,5-5,0 µm compr.; 1,8-2,6 µm diâm.).

Pseudanabaena papillaterminata (Kiselev) Kukk, Bot. Mater. Bot. Inst. Akad. Nauk SSSR, Spor.Rast. 12:30.1959 (**Fig. 4f**)

Basiônimo: *Phormidium papillaterminatum* Kisselev 1927: 280.

Tricomas retos, solitários, não atenuados e distintamente constrictos nas paredes das células; células cilíndricas, mais longas que largas ou isodiamétricas, apresentando em seus ápices uma protusão com formato cônico, semelhante a um prego; 2,48-2,53 µm diâm.; 4,41-5,43 µm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Ibimirim, Reservatório de Poço da Cruz, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50468). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50474). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50461).

Comentários taxonômicos: A visualização da estrutura (protusão) semelhante a um prego presente nas células apicais, e o formato das células, quadradas a retangulare, são características diacríticas na identificação desta espécie, diferenciando-a das demais espécies do gênero.

Spirulina major Kützing ex Gomont, Ann. Sci. Nat. Bot., ser. 7, 16: 251. 1892 (**Fig. 5a**)

Sinônimo: *Spirulina oscillariorides* Turpin 1827; *Arthrospira major* (Kützing) Crow 1927.

Tricomas helicoidais, solitários, densamente espiralado, verde-azulado; 3,75-5,50 μm diâm. Células mais longas que largas, conteúdo homogêneo, sem aerótopos; 1,25-1,75 μm diâm.; 2,65-3,00 μm altura (distância entre duas espiras).

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, Aragão (PEURF 50446).

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Comentários taxonômicos: A distância entre as espiras e o diâmetro da célula são características diacríticas para a distinção da espécie.

Ordem Nostocales

Família Nostocaceae

Cylindrospermopsis raciborskii (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, in Desikachary (ed.), Tax. biol. of blue-green algae, p. 55. 1972 (**Fig. 5b-d**)

Basiônimo: *Anabaena raciborskii* Woloszynska 1912: 684

Tricomas solitários com morfotipos retos e espiralados, atenuados nas extremidades, não constrictos ou levemente constrictos entre as paredes. Células cilíndricas, sendo as apicais, cônico-arredondadas ou atenuadas; presença de aerótopos; 1,75-4,38 μm diâm.; 4,00-8,07 μm compr. Heterócitos terminais, cônico-alongados; 2,25-4,50 μm diâm.; 5,00-12,50 μm compr. Acinetos ovais, subterminais; 3,75-5,00 μm diâm.; 12,5-15,00 μm compr.

Distribuição no estado de Pernambuco: Reservatório de Alagoinha (BOUVY et al. 2000); Reservatório de Arcoverde (BOUVY et al. 2000, MOURA et al. 2008); Reservatório de Buíque (BOUVY et al. 2000); Reservatório de Carpina (ARAGÃO et al. 2007, MOURA et al. 2008, COSTA et al. 2010, LIRA et al. 2010, MOURA et al. 2010); Reservatório de Ingazeira (BOUVY et al. 1999, BOUVY et al. 2000, HUSZAR et al. 2000, BOUVY et al.

2001); Reservatório de Jazigo (BOUVY et al. 2000, MOURA et al. 2008); Reservatório de Jucazinho (MOURA et al. 2008); Reservatório de Mundaú (DANTAS et al. 2008, MOURA et al. 2008, DANTAS et al. 2010, LIRA et al. 2010); Reservatório de Poço da Cruz (BOUVY et al. 2000, HUSZAR et al. 2000, MOURA et al. 2008); Reservatório de Saco I (BOUVY et al. 2000, MOURA et al. 2008); Reservatório de Tapacurá (BOUVY et al. 2003, MOLICA et al. 2005, MOURA et al. 2008, ANDRADE et al. 2009); Reservatório de Venturosa (BOUVY et al. 2000);

Reservatório de Sobradinho (CORDEIRO-ARAÚJO et al. 2010).

Material examinado (morfotipo reto): BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Belo Jardim, Reservatório de Bitury, 03/II/2009, 07/IV/2009, Aragão (PEURF 50440, 50441). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 03/II/2009, 07/IV/2009, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50453, 50454, 50455). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 31/III/2009, 12/V/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50437, 50438, 50439). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Ibimirim, Reservatório de Poço da Cruz, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50468). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 20/V/2009, 28/X/2009, Aragão (PEURF 50442, 50443). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 10/III/2009, 04/V/2009, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50448, 50449, 50450). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). Palmares, Reservatório Santo Antônio dos Palmares, 08/VI/2009, Aragão (PEURF 50471). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50466). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, 05/X/2009, Aragão

(PEURF 50472, 50473, 50474). Serra Talhada, Saco I, 11/V/2009, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50469, 50470). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50458, 50459, 50460, 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452). Venturosa, Reservatório de Venturosa, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50476).

Material examinado (morfotipo espiralado): BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, Aragão (PEURF 50435). Belo Jardim, Reservatório de Bitury, 03/II/2009, Aragão (PEURF 50440). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 03/II/2009, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50453, 50455). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Garanhuns, Reservatório de Mundaú, 17/III/2009, 09/XI/2009, Aragão (PEURF 50462, 50463). Ibimirim, Reservatório de Poço da Cruz, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50468). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50449). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). Pedra, Reservatório de Pedra, 02/VI/2009, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50465, 50466). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, Aragão (PEURF 50472, 50473). Serra Talhada, Saco I, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50470). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50458, 50459, 50460, 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452).

Comentários taxonômicos: Foram observados morfotipos retos e espiralados sem heterócito e acineto, apenas com um heterócito, com heterócitos nas duas extremidades e morfotipo reto apenas com acineto. Indivíduos com acineto ocorreram apenas nos reservatórios de Arcoverde, Buíque, Duas Unas, Jucazinho, Poço da Cruz e Tapacurá.

Dolichospermum maximum (Cronberg et Komárek) Wacklin, Hoffmann et Komárek 2009. *Fottea* 9(1): 62 (**Fig. 5e**)

Basiônimo: *Anabaena maxima* Cronberg et Komárek, *Nova Hedwigia* 78(1/2): 77, 2004.

Tricomas solitários, retos, subsimétricos. Células esféricas ou em forma de barril, com aerótopos; 7,75-13,00 µm diâm.; 8,00-12,00 µm compr.; heterócitos esféricos, mais curto que largo; 8,20-10,00 µm diâm.; acineto oval, com conteúdo granular e próximo do heterócito; 12,50 -18,50 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 10/III/2009, Aragão (PEURF 50448).

Comentários taxonômicos: A separação dos gêneros *Anabaena* e *Dolichospermum* foi feita por WACKLIN et al (2009), a partir de uma revisão baseada em análise molecular, agrupando-os em clados diferentes. O primeiro gênero formou clado com as espécies não produtoras de vesículas de gás, e de hábitos bentônicos, enquanto que o segundo foi constituído por todas as espécies planctônicas com aerótopos. Os critérios diacríticos para identificação da espécie são: dimensões das células vegetativas, do heterócito e do acineto, e posição do acineto em relação ao heterócito. Apesar desta espécie apresentar dimensões similares a *Dolichospermum planctonicum*, o que diferencia uma da outra é a distância entre o heterócito e acineto.

Dolichospermum torques-reginae (Komárek) Wacklin, Hoffmann et Komárek 2009.

Fottea 9(1): 62 (**Fig. 5f**)

Basiônimo: *Anabaena torques-reginae* Komárek 1984.

Sinônimo: *Anabaena oumiana* M. Watanabe 1996.

Tricomas espiralados com células esféricas ou em forma de barril, constrictas e com aerótopos, 4,75-5,50 μm diâm. Heterócitos arredondados; 5,42-7,08 μm diâm. Acineto esférico, solitário ou ao lado do heterócito; 12,00-13,50 μm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, Aragão (PEURF 50446). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá 05/X/2009, Aragão (PEURF 50474).

Comentários taxonômicos: O tipo da espira do tricoma e a dimensão e posição do acineto em relação ao heterócito foram critérios para identificação da espécie.

***Dolichospermum* sp. (Fig. 6a-b)**

Tricomas curvos formando até mais de três espiras. Células esféricas ou em forma de barril, constrictas, presença de aerótopos; 4,32-5,80 μm diâm. Heterócito esférico; 5,25-7,50 μm diâm.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50436). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50455). Belo Jardim, Reservatório de Bitury, 03/II/2009, Aragão (PEURF 50440). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50474). Surubim, Reservatório de Jucazinho, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50452).

Comentários taxonômicos: Visualização apenas do heterócito no tricoma. A ausência do acineto nas populações analisadas impossibilitou a identificação da espécie.

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2010: 415 (**Fig. 6c-f**)

Basiônimo: *Anabaena aphanizomenoides* Forti (Atti Mem. ac. d'agric. sc. lett. arti comm. Verona, ser. 4,12: 126, fig. 2, 1912).

Sinônimo: *Sphaerospermum aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková 2009; *Aphanizomenon aphanizomenoides* (Forti) Hortobágyi & Komárek 1979: 295.

Tricomas solitários e retos, atenuado nas extremidades. Células arredondadas com formato de barril e grande constrição entre elas; aerótopos definidos; 3,86-5,83 µm diâm.; 4,22-6,25 µm compr. Heterócitos esféricos (1- 4 no tricoma); 5,00-7,50 µm diâm. Acineto alongado ao lado do heterócito ou em ambos os lados do heterócito; 8,25-13,50 µm diâm.

Distribuição no estado de Pernambuco: Primeira citação da espécie.

Material examinado: BRASIL. PERNAMBUCO: Alagoinha, Reservatório de Alagoinha, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50435, 50436). Belo Jardim, Reservatório de Ipojuca, 03/II/2009, 07/IV/2009, 10/XI/2009, Aragão (PEURF 50453, 50454, 50455). Buíque, Reservatório de Arcoverde, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50439). Buíque, Reservatório de Buíque, 30/XI/2009, Aragão (PEURF 50445). Igarassu, Reservatório de Botafogo, 20/V/2009, Aragão (PEURF 50442). Jaboatão dos Guararapes, Reservatório de Duas Unas, 10/III/2009, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50448, 50450). Lagoa do Carro, Reservatório de Carpina, 06/IV/2009, 06/X/2009, Aragão (PEURF 50446, 50447). São Lourenço da Mata, Reservatório de Tapacurá, 10/III/2009, 04/V/2009, 05/X/2009, Aragão (PEURF 50472, 50473, 50474). Serra Talhada, Saco I, 21/I/2010, Aragão (PEURF 50470). Surubim, Reservatório de

Jucazinho, 17/II/2009, 24/III/2009, 28/IV/2009, 27/X/2009, Aragão (PEURF 50458, 50459, 50460, 50461). Venturosa, Reservatório de Ingazeira, 14/IV/2009, 13/X/2009, Aragão (PEURF 50451, 50452).

Comentários taxonômicos: Acinetos foram observados apenas nos tricomas encontrados no reservatório de Jucazinho. A atenuação nas extremidades do tricoma é uma característica essencial da espécie.

3.2. Riqueza e Frequência de ocorrência dos táxons

A maior riqueza de espécies foi registrada nos reservatórios de Alagoinha, Carpina e Ingazeira (10 táxons). Em Buíque, Jazigo, Poço da cruz e Venturosa, durante a primeira fase amostral, não houve registro de cianobactérias.

Do total de espécies identificadas, nove apresentam histórico na produção de toxinas. O maior número destas espécies tóxicas foi registrado no reservatório de Carpina com 7 spp. e Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Ingazeira e Jucazinho com 5 spp. Em Jazigo, Poço da cruz e Venturosa ocorreu apenas uma dessas espécies. Apenas no reservatório Pastora não foi registrada presença de espécie tóxica (Tabela 2).

C. raciborskii morfotipo reto foi o único táxon muito freqüente, sendo registrado em 16 reservatórios, correspondendo a 84,21% de ocorrência. *C. raciborskii* morfotipo espiralado, *G. amphibium*, *M. tenuissima*, *Microcystis* sp., *P. agardhii*, *Pseudanabaena catenata* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* foram os táxons freqüentes. Os táxons pouco freqüentes corresponderam a 13 spp. **Dolichospermum maximum**, *Lyngbya* cf. *ceylanica* e *Spirulina major* apresentaram apenas uma ocorrência durante o estudo, sendo estes considerados esporádicos ou raros (Tabela 2).

4. DISCUSSÃO

Foram identificadas 23 espécies de cianobactérias nos 19 reservatórios estudados localizados no estado de Pernambuco, sendo estas pertencentes às Chroococcales, Oscillatoriales e Nostocales. Oscillatoriales foi a ordem com maior número de táxons (10 spp.), sendo este número registrado nos reservatórios de Alagoinha, Carpina e Ingazeira. O gênero *Microcystis* foi o mais representativo com quatro espécies (*M. novacekii*, *M. panniformis*, *M. protocystis* e *Microcystis* sp.).

Doze espécies foram citadas pela primeira vez para o estado de Pernambuco, sendo elas: *Chroococcus obliteratus*, *Merismopedia glauca*, *M. tenuissima*, *Microcystis novacekii*, *M. protocystis*, *Lyngbya* cf. *ceylanica*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena papillaterminata*, *Spirulina major*, *Dolichospermum maximum*, *D. torques-reginae* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, e cinco foram identificados apenas a nível genérico, por não apresentarem características que delimitam as espécies, provavelmente em consequência de mudanças ambientais.

Seis dos táxons identificados são registrados com frequência em reservatórios de Pernambuco, são eles: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium*, *M. panniformis*, *Oscillatoria princeps*, *Planktothrix agardhii* e *Pseudanabaena catenata*. Estas espécies, em sua maioria, são responsáveis pelas altas densidades de cianobactérias e são produtoras de cylindrospermopsina, saxitoxina e microcystina.

Nos reservatórios de Alagoinha, Carpina e Ingazeira foram registradas dez espécies de cianobactérias, tendo, portanto, as maiores riquezas de espécies. *C. raciborskii*, *Dolichospermum* sp., *G. amphibium*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata* e *S. aphanizomenoides* estiveram presentes nesses três ambientes.

Nas 42 amostragens realizadas, só não foi registrada a presença de cianobactérias em quatro delas: PEURF 50444, PEURF 50456, PEURF 50467, PEURF 50475, respectivamente, correspondente aos reservatórios de Buíque, Jazigo, Poço da cruz e Venturosa.

C. raciborskii, *G. amphibium*, *Planktothrix agardhii* e *Pseudanabaena catenata* foram os táxons que apresentaram a mais ampla distribuição, ocorrendo entre aproximadamente 63 e 84 % dos reservatórios estudados. *D. maximum*, *Lyngbya* cf. *ceylanica* e *S. major* foram os que apresentaram distribuição restrita, ocorrendo apenas nos reservatórios de Duas Unas, Ipojuca e Carpina, respectivamente.

Sugere-se que estudos taxonômicos sejam realizados sempre que possível, em proporções populacionais, para que todos os atributos morfológicos e morfométricos dos representantes desse grupo possam ser comparados, a fim de delimitar as características diacríticas criteriosamente.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao projeto CNPq /CT-Hidro nº 576890/2008-1 intitulado Investigação da presença de genótipos indicadores de biossíntese de microcistinas e cilindrospermopsisna em reservatórios de abastecimento público no estado de Pernambuco: Ações preventivas para o monitoramento da água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. (1985): Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 1: Introduction. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud 38/39: 291–302.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. (1988): Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud 50/53: 327– 472.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. (1990): Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 5: Stigonematales. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud 59: 1–73.
- ANDRADE, C.M., GOMES, C.T.S., ARAGÃO, N.K.C.V., SILVA, E.M. & LIRA, G.A.S.T. (2009): Estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no reservatório de Tapacurá-PE. – Rev. Inst. Adolfo Lutz 68 (1): 109–117.
- ARAGÃO, N.K.C.V., GOMES, C.T.S., LIRA, G.A.S.T. & ANDRADE, C.M. (2007): Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. – Rev. Inst. Adolfo Lutz 66 (3): 240–248.
- BICUDO, C.E.M. & BICUDO, R.M.T. (1970): Algas de águas Continentais Brasileiras- Chave Ilustrada para Identificação de Gêneros. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo. 227p.
- BICUDO, C.E.M. & MENEZES, M. (2006): Gênero de algas de águas continentais do Brasil. 2 ed. São Carlos: Rima. 502 p.

- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., OLIVEIRA, M. C., BOLCH, C. J. S. (2001): Genetic variability of brazilian strains of the *Microcystis aeruginosa* complex (Cyanophyceae/Cyanobacteria) using the nucleotide sequence of the intergenic spacer and flanking regions from *cpcBA*-phycocyanin operon. – J Phycol 37 (5): 810–818.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. (2003): Detection of potentially microcystin producing cyanobacteria in Brazilian reservoirs with a *mcyB* molecular marker. – Harmful Algae 2: 51–60.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., KUJBIDA, P., CARDOZO, K.H.M., CARVALHO, V.M., MOURA, A.N., COLEPICOLO, P. & PINTO, E. (2005): A novel rhythm of microcystin biosynthesis is described in the cyanobacterium *Microcystis panniformis* Komárek et al. – Biochem Biophys Res Commun 326: 687–694.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., MOURA A. N., GOUVÊA-BARROS, S. & PINTO, E. (2007a): HIP1 DNA fingerprinting in *Microcystis panniformis* (Chroococcales, Cyanobacteria). – Phycologia 46: 3–9.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., MASSOLA JR, N.S., HERNANDEZ-MARINE, M., ROMO, S., MOURA, A.N. (2007b): Taxonomic investigation using DNA fingerprinting in *Geitlerinema amphibium* species (Oscillatoriales, Cyanobacteria). – Phycol Res 55: 214–221.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., SANTOS, D. M.S., MOURA, A.N. (2010): Toxic Cyanobacteria in reservoirs in northeastern Brazil: detection using molecular method. – Braz J. Biol. 70 (4): 1005–1010.

- BORNET, E. & FLAHAULT, C. (1886): Revision des Nostocacées heterocystées. – Ann. Sci. Nat., Bot. 7 (3): 323–381.
- BORNET, E. & FLAHAULT, C. (1887): Revision des Nostocacées Heterocystées. – Ann. Sci. Nat., Bot. 7 (5): 51–129.
- BORNET, E. & FLAHAULT, C. (1888): Revision des Nostocacées Heterocystées. – Ann. Sci. Nat., Bot. 7 (7): 177–262.
- BOURRELLY, P. (1970). Les algues d'eau douce – Initiation à la Systématique. N. Boubée; Cie, Paris 3, 512 p.
- BOUVY, M., MOLICA, R.J.R., OLIVEIRA, S., MARINHO, M. & BEKER, B. (1999): Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of Northeast Brazil. – Aquat Microb Ecol 20: 285–297.
- BOUVY, M., FALCÃO, D., MARINHO, M., PAGANO, M., MOURA, A. (2000): Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. – Aquat Microb Ecol 23: 13–27.
- BOUVY, M.A., MOLICA, R., OLIVEIRA, S., MARINHO, M., BECKER, B. (2001): Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). – Aquat Microb Ecol 25 (3): 215–227.
- BOUVY, M., NASCIMENTO, S.M., MOLICA, R.J.R., FERREIRA, A., HUSZAR, V. & AZEVEDO, S.M. F.O. (2003): Limnological features in Tapacurá a reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. – Hydrobiologia 493:115–130.

- BRASIL. (2002): Atlas da biodiversidade de Pernambuco. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. 86p.
- CARMICHAEL, W.W., AZEVEDO, S.M.F.O., MOLICA, R.J.R., JOCHIMSEN, E.M., LAU, S., RINEHART, K.L., SHAW, G.R. & EAGLESHAM, G.K. (2001): Human fatalities from cyanobacteria: Chemical and biological evidence for cyanotoxins. – *Environ Health Perspect* 109: 663–8.
- CARVALHO-DE-LA-MORA, L.M. (1986): Nostocophyceae (Cyanophyceae) de mananciais de abastecimento. I- Açude do Prata, Recife, Pernambuco. – In: Anais do II Encontro Brasileiro de Plâncton, Salvador, BA.
- CARVALHO-DE-LA-MORA, L.M. (1991): Chroococcales (Cyanophyceae) do Estado de Pernambuco, Brasil – II. *Synechocystes*, *Synechococcus*, *Cyanothece*, *Merismopedia*, *Aphanothece*, *Gloeocapsa*, *Chroococcus*, *Gloethece*, *Gomphosphaeria* e *Johannesbaptista*. –In: Encontro Brasileiro de Plâncton, 4. Anais. Recife, PE.
- CHELLAPPA, N.T. & COSTA, M.A.M. (2003): Dominant and co-existing species of cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. –*Acta Oecol* 24: S3–S10.
- CHELLAPPA, N.T., CHELLAPPA, S.L. & CHELLAPPA, S. (2008a): Harmful Phytoplankton Blooms and Fish Mortality in a eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. – *Braz Arch Biol Technol* 51(4): 833–841.

- CHELLAPPA, N. T., BORBA, J. M. & ROCHA, O. (2008b): 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. & 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.
- CORDEIRO-ARAÚJO, M. K., CAVALCANTE-SILVA, E., SANTOS, V. P., DIAS, S. N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., SEVERI, W., MOURA, A. N. (2010): Diversidade fitoplanctônica de Lagoas marginais no reservatório de Sobradinho-Bahia. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). *Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo*. Nuppea. 1ªed. p.55–80.
- COSTA, I.A.S., AZEVEDO, S.M.F.O., SENNA, P.A.C., BERNARDO, R.R., COSTA, S.M. & CHELLAPPA, N.T. (2006): Occurrence of toxin-producing Cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. – *Braz. J. Biol.* 66 (1B): 211–219.
- COSTA, I.A.S., CUNHA, S.R.S., PANOSSO, R., ARAÚJO, M.F.F., MELO, J.L.S., ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M. (2009): Dinâmica de cianobactérias em reservatórios eutróficos do semi-árido do Rio Grande do Norte. – *Oecol. Bras.* 13 (2): 382–401.
- COSTA, C., ESKINAZI-LEÇA, E., MOURA JUNIOR, A.M., ZICKEL, C.S., MOURA, A.N. (2010): Composição florística e variação espaço-temporal do microfítotplâncton no Reservatório de Carpina-PE. – In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E.L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.P.; ALBUQUERQUE, U.P.

(eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea. 1ªed. 33–54.

COUTÉ, A. & BOUVY, M. (2004): A new species of the genus *Cylindrospermopsis*, *C. acuminato-crispa* spec. nova (Cyanophyceae, Nostocales) from Ingazeira reservoir, Northeast Brazil. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud 113: 57–52.

CRONBERG, G. & ANNADOTTER, H. (2006): Manual on aquatic Cyanobacteria a photo and a synopsis of their toxicology. ISSHA, Denmark.

CRONBERG, G. & KOMÁREK, J. (2004): Some Nostocalean Cyanoprokaryotes from lentic habitats of Eastern and Southern Africa. – Nova Hedwigia 78 (1-2): 71–106.

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

DANTAS, E.W., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. & MOURA, A.N. (2010): Spatial-temporal variation in coiled and straight morphotypes of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolsz) Seenayya et Subba Raju (Cyanobacteria). – Acta Bot. Bras. 24 (2): 585–591.

DESIKACHARY, T.V. (1959): Cyanophyta. – I.C.A.R. Monographs on Algae. – New Delhi 686 pp.

- DOMINGOS, P., RUBIM, T. K., MOLICA, R. J. R., AZEVEDO, S. M. F. O., CARMICHAEL, W. W. (1999): First report of microcystin production by Picoplanktonic Cyanobacteria isolated from a northeast Brazilian drinking water supply. *Environ. Toxicol.* 14: 31–35.
- ELENKIN, A.A. (1936–1949): *Sinezelenye vodorosli SSSR*. (Blue-green algae of USSR). – Moscow: Izd-vo Akad Nauk **SSSR**. – Leningrad, 2: 1908pp.
- FALCÃO, D.P.M., MOURA, A.N. & FERRAZ, A. (2002): Florações de microalgas em mananciais do estado de Pernambuco: uma ameaça à qualidade da água. – *Cadernos FAFIRE, Recife* 1 (4): 28–32.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae. In: Kolkwitz, R., Rabenhorst's, L. *Kryptogamen – Flora: Die Algen*. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. II. – 1196p.
- GOMONT, M.M. (1892): *Monographie des Oscillatoriées (Nostocacées homocystées)*. – *Ann. sci. nat., bot. biol. veg.* 7 (15) : 263–368.
- HOLLERBACH, M.M., KOSINSKAJA, E.K. & POLJANSKII, V.I. (1953): *Sinezelenye vodorosli SSSR (Blue-green algae)*. – In: *Opred. presnov. Vodorosl.* Moscow: Sov Nauk 2: 652 pp.
- HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., MARINHO, M., DOMINGOS, P. & SANT'ANNA, C.L. (2000): Cyanoprokaryote Assemblages in Eight Productive Tropical Brazilian Waters. –*Hydrobiologia* 424: 67–77.
- JOCHIMSEN, E.M., CARMICHAEL, W.W., AN, J., CARDO, D.M., COOKSON, S.T., HOLMES, C.E.M., ANTUNES, B.C., MELO FILHO, D.A., LYRA, T.M., BARRETO,

V.S.T., AZEVEDO, S.M.F.O & JARVIS, W.R. (1998): Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. – *New Engl. J. Med.* 338 (13): 873–878.

KOMÁREK, J. (2000): Ecological specificities and areas of distribution in cyanobacterial (cyanoprokaryotic) taxa. *Ekologia i taksonomia glonów – Małżeństwo z rozsadku? XIX Sympozjum sekcji Fykologicznej*. Toruń – Bydgoszcz, 34–49.

KOMÁREK, J. (2003): Planktic oscillatorialean cyanoprokariotes (short review according to combined phenotype and molecular aspects). – *Hydrobiologia* 502: 367–382.

KOMÁREK, J. (2010): Modern taxonomic revision of planktic nostocacean cyanobacteria: a short review of genera. – *Hydrobiologia* 639: 231–243.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1986): Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. – *Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud.* 73 (2): 157–226.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1989): Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 4: Nostocales. – *Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. Stud.* 82 (3): 247–345.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1998): Cyanoprokaryota 1. –In: Ettl, H., Gärtner, G., Heyning, H., Mollenhauer (Hrsg.). Teil: Chroococcales. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Band.19/1. Gustav Fisher.

- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (2005): Cyanoprokaryota 2. –In: Büdel, B., Krienitz, L.; Gärtner, G.; Schargerl, M. (Hrs.). Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band.19/2. Elsevier GmbH, München.
- KOMÁREK, J. & AZEVEDO, M.T.P. (2000): *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algal. Stud. 99: 39–52.
- KOMÁREK, J. & CRONBERG, G. (2001): Some Chroococcalean and Oscillatorialen cyanoprokaryotes from southern African lakes, ponds and pools. – Nova Hedwigia 73: 129–160.
- KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. (2002): Review of the European *Microcystis*-morphospecies (cyanoprokaryotes) from nature. – Czech Phycology, Olomouc 2: 1–24.
- KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. (2004): Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. – Czech Phycology, Olomouc 4: 1–18.
- KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. (2002): Contribution to the knowledge of natural populations of planktic cyanoprokaryotes from central Mexico. – Preslia 74: 207–233.
- KOMÁREK, J., KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J., SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T.P. & SENNA, P.A.C. (2002): Two common *Microcystis* species (Chroococcales, Cyanobacteria) from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. – Cryptogam. Algal. 23: 159–177.

- KOMÁREK, J. & ZAPOMĚLOVÁ, E. (2007): Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* – 1. part: coiled types. – *Fottea* 7(1): 1–31.
- KONDRATEVA, N.V. (1975): Morfogenez i osnovnye puti evoljucii gormogonievych vodoroslej. (Morphogenesis and the main evolutionary tendencies in hormogonal algae.) – Izd “Naukova dumka”, Kiev 302 pp.
- LIRA, G. A. S. T., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. & MOURA, A. N. (2007): Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do estado de Pernambuco. – *R. Bras. Bioci.* 5 (2): 219–211.
- LIRA, G.A.S.T., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., MOURA, A.N. (2009): Structure and dynamics of phytoplankton community in the Botafogo reservoir-Pernambuco-Brazil. – *Braz. Arch. Biol. Technol.* 52 (2): 493–501.
- LIRA, G.A.S.T., MOURA, A.N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., ARAÚJO, E.L. (2010): Comunidade fitoplanctônica e aspectos ecológicos de dois reservatórios eutróficos do nordeste do Brasil. – In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.P.; ALBUQUERQUE, U.P. (eds.). *Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo.* Nuppea. 1ªed., 145–168.
- MATEUCCI, S.D. & COLMA, A. (1982): La metodología para el estudio da vegetación. *Collection de Monografías Científicas. – Série Biología* 22: 168.
- MELO-MAGALHÃES, E.M., MEDEIROS, P. R. P., LIRA, M. C. A., KOENING, M.L., MOURA, A.N. (2009): Determination of eutrophic áreas in Mundaú/Manguaba

lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. – Braz. J. Biol. 69 (2): 271–280.

MOLICA, R., ONODERA, H., GARCIA, C., RIVAS, M., ANDRINOLO, D., NASCIMENTO, S., MEGURO, H., OSHIMA, Y., AZEVEDO, S. & LAGOS, N. (2002): Toxins in the freshwater cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. – Phycologia 41 (6): 606–611.

MOLICA, R.J.R., OLIVEIRA, E.J.A., CARVALHO, P.V.V.C., COSTA, A.N.S.F., CUNHA, M.C.C., MELO, G.L., AZEVEDO, S.M.F.O. (2005): Occurrence of saxitoxins and an anatoxin–a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. – Harmful Algae 4: 743–753.

MOURA, A.N., PIMENTEL, R., LIRA, G.A.S.T., CHAGAS, M.G.S., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. (2006): Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. – Revista de Geografia 23: 25–41.

MOURA, A.N., DANTAS, E.W. & BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. (2007a): Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco – Brazil. –Braz. Arch. Biol. Technol. 50 (4): 645–654.

MOURA, A.N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. & DANTAS, E.W. (2007b): Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. – Acta Bot. Bras. 21: 641–648.

- MOURA, A.N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., MENDONÇA, D.F.P., OLIVEIRA, H.S.B., DANTAS, E.W., PIMENTEL, R.M.M. (2007c): Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil – Revista de Geografia 24: 154–178.
- MOURA, A.N., CARDOSO, E.N., DIAS, S.N., SORIANO, H.B.O., DANTAS, E.W. & BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C. (2008): Diversidade e variação sazonal do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento público no Estado de Pernambuco. – In: Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. MOURA, A. N., ARAÚJO, E.L., ALBUQUERQUE, U. P. (Org.). Comunigraf 1:159–179.
- MOURA, A.N., ARAÚJO, M.K.C., SORIANO, H.B.O., LIRA, G.A.S.T. & NASCIMENTO, E.C. (2010): Cianobactérias planctônicas em reservatório eutrófico do estado de Pernambuco. – In: MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C.; PIMENTEL, R.M.M.P.; ALBUQUERQUE, U.P. (eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea. 1ªed., 115–143.
- MOUSTAKA-GOUNI, M., AR. KORMAS, K., VARDAKA, E., KATSIAPI, M. & GKELIS, S. (2009): *Raphidiopsis mediterranea* Skuja represents non-heterocytous life-cycle stages of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju in Lake Kastoria (Greece), its type locality: Evidence by morphological and phylogenetic analysis. – Harmful Algae 8 (6): 864–872.

- NIMER, E. (1972): Climatologia da Região Nordeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica. Subsídios à geografia regional do Brasil. – Revista Brasileira de Geografia 34 (2): 3–51.
- 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.
- PORFÍRIO, Z., RIBEIRO, M.P., ESTEVAM, C.S., HOULY, R.L.S., SANT'ANNA, A.E.G. (1999): Hepatoesplenomegaly caused by na extract of cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* bloom collected in the Manguaba Lagoon, Alagoas, Brazil. – Rev. Microbiol. 30 (3): 278–285.
- ROMO, S., MIRACLE, M.R., HERNANDEZ-MARINE, M. (1993): *Geitlerinema amphibium* (Ag. Ex Gom.) Anagnostidis (Cyanophyceae): morphology, ultrastructure and ecology. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algal. stud. 69: 11–27.
- SANT'ANNA, C.L. (1991): Two new taxa of Anabaena and other Nostocaceae from the São Paulo State, Southeastern Brazil. – Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algal. stud. 64, 527–545.
- SANT'ANNA, C.L., AZEVEDO, M.T., SENNA, P.A., KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. (2004): Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. – Rev. Bras. Bot. 27 (2): 213–227.

- SANT'ANNA, C.L., MELCHER, S.S., CARVALHO, M.C., GEMELGO, M.P. & AZEVEDO, M.T.P. (2007): Planktic cyanobacteria from upper Tiête basin reservoirs, SP, Brazil. – *Rev. Bras. Bot.* 30 (1): 1–17.
- SILVA, J. M., ALMEIDA, V. L. S., DANTAS, E. W. & MOURA, A. N. (2010): Caracterização Limnológica e Determinação do Estado Trófico de Seis Reservatórios do Estado de Pernambuco. – In: Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo. MOURA, A. N., ARAÚJO, E. L., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., PIMENTEL, R. M. M., ALBUQUERQUE, U. P. (Org.). 1ªed., 267–282.
- STARMACH, K. (1966): Cyanophyta-Sinice. Flora Slodkow Polski. – Warszawa 2: 753pp.
- TEIXEIRA, M.G.L.C., COSTA, M.C.N., CARVALHO, V.L.P., PEREIRA, M.S., HAGE, E. (1993): Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica, Bahia, Brazil. – *Bull. PAHO* 27 (3): 244–253.
- TRAVASSOS-JÚNIOR, A., MOURA, A.N., BITTENCOURT-OLIVEIRA, M.C., LIRA, G.A.S.T. & MENDONÇA, D.F.P. (2005): Comunidade fitoplanctônica no reservatório de Jucazinho região agreste do estado de Pernambuco. – *Cadernos FAFIRE*, Recife 4 (11): 13–15.
- TUCCI, A., SANT'ANNA, C.L., GENTIL, R.C. & AZEVEDO, M.T.P. (2006): Fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. – *Hoehnea* 33 (2): 147–175.

WACKLIN, P., HOFFMANN, L. & KOMÁREK, J. (2009): Nomenclatural validation of the genetically revised cyanobacterial genus *Dolichospermum* (Ralfs ex Bornet et Flahault) comb. nova. – *Fottea* 9 (1): 59–64.

WERNER, V.R. (1988): Cianofíceas planctônicas da lagoa de Tramandaí e da lagoa do Armazém, Rio Grande do Sul, Brasil. – *Iheringia. Ser. Bot.* 37: 33–70.

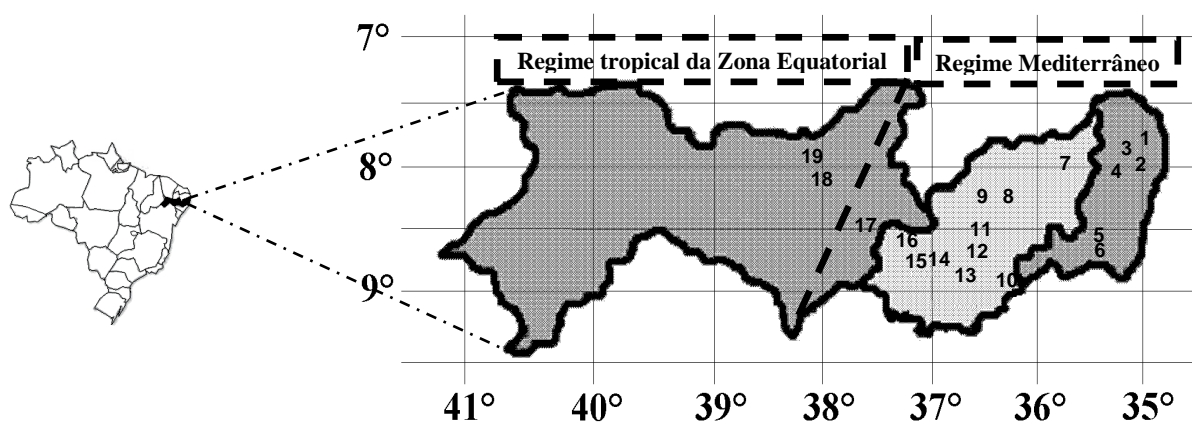


Fig. 1. Localização dos reservatórios no estado de Pernambuco. 1- Botafogo, 2- Duas Unas, 3- Tapacurá, 4- Carpina, 5- Pastora, 6- Santo Antônio dos Palmares, 7- Jucazinho, 8- Bitury, 9- Ipojuca, 10- Mundaú, 11- Alagoinha, 12- Venturosa, 13- Ingazeira, 14- Pedra, 15- Arcoverde, 16- Buíque, 17- Poço da Cruz, 18- Jazigo, 19- Saco I.

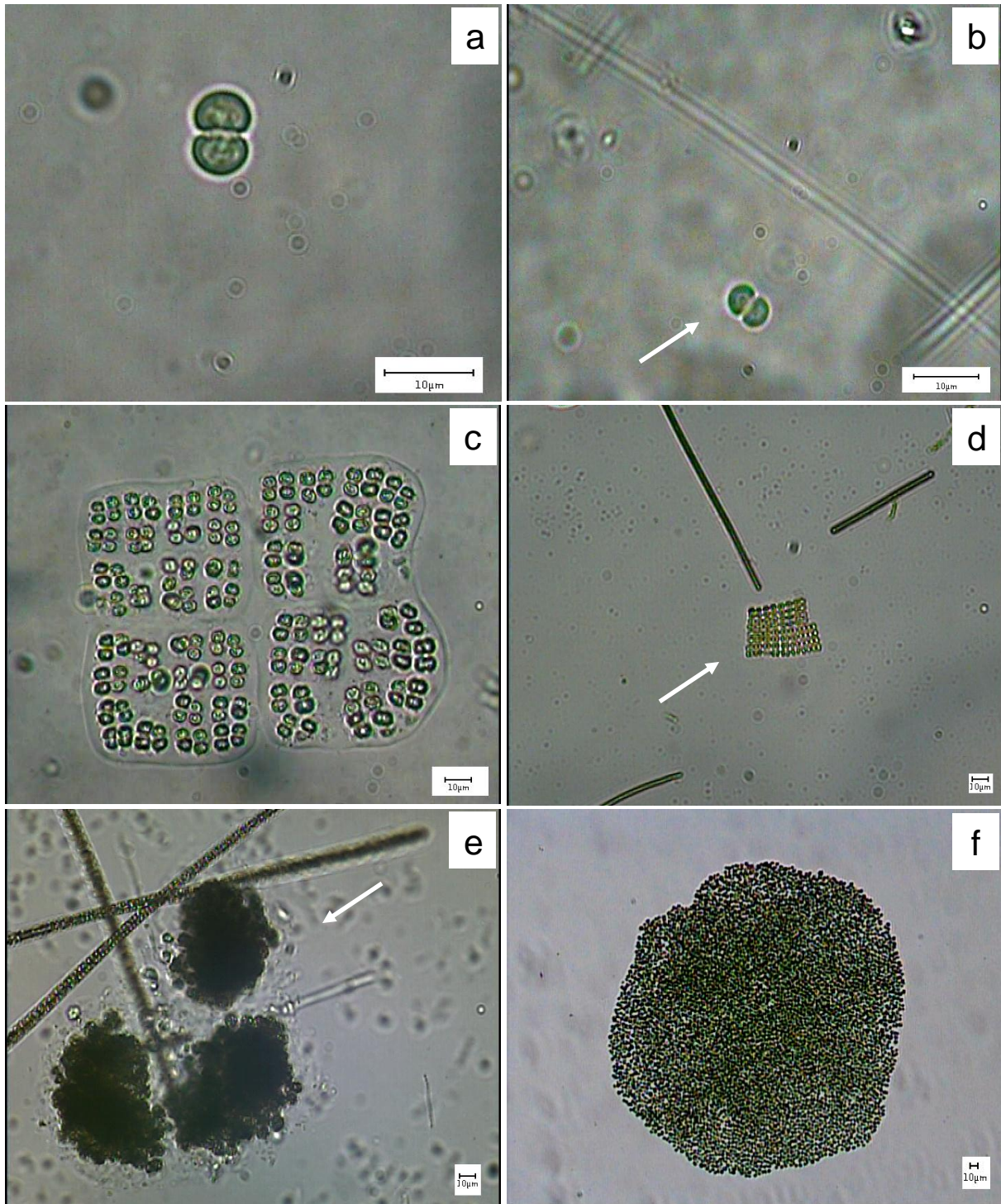


Fig. 2. Chroococcales dos reservatórios estudados. **a.** *Chroococcus obliterated*, **b.** *Chroococcus* sp., **c.** *Merismopedia glauca*, **d.** *M. tenuissima*, **e.** *Microcystis novacekii*, **f.** *M. panniformis* (colônia jovem). A seta aponta os táxons descritos.

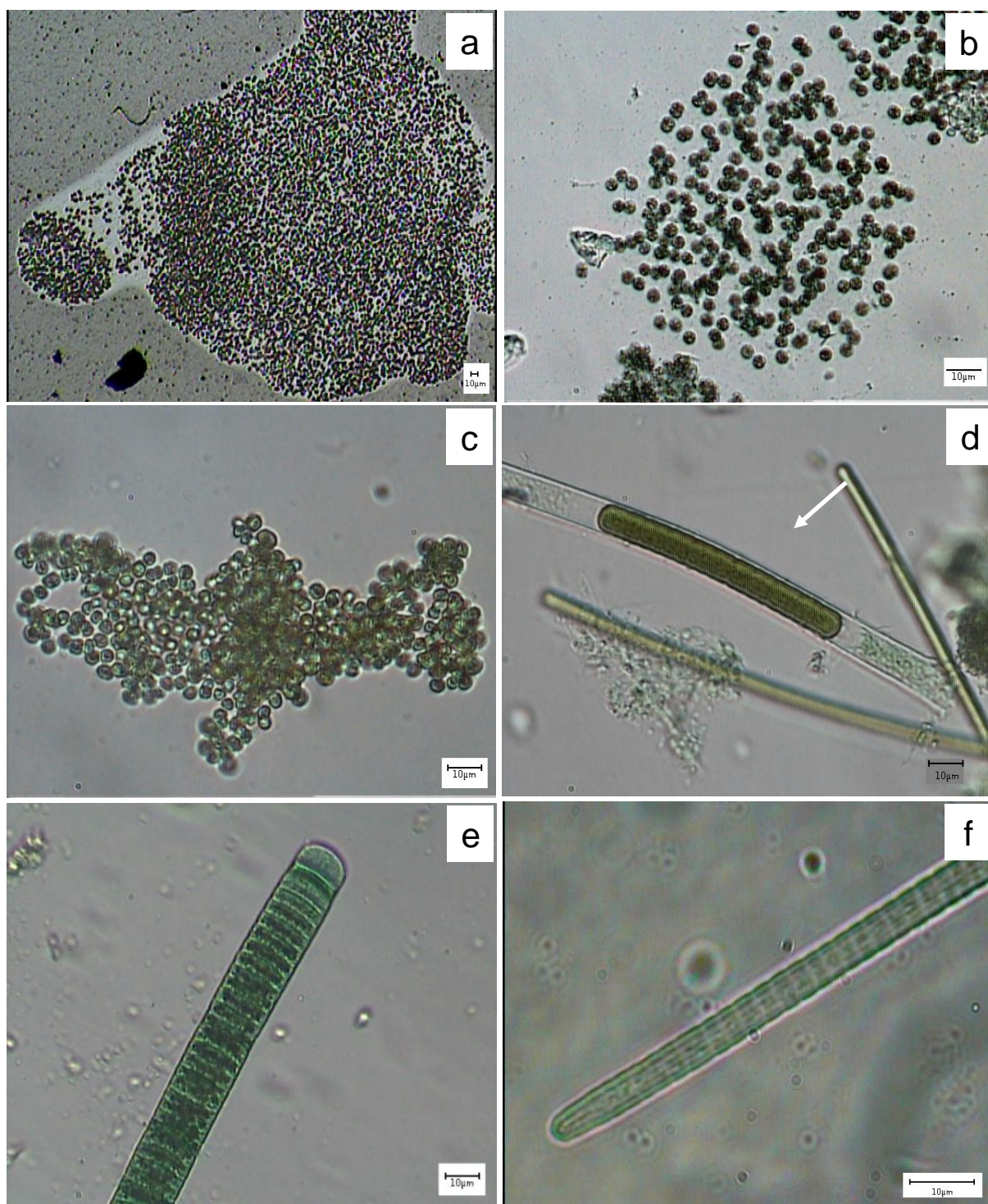


Fig. 3. Chroococcales e Oscillatoriales dos reservatórios estudados. **a.** *Microcystis panniformis* (colônia adulta), **b.** *M. protocystis*, **c.** *Microcystis*. sp., **d.** *Lyngbya* cf. *ceylanica*, **e.** *Oscillatoria princeps*, **f.** *Oscillatoria* sp. A seta aponta o táxon descrito.



Fig. 4. Oscillatoriales dos reservatórios estudados. **a.** *Planktothrix agardhii*. **b.** *P. isoethrix*., **c.** *Planktothrix* sp., **d.** *Geitlerinema amphibium*, **e.** *Pseudanabaena catenata*, **f.** *P. papillaterminata*. A seta aponta o táxon descrito.



Fig. 5. Oscillatoriales e Nostocales dos reservatórios estudados. **a.** *Spirulina major*, **b-c.** *Cylindrospermopsis raciborskii* morfotipo reto, **d.** *Cylindrospermopsis raciborskii* morfotipo espiralado, **e.** *Dolichospermum maximum*, **f.** *Dolichospermum torques-reginae*. A seta aponta os táxons descritos.

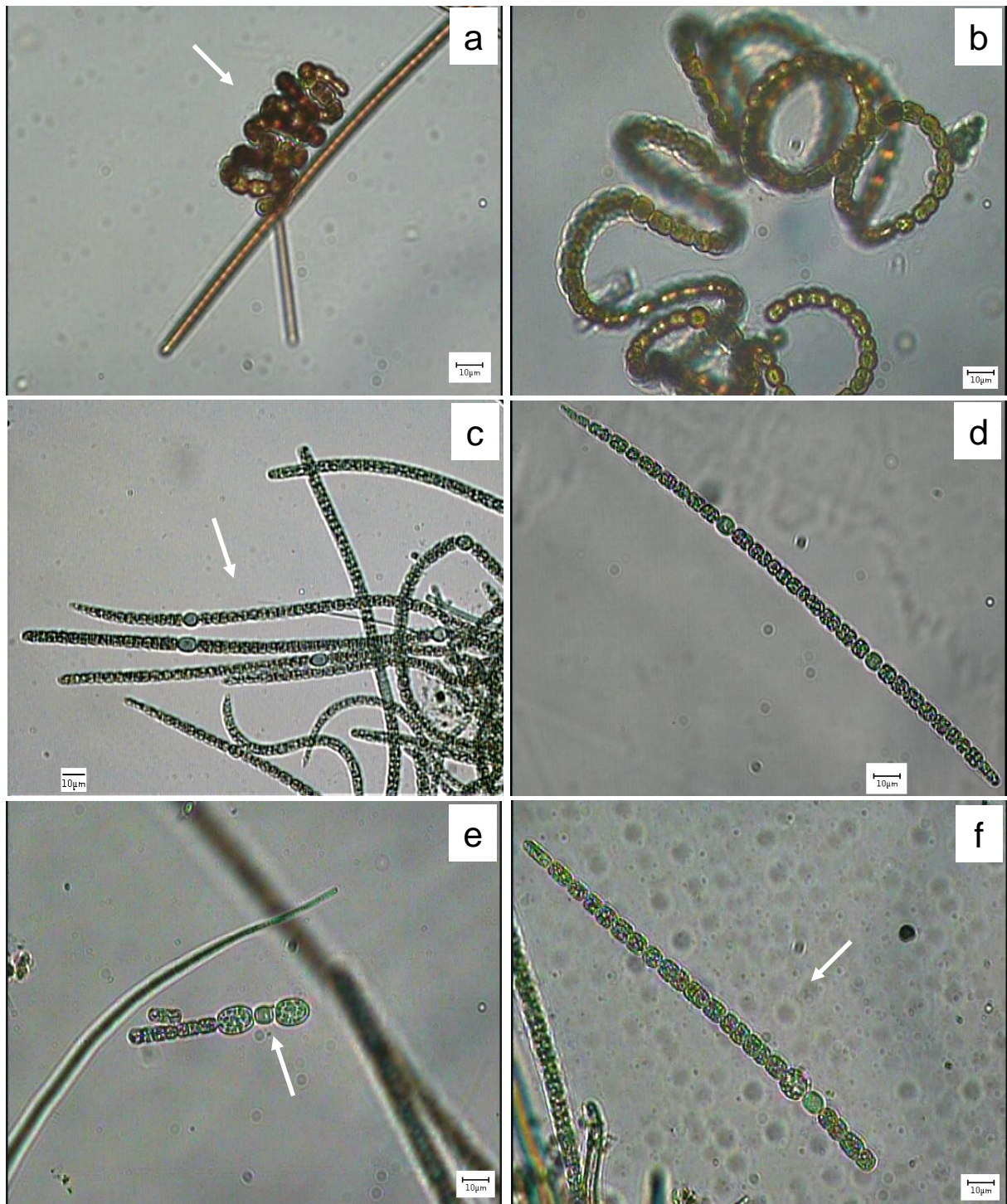


Fig. 6. Nostocales dos reservatórios estudados. **a-b.** *Dolichospermum* sp., **c-f.** *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*. A seta aponta os táxons descritos.

Tabela 1. Localização, datas de coletas, capacidade de acumulação, profundidade máxima e estado trófico dos reservatórios estudados.

Reservatório	Data de coleta	Região fitogeográfica	Coordenadas	Capacidade de acumulação (m ³)	Profundidade máxima (m)	Estado trófico
Alagoinha ^{Ab,Ir}	14.04.2009	Agreste	8°27'31,9"S, 6°46'33,5"W	2.0 x 10 ⁴	5.0	Eutrófico ^a
	13.10.2009					Hipertrófico ^a
Arcoverde ^{Ab,Ir,Ap}	31.03.2009	Agreste	8°33'32,5"S, 6°59'07,5"W	1.7 x 10 ⁸	20.0	Eutrófico ^b
	12.05.2009					Hipertrófico ^c
Bitury ^{Ab,Ap}	30.11.2009	Agreste	08°18'35"S, 36°25'36"W	1.77 x 10 ⁶	11.0m	Mesotrófico ^d
	03.02.2009					
Botafogo ^{Ab,Ap}	07.04.2009	Litorânea	7°50'11,8"S, 35°02'0,8"W	28.8 x 10 ⁶	18.0m	Mesotrófico ^c
	20.05.2009					Hipertrófico ^{e,f}
Buíque ^{Ab,Ir,Ap}	28.10.2009	Agreste	8°37'52,7"S, 7°07'53,5"W	1.1 x 10 ⁵	6.5m	Eutrófico ^a
	02.06.2009					Hipertrófico ^{a,c}
Carpina ^{Ab,Ap}	30.11.2009	Zona da Mata	7°53'03,8"S, 5°20'37,8"W	2.7 x 10 ⁸	15.0m	Eutrófico ^{b,g}
	06.04.2009					Hipertrófico ^c
	06.10.2009					

^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - BOUVY et al. (2000); ^b - SILVA et al. (2010); ^c - MOURA et al. (2008); ^d - MOURA et al. (dados não publicados); ^e - LIRA et al. (2007); ^f - MOURA et al. (2006); ^g - ARAGÃO et al. (2007); ^h - BOUVY et al. (1999); ⁱ - BOUVY et al. (2001); ^j - MOLICA et al. (2005).

Tabela 1. Continuação.

Reservatório	Data de coleta	Região fitogeográfica	Coordenadas	Capacidade de acumulação (m ³)	Profundidade máxima (m)	Estado trófico
	10.03.2009					Oligotrófico ^b
Duas Unas ^{Ab,Ir,Ap}	04.05.2009	Litorânea	8°05'02"S, 35°30,6"W	2.4 x 10 ⁷	14.0m	Eutrófico ^c
	05.10.2009					
Ingazeira ^{Ab,Ir,Ap}	14.04.2009	Agreste	8°36'41,2"S, 6°54'23,7"W	4.81 x 10 ⁶	5.0m	Eutrófico ^a
	13.10.2009					Hipertrófico ^{a,h,i}
	03.02.2009					
Ipojuca ^{Ab,Ap}	07.04.2009	Agreste	8°20'43,7"S, 36°22'31,5"W	3.07 x 10 ⁷	15.0m	Eutrófico ^d
	10.11.2009					
Jazigo ^{Ab,Ir}	11.05.2009	Sertão	8°00'08,2"S, 38°12'38,5"W	15.5 x 10 ⁶	8.2m	Hipertrófico ^c
	21.01.2010					
	17.02.2009					Eutrófico ^b
Jucazinho ^{Ab,Ir, Ap}	24.03.2009	Agreste	7°59'03"S, 35°48'36,7"W	3.2 x 10 ⁸	40.0m	
	28.04.2009					Hipertrófico ^c
	27.10.2009					

^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - BOUVY et al. (2000); ^b - SILVA et al. (2010); ^c - MOURA et al. (2008); ^d - MOURA et al. (dados não publicados); ^e - LIRA et al. (2007); ^f - MOURA et al. (2006); ^g - ARAGÃO et al. (2007); ^h - BOUVY et al. (1999); ⁱ - BOUVY et al. (2001); ^j - MOLICA et al. (2005).

Tabela 1. Continuação.

Reservatório	Data de coleta	Região	Coordenadas	Capacidade de	Profundidade	Estado trófico
Mundaú ^{Ab,Ir, Ap}	17.03.2009	Agreste	8°56'42,8"S, 36°29'27,4"W	1.9 x 10 ⁶	9.0m	Eutrófico ^c
	09.11.2009					
Pastora ^{Ab,Ir}	08.06.2009	Zona da Mata	08°41'28,5"S, 5°36'53,8"W	2.8 x 10 ⁴	5.0m	Oligotrófico ^d
Pedra ^{Ab,Ir, Ap}	02.06.2009	Agreste	8°29'37"S, 36°56'40"W	2.9 x 10 ⁶	7.5m	Eutrófico ^b
	30.11.2009					
Poço da Cruz ^{Ab,Ir}	11.05.2009	Sertão	8°30'31,5"S, 37°42'17,9"W	5.0 x 10 ⁸	10.5m	Eutrófico ^c
	21.01.2010					
Saco I ^{Ab,Ir}	11.05.2009	Sertão	7°56'49,3"S, 38°17'13,1"W	36.0 x 10 ⁶	8.0m	Hipertrofico ^c
	21.01.2010					
Santo Antônio dos Palmares ^{Ab,Ir}	08.06.2009	Zona da Mata	08°41'35,7"S, 5°39'24,6"W	1.3 x 10 ⁴	3.5m	Oligotrófico ^d
	10.03.2009					
Tapacurá ^{Ab,Ir, Ap}	04.05.2009	Litorânea	8°02'31,9"S, 35°11'46,5"W	9.4 x 10 ⁷	9.7m	Hipertrofico ^c
	05.10.2009					
Venturosa ^{Ab,Ir}	14.04.2009	Agreste	8°34'43,6"S, 36°52'47,3"W	12.0 x 10 ⁴	6.0m	Eutrófico ^a
	13.10.2009					Hipertrofico ^a

^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - BOUVY et al. (2000); ^b - SILVA et al. (2010); ^c - MOURA et al. (2008); ^d - MOURA et al. (dados não publicados); ^e - LIRA et al. (2007); ^f - MOURA et al. (2006); ^g - ARAGÃO et al. (2007); ^h - BOUVY et al. (1999); ⁱ - BOUVY et al. (2001); ^j - MOLICA et al. (2005).

Fottea - a journal of the Czech Phycological Society

The journal's Impact Factor: 1.762

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Fottea is the journal published by Czech Phycological Society (formerly bulletin Czech Phycology). Fottea publishes papers on all aspects of the ecology, physiology, biochemistry, cell biology, molecular biology, systematics of algae (including cyanobacteria). Manuscripts submitted must be original and not have been accepted for publication or be under consideration elsewhere. It is the responsibility of authors to ensure that nothing in a submitted manuscript would be in breach of any copyright agreement. On acceptance of a manuscript, copyright is transferred to the journal.

EDITORIAL POLICY

Articles submitted for publication are independently reviewed by referees, and the Editor-in-Chief. However, manuscripts that clearly do not meet the criteria for publication may be rejected by the Editor-in-Chief without being sent for review.

THE MANUSCRIPT

Manuscripts may be submitted in the form of **Original Articles** or **Reviews** or **Short notes** and should be submitted preferably via the [Manuscript submission system](#), exceptionally via e-mail or normal mail to the editorial office. Long contributions such as monographs with photographic plates (up to 60 plates) can also be accepted (deadline for such monographs 1st May). It is essential that manuscripts are written using *double spacing throughout* (including references and legends) with all margins of at least 3 cm. Do not right-justify or divide words at the ends of lines. The font Times New Roman (12 point) is preferred. Italics, e.g. for species names and latin words (e.g. *in situ*), should be in italics. All pages should be numbered in series, with the first page a title page, the second an abstract, followed by the text, references, tables, and legends for figures in that order. Normally, the text should be subdivided into six sections: Introduction, Materials and Methods, Results (or Observations), Discussion,

Acknowledgements and References, although this may not be appropriate for some articles (such as some taxonomic papers).

Latin names should be followed by the capitalized and full or abbreviated authorities (in case of abbreviated authorities please follow *Authors of Plant Names*, Royal Botanic Gardens, Kew (BRUMMITT & POWELL 1992 or <http://www.ipni.org/index.html>), when first used, unless a large number of names with authorities are grouped in a table. Example: *Aphanocapsa parasitica* (KÜTZ.) KOMÁREK et ANAGN. SI (metric) units must be used. Leave a space between numerals and their units (e.g. 10 mm). Abbreviations should be explained in words when first used. Symbols, units, and nomenclature should conform to international usage. Non-English speakers should get the text checked if at all possible, as the editors cannot always be expected to carry out major linguistic revision.

Original Articles should be prepared according to the following format:

The title page should have only the title, the name(s) and address(es) of the author(s), any necessary footnotes, and a short running title suitable for page headings. If the name of an organism is used in the title, an indication of its taxonomic position must be given. The address for correspondence and offprint requests will be that of the first author unless otherwise indicated by means of a footnote. The corresponding author's e-mail (or fax number) should be included.

The Abstract of not more than 300 words should be concise and informative.

Key words: immediately following the abstract, list 6 to 10 key words (alphabetically), separated by commas.

Acknowledgements should be given under a single heading at the end of the article.

References in the text are cited by author and publication date. Use "&" between pairs of authors; for three or more authors, give the first author followed by "et al." and the year. Multiple references must be listed in chronological order (e.g. JOOSTEN & VAN DEN HOEK 1986, BREEMAN 1988, BREEMAN et al. 1994a, b). Only cite articles or books already published or in press, not unpublished work "in preparation". In the list at the end of the paper, references should be typed double spaced in alphabetical order. Include publishers and city of publication

for books. Abbreviations of journal names should follow the *World List of Scientific Periodicals* or the selection *Abbreviated Titles of Biological Journals* issued by the Biological Council.

References should appear in the following style:

HINDÁK, F., HINDÁKOVÁ, A., MARVAN, P., HETEŠA, J. & Hašler, P. (2006): Diversity, abundance and volume biomass of the phytoplankton of the Morava River (Czech Republic, Slovakia) and the Dyje River (Czech Republic) in November 2005. – *Czech Phycology* 6: 77–97.

KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1998): Cyanoprokaryota I. – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. & Mollehnauer, D. (eds): *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 19/1: 1–548, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart – Jena.

WOŁOWSKI, K. & HINDÁK, F. (2005): *Atlas of Euglenophytes*. – 136 pp., Veda, Bratislava.

Tables should be numbered consecutively with arabic numerals, *double-spaced throughout*, on a separate numbered page, have a brief title at the top and be referred to in the text. Tables should not include vertical lines or shading.

Figures should be planned so that after reduction they will fit one column (7.7 cm) or two columns (16 cm) in width, and be no more than 22 cm in length. Allow sufficient space so that the legend can be placed beneath the figure or group. A linear scale must be placed directly on each figure (please follow style of scale bare used in *Fottea* 9/1). Scale length should be indicated on each figure in the legend.

Legends for figures must be typed double-spaced on a separate page and provide enough information for interpretation of the figure, with all abbreviations used.

Line drawings, diagrams, photographs must have good contrast and quality. Groups of photographs forming a single page should be squared accurately and mounted with spaces between them (max 2 mm). Figures should be planned so that the all outer margins are aligned (follow *Fottea* 9/1 page 122). Electronic files should be prepared using standard programs (e.g. Adobe Photoshop, Corel Draw) at a resolution of at least 300dpi (for photographs) and 600dpi (for drawings) and saved as TIFF files. Numbers and lettering should be aligned accurately, in Arial font (10-12 bold for figure numbers), black or white depending upon the background. Magnification scales should be inserted on the figures; the length of the line should be given in

the legend (please follow Fottea 9/1 page 122). **Plates mounted in Word or Power Point cannot be accepted for printing.**

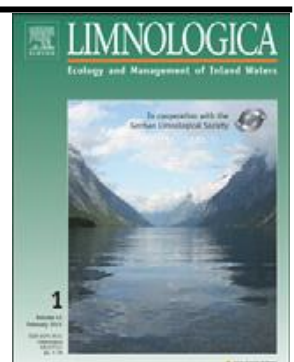
Colour photographs may be printed at the expense of the author (aprox. 240 EUR per page) after consultation with the Editor-in-Chief, PDF version may include colour photos free of charge.

Free article access: Corresponding author will receive PDF file for author's personal use

Manuscrito II

Densidade e biomassa de cianobactérias: Dados indicadores para o estabelecimento de florações em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)

O trabalho será submetido à revista **Limnologica**.



Densidade e biomassa de cianobactérias: Dados indicadores para o estabelecimento de florações em reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil)

Nísia Karine C. V. Aragão^a, Ariadne N. Moura^{a*}, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira^b

^a Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia/ Área de Botânica. Rua D. Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP 52171-900, Recife, PE, Brasil

^b Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Departamento de Ciências Biológicas, Av. Pádua Dias, nº 11, Caixa Postal 9, CEP 13418-900. Piracicaba, SP, Brasil

* Autor para correspondência: e-mail:ariadne@db.ufrpe.br.

Running title: Densidade e biomassa de cianobactérias

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo determinar a densidade e biomassa das espécies de cianobactérias, responsáveis por florações, em 19 reservatórios do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). Foram analisadas 42 amostras coletadas no período entre fevereiro de 2009 e janeiro de 2010, em um único ponto, próximo à margem e na subsuperfície. As amostras foram coletadas com garrafa de *van Dorn* e analisadas em microscópio óptico, e posteriormente, feitas as contagens dos organismos em microscópio invertido através do método de Utermöhl e em seguida foram calculadas as biomassas. Análise de Componentes Principais (PCA) foi baseada nos dados de densidade e biomassa. Foram identificados 23 táxons de cianobactérias em 38 das 42 amostras coletadas. A maior densidade celular foi registrada no reservatório de Venturosa onde *Merismopedia tenuissima* Lemmermann atingiu cerca de 5×10^{10} cel.mL⁻¹. Em 13 reservatórios estudados as densidades de cianobactérias apresentaram-se acima de 10^8 cel.mL⁻¹. Apenas Ingazeira apresentou florações mistas compostas por *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju,

Geitlerinema amphibium (Agardh ex Gomont) Anagnostidis, *Microcystis novacekii* (Komárek) Compère, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková, com densidade acima de 10^7 cel.mL⁻¹. As maiores biomassas foram registradas nos reservatórios em que as densidades estiveram acima de 10^7 cel.mL⁻¹. Dentre as espécies com maiores densidades e biomassas estão *M. tenuissima* e *Microcystis panniformis* J. Komárek, J. Komárková-Legnerová, C.L. Sant'Anna, M.T.P. Azevedo & P.A.C. Senna em Venturosa e Duas Unas, respectivamente. A análise da PCA apresentou separação dos reservatórios em função das maiores e menores densidades e biomassas de cianobactérias, isto revela que as florações ocorreram quando os valores de densidade total estiveram acima de 10^8 cel.mL⁻¹, e biomassa total superior a 10^3 mg.L⁻¹. As espécies responsáveis pelo aumento destes valores apresentaram densidade e biomassa a partir de 10^7 cel.mL⁻¹ e 10^2 mg.L⁻¹, respectivamente. Considerando que as florações foram indicadas a partir destes valores, constata-se a ocorrência deste fenômeno em 12 reservatórios constituídos por 18 espécies de cianobactérias.

Palavras-chave: Corpos d'água continentais, potencialmente tóxica, quantificação, região semiárida

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento excessivo de cianobactérias em corpos d'água continentais, conhecido como florações, é favorecido por um conjunto de fatores, como: temperaturas elevadas (Shapiro, 1990; Padisák, 1997), pH alcalino (Reynolds e Walsby, 1975), estabilidade da coluna d'água (Paerl, 1988), elevadas concentrações de nutrientes (especialmente fósforo) (Watson et al., 1997) e baixa relação N:P (Smith, 1983). Características estas, são verificadas na maioria dos reservatórios que estão inseridos nas regiões semiáridas do Nordeste do Brasil.

Essas florações, em sua maioria, são dominadas por uma ou poucas espécies de

cianobactérias, que resultam em coloração visível de forma diferenciada nos sistemas naturais, comprometendo a potabilidade hídrica por ocasionar vários problemas, como: gosto e odor desagradáveis à água, entupimento de filtros na estação de tratamento, desequilíbrio do ecossistema em razão do esgotamento do oxigênio dissolvido e a liberação de toxinas no ambiente (Chorus e Barthram, 1999; Havens, 2008; Humpage, 2008; Hudnell, 2010).

As espécies formadoras de florações, em sua maioria, são potencialmente tóxicas chegando a ocasionar problemas sérios de saúde. Índicio de contaminação por cianobactérias foi relatado por Teixeira et al. (1993), no estado da Bahia (reservatório de Itaparica) envolvendo dois mil casos de gastroenterite. Em Caruaru, estado de Pernambuco, no ano de 1996, 76 pacientes de uma clínica de hemodiálise foram a óbito por intoxicação com cianotoxinas (Carmichael et al., 2001).

A freqüente ocorrência de cianobactérias e o registro de elevadas densidades destes organismos têm sido reportados em diversos estudos, como a presença de *Microcystis* Lemmermann e *Anabaena* Bory ex Bornet et Flahault em reservatórios da Bahia (Teixeira et al., 1993) e Alagoas (Porfírio et al., 1999; Melo-Magalhães et al., 2009); *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, *Microcystis* spp., *Oscillatoria* spp., *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Aphanizomenon* spp. e *Anabaena* spp. em reservatórios do Rio Grande do Norte (Panosso et al., 2007; Chellappa e Costa, 2003; Costa et al., 2006; Chellapa et al., 2008; Chellapa et al., 2009; Costa et al., 2009).

No estado de Pernambuco, os estudos com cianobactérias tomaram impulso após o ocorrido na cidade de Caruaru. Bouvy et al. (1999; 2000; 2001), Huszar et al. (2000) e Falcão et al. (2002) registraram a freqüente ocorrência e elevadas densidades de *C. raciborskii* em reservatórios do Estado. Carmichael et al. (2001) observaram que no reservatório de Tabocas na cidade de Caruaru, as cianobactérias eram predominantes e registraram a presença de microcistinas -LR, -YR e -AR no ecossistema.

Estudos de identificação e quantificação de cianobactérias no reservatório de Carpina-PE foram desenvolvidos ao longo de 8 anos, em períodos amostrais distintos, onde foi verificado que as maiores densidades eram formadas por *C. raciborskii*, *Raphidiopsis curvata* F.E. Fritsch & M.F. Rich, *Geitlerinema amphibium* (Agardh ex Gomont) Anagnostidis e *P. agardhii* (Aragão et al., 2007 ; Moura et al., 2007a ; Costa et al., 2010; Lira et al., 2010).

No reservatório de Mundaú, região agreste do estado de Pernambuco, Moura et al. (2007b), Dantas et al. (2008; 2010) e Lira et al. (2010) observaram a predominância de *C. raciborskii* e *P. agardhii* ao estudarem a variação na riqueza, densidade e grupos funcionais de cianobactérias em intervalos amostrais sazonais e nictemerais, relacionando as variações na comunidade com as condições ambientais.

Em Tapacurá, reservatório localizado na zona da mata do Estado, a quantificação da densidade de cianobactérias foi realizada por Bouvy et al. (2003), Molica et al. (2005), Andrade et al. (2009), onde estes reportaram as maiores densidades de *Anabaena spiroides* Klebahn, *C. raciborskii*, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Pseudanabaena* sp. e *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, (= *C. raciborskii*).

Dentre estes estudos realizados, até o momento, nenhum abordou o estabelecimento de dados quantitativos para determinar ou definir florações de cianobactérias. Molica & Azevedo (2009) mencionam que não há uma definição exata para floração, em termo de quantidade específica de células por unidade de volume, mas normalmente define-se, quando o total de células excede a média da densidade no corpo d'água.

O presente estudo visa testar a hipótese de que valores elevados de densidade e biomassa associados a mudança na coloração da água, caracterizam uma floração em reservatórios para abastecimento público independente da população de cianobactérias predominante.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Áreas de estudo e periodicidade de coleta

Os reservatórios do Nordeste, por estarem inseridos na região semiárida, são influenciados por três regimes de chuvas (Tropical da Zona Equatorial, Tropical do Brasil Central no norte e Mediterrâneo) (Nimer, 1972). O estado de Pernambuco, no entanto, é influenciado por apenas dois desses regimes: o Tropical da Zona Equatorial, onde se localiza os reservatórios de Jazigo e Saco I, onde o máximo pluviométrico se dá no outono (março a abril) e o mínimo na primavera (setembro a dezembro), e o Mediterrâneo, que ocorre na região onde estão localizados os demais reservatórios, caracterizados com o máximo no outono ou inverno e o mínimo na primavera ou verão.

O estado de Pernambuco constitui-se de paisagens geográficas variadas, onde estão inseridas as regiões fitogeográficas: Zona da mata, litorânea, agreste e sertão. A zona da mata, com aproximadamente 7.915 km², apresenta clima tropical úmido, com fortes chuvas no outono e inverno. O litoral de Pernambuco estende-se por 187 km, apresentando clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno. A área ocupada pelo agreste situa-se numa estreita faixa, paralela à costa, representando cerca de 25% do território, com áreas mais úmidas e outras mais secas, onde o clima é variado. O sertão localiza-se em mais da metade do Estado (64% do território), caracterizado pela escassez de chuvas e o clima é semi-árido quente (Brasil, 2002).

O estudo foi realizado em 19 reservatórios (Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa) localizados em diferentes regiões fitogeográficas do Estado de Pernambuco (Fig.1 e Tabela 1).

As coletas foram realizadas em um único ponto, próximo à margem e na subsuperfície. Em cada um dos reservatórios, o período de amostragem foi compreendido de fevereiro de 2009 a janeiro de 2010, com um total de 42 amostras. As coletas foram realizadas em duas

etapas: a primeira entre fevereiro a junho de 2009, e a segunda entre outubro de 2009 a janeiro de 2010, compreendendo períodos seco e chuvoso, a fim de obter o máximo de informações sobre as cianobactérias e verificar a situação dos reservatórios em relação à ocorrência de florações.

Dos 19 reservatórios estudados, apenas Duas Unas, Pastora e Santo Antonio dos Palmares são oligotróficos; Bitury e Botafogo, mesotróficos, e os demais eutróficos-hipertóxicos. Os dados de estado trófico referem-se aos períodos compreendidos entre 1988 a 2010 (Tabela 1).

2.2. Análises hidrológicas

Foram analisadas as variáveis abióticas *in situ*, apenas quando os dados hidrobiológicos não foram determinados em outros trabalhos. As variáveis abióticas mensuradas foram: temperatura da água e oxigênio dissolvido com oxímetro (Schott Glaswerke Mainz, handylab OX1), condutividade elétrica com uso de condutivímetro (Schott Glaswerke Mainz, handylab LF1), turbidez com turbidímetro (Hanna Instruments, HI 93703) e pH com potenciômetro (Digimed, DMPH-2) e intensidade luminosa com fotômetro marca LICor 250 (Tabela 2).

2.3. Análise quali-quantitativa das cianobactérias

Para as análises quali-quantitativas das cianobactérias foram coletadas amostras de água, através de garrafa de *van Dorn*. Em cada coleta foram obtidas quatro amostras, sendo uma preservada com lugol acético 4%, destinada à análise quantitativa, uma preservada com formalina 4%, uma com solução de Transeau (Bicudo e Bicudo, 1970) e uma sem qualquer tipo de preservação (para visualização das características e movimentos dos organismos não vistos após preservação), sendo estas destinadas para as análises morfométricas, identificação e registro fotográfico. Todas as amostras foram armazenadas em frascos âmbar com tampa de rosca.

Para a identificação, foram confeccionadas lâminas semi-permanentes ($n=10$) para cada amostragem, com material vivo e preservado com formol ou transeau. Foram analisadas as características morfológicas e realizadas as medidas das dimensões de 50 organismos das espécies abundantes e apenas 10 para espécies pouco frequentes, através de microscópio óptico ZEISS, modelo Jenaval, com ocular de medição acoplada em aumento de 400X e 1000X.

A identificação das espécies foi feita com uso de artigos e livros especializados, tais como, Komárek e Anagnostidis (1986; 2005), Anagnostidis e Komárek (1988), Komárek e Cronberg (2001), Komárek e Komárková (2002; 2004), Couté e Bouvy (2004), Cronberg e Komárek (2004), Cronberg e Annadotter (2006), Komárek e Zapomělová (2007), Moustaka-Gouni et al. (2009).

Para fotodocumentação dos organismos identificados foi utilizada câmera Samsung, mod. SHC 730N (Samsung Tchin Co, Ltd., Korea) acoplada ao microscópio trinocular Zeiss, mod. Jenaval, com uso do software Honestech TVR 2.5.

As contagens foram realizadas através do método de Utermöhl (1958), usando microscópio invertido Zeiss, modelo Axiovert 135 M, em aumento de 400x. A quantificação dos organismos foi feita a partir das contagens em campos aleatórios, sendo o número mínimo de campos contados determinado por dois critérios: estabilização do número de espécies obtida a partir de espécies novas adicionadas aos campos contados; e espécies mais abundantes, obtida pela contagem de até 400 indivíduos da espécie predominante, para obter confiabilidade dos dados de 95% e variação de aproximadamente 10% (Lund et al., 1958; Calijuri, 2006). Os resultados foram expressos em densidades (cel.mL^{-1}) seguindo recomendação de Weber (1973).

2.4. Determinação da biomassa celular

As biomassas das cianobactérias foram determinadas a partir da densidade de células (cel.mL^{-1}) de cada espécie e do volume celular específico ($\text{mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$).

Para mensuração do volume celular, foram utilizadas médias ($n = 50$, para espécies mais abundantes e $n = 10$, para as espécies pouco frequentes) das dimensões das células de cada táxon. De posse destas medidas, foram calculados os volumes celulares de acordo com fórmulas de figuras geométricas que mais se assemelham a cada espécie, segundo Hillebrand et al. (1999). Os valores obtidos em $\mu\text{m}^3.\text{mL}^{-1}$ foram transformados para $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$. As densidades calculadas foram multiplicadas pelos respectivos volumes celulares, obtendo, desta forma, os valores de biomassa em $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ (Wetzel e Likens, 2000).

2.5. Abundância e dominância dos táxons

A abundância e dominância foram determinadas de acordo com Lobo e Leighton (1986), sendo consideradas abundantes as espécies com densidades superiores à média da densidade da comunidade, e dominantes, aquelas cujas densidades ultrapassaram 50% do total da densidade da comunidade.

2.6. Análise estatística

Para a escolha do método estatístico multivariado foram preparadas duas matrizes: uma com os dados de densidade e outra com os dados de biomassa, utilizando-se todas as espécies estudadas. Previamente foi feita uma Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) para verificar o comprimento do gradiente, e em seguida foi feita a Análise de Componentes Principais (PCA) a fim de obter respostas quanto à existência ou não de floração, a distribuição nos reservatórios estudados e quais espécies são responsáveis por este fenômeno. Os dados de densidade e biomassa de todas as espécies e amostragens foram plotados em gráficos biplot. Para ambas análises foi utilizado o programa CANOCO versão 4.5.

Para a interpretação dos dados, foram elaboradas faixas de classificação de acordo com escalas de densidades totais de cianobactérias e com as biomassas correspondentes aos respectivos dados de densidade. A faixa de classificação utilizada foi a seguinte: Amostragens

onde não ocorreram cianobactérias - círculos pretos; densidades totais com escala de 10^5 cel.mL⁻¹ correspondente as biomassas totais de 1-10mg.L⁻¹ - círculos brancos; densidades totais com escala de 10^6 cel.mL⁻¹ correspondente as biomassas totais de 10-10² mg.L⁻¹ - círculos azuis; densidades totais com escala de 10^7 cel.mL⁻¹ correspondente as biomassas totais de 10²-10³ mg.L⁻¹ - círculos verdes; densidades totais com escala de 10^8 cel.mL⁻¹ correspondente as biomassas totais de 10³-10⁴ mg.L⁻¹ - círculos amarelos; densidades totais com escala de 10^9 cel.mL⁻¹ correspondente as biomassas totais de 10⁴ mg.L⁻¹ - círculos vermelhos; e densidades totais com escala de 10^{10} cel.mL⁻¹ correspondente também as biomassas totais de 10⁴ mg.L⁻¹ - círculos rosas.

3. RESULTADOS

3.1. Variáveis abióticas

A Tabela 2 apresenta a variação dos parâmetros ambientais nos reservatórios. As temperaturas do ar e da água estiveram sempre acima de 26°C. A condutividade elétrica foi mais elevada ($>154.00 \mu.S^{-1}$) nos reservatórios das regiões Agreste e Sertão, e mais baixas naqueles localizados nas regiões Litorânea, Metropolitana e Zona da Mata ($<102.00 \mu.S^{-1}$). O pH apresentou-se alcalino (>7.66) na maioria dos reservatórios, exceto em Botafogo, Duas Unas, Pastora e Santo Antônio dos Palmares. As concentrações de oxigênio dissolvido foram geralmente elevadas em todos os reservatórios ($>5.70mg.L^{-1}$). O maior valor de turbidez foi registrado em Mundaú (633.00 UNT), onde obteve 0.2m de transparência de secchi, enquanto a menor turbidez foi registrada em Pedra (5.06 UNT).

3.2. Variáveis bióticas

Foram identificados 23 táxons de cianobactérias, sendo oito pertencentes à ordem Chroococcales, dez Oscillatoriales e cinco à Nostocales (Tabelas 3-7).

O maior número de espécies (10 spp.) ocorreu nos reservatórios de Alagoinha, Carpina e Ingazeira, e as menores riquezas (2spp.) foram registradas em dois reservatórios (Jazigo e Pastora) (Tabelas 3-7).

A maior densidade total de cianobactérias foi registrada no reservatório de Venturosa com cerca de 5×10^{10} cel.mL⁻¹, e as menores nos reservatórios Bitury, Jazigo, Pastora, Saco I e Santo Antônio dos Palmares, entre 10^4 e 10^5 cel.mL⁻¹ (Tabelas 3-7). Em 13 reservatórios estudados as densidades de cianobactérias estiveram acima de 10^8 cel.mL⁻¹.

Merismopedia tenuissima Lemmermann, *Microcystis panniformis* J. Komárek, J. Komárková-Legnerová, C.L. Sant'Anna, M.T.P. Azevedo & P.A.C. Senna e *P. agardhii* apresentaram maiores densidades de cianobactérias nos ecossistemas Venturosa, Duas Unas e Carpina, respectivamente.

Em Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Ingazeira, Mundaú, Pedra e Tapacurá foi observada a presença de espécies de *Microcystis* (*M. novacekii* (Komárek) Compère, *M. panniformis*, *M. protocystis* W. B. Crow e *Microcystis* sp.) com densidades acima de 10^7 cel.mL⁻¹, em ao menos uma amostragem (Tabelas 3-7).

Em 16 reservatórios foi registrada a presença de *C. raciborskii*, dos quais, 13 foi verificada a ocorrência de dois morfotipos, reto e espiralado. Em Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Tapacurá e Venturosa, a densidade de *C. raciborskii* esteve acima de 10^7 cel.mL⁻¹. Em 10 reservatórios *G. amphibium* apresentou densidade acima do valor supracitado (10^7 cel.mL⁻¹), em pelo menos uma amostragem (Tabelas 3-7).

P. agardhii foi registrada em nove reservatórios, destes, Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Jucazinho e Tapacurá, estiveram com densidade acima de 10^7 cel.mL⁻¹, em ao menos uma amostragem, e *Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek & Komárková apresentou densidade acima de 10^7 cel.mL⁻¹ nos reservatórios de Ipojuca, Jucazinho e Pedra (Tabelas 3-7).

Pseudanabaena catenata Lauterborn e *Pseudanabaena papillaterminata* (Kiselev) Kukk apresentaram densidades acima de 10^7 cel.mL⁻¹ nos reservatórios (Carpina e Ingazeira) e (Poço da Cruz), respectivamente, pelo menos em uma amostragem (Tabelas 3-7).

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, Jezberová, Hrouzek, Hisem, Reháková & Komárková foi registrado em 11 reservatórios, sendo em Alagoinha, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Jucazinho e Tapacurá, a densidade esteve acima de 10^7 cel.mL⁻¹, pelo menos em uma amostragem (Tabelas 3-7).

Com densidades acima de 10^7 cel.mL⁻¹ foram verificadas florações multiespecíficas formadas por espécies de *Microcystis* (*M. novacekii*, *M. panniformis* e *Microcystis* sp.) para o reservatório de Alagoinha; florações de *Microcystis* com *C. raciborskii* em Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Mundaú, Pedra e Tapacurá (Tabelas 3-7).

Em nove reservatórios foram registradas florações de *C. raciborskii* com *Planktothrix* e de *C. raciborskii* com *G. amphibium*, e em Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Ingazeira, Ipojuca, Jucazinho, Pedra e Tapacurá, florações de *Planktothrix* com *G. amphibium*. Apenas Ingazeira apresentou florações mistas formadas por *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *M. novacekii*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata* e *S. aphanizomenoides*, com densidades acima de 10^7 cel.mL⁻¹ (Tabelas 3-7).

Foi verificada a ocorrência de dois eventos isolados de floração monoespecífica, um de *Dolichospermum maximum* (Cronberg et Komárek) Wacklin no reservatório de Duas Unas e outro de *Spirulina major* Kützing ex Gomont em Carpina (Tabelas 3-7).

As maiores biomassas foram registradas em Venturosa (*Merismopedia tenuissima*, 74×10^3 mg.L⁻¹), e em Duas Unas (*M. panniformis*, 30×10^3 mg.L⁻¹ e *Microcystis* sp., 42×10^3 mg.L⁻¹). As menores foram verificadas no reservatório de Bitury, Botafogo, Jazigo, Pastora, Saco I e Santo Antonio dos Palmares (Tabelas 8-12).

As elevadas biomassas foram registradas nos mesmos reservatórios em que as densidades estiveram acima de 10^7 cel.mL⁻¹.

M. tenuissima embora apresente um volume celular menor em relação às espécies de *Microcystis*, a biomassa dessa espécie esteve elevada em consequência do alto valor de densidade registrado para Venturosa (Tabelas 8-12).

Os táxons considerados abundantes e dominantes ao longo do estudo estão representados nas tabelas 3-7.

3.3 Análise estatística

A Análise de Componentes Principais (PCA) com dados de densidade apresentou uma explicabilidade em 51,7% nos dois primeiros eixos. Foram estabelecidos cinco grupos em função da ocorrência ou não de florações. O grupo (A) foi constituído pelos reservatórios que não apresentaram ocorrência de cianobactérias em conjunto com os que registraram menores densidades totais ($10^5 - 10^7$ cel.mL⁻¹). O grupo (B) esteve constituído pelos reservatórios com densidades totais acima de 10^8 cel.mL⁻¹. Venturosa (42) foi o único que apresentou densidade na escala 10^{10} cel.mL⁻¹, e por isto a análise apresentou este reservatório isolado dos demais (Fig. 2). O grupo (C) esteve formado por espécies coloniais, *Microcystis panniformis* (Mpa), *M. novacekii* (Mno), *M. protocystis* (Mpr) e *Microcystis* sp. (Msp) e *Merismopedia tenuissima* (Mte), por apresentarem as mais elevadas densidades, nos reservatórios de Alagoinha, Duas Unas, Pedra e Mundaú. O grupo (D) associou as espécies filamentosas, *C. raciborskii* morfotipos reto e espiralado (Crar e Crae), *G. amphibium* (Gam), *P. agardhii* (Pag), *P. catenata* (Pca) e *S. aphanizomenoides* (Sap), os quais apresentaram maior explicabilidade em resposta a presença constante destas espécies nos reservatórios com elevadas densidades ao longo do estudo e o grupo (E), também constituído por espécies filamentosas, ocorrentes nos reservatórios de Alagoinha, Carpina, Ingazeira e Jucazinho, foi formado quando as densidades estiveram acima de 10^8 cel.mL⁻¹ (Fig. 2).

A Análise de Componentes Principais com os dados de biomassa apresentou explicabilidade em 49,6% nos dois primeiros eixos. Os resultados foram semelhantes aos dados de densidade, no entanto, foram estabelecidos dois grupos: O grupo (A) foi formado

pelos reservatórios que apresentaram maiores biomassas (acima de 10^3 mg.L^{-1}) e o grupo **(B)** esteve formado pelos reservatórios que não apresentaram cianobactérias e os que apresentaram baixas biomassas (10^3 mg.L^{-1} - 1 mg.L^{-1}) Neste grupo foi possível observar que *D. maximum* (*Dma*), *L. cf. ceylanica* (*Lce*) e *S. major* (*Sma*) estiveram próximas por terem sido as espécies que ocorreram única vez, e também por apresentarem biomassas abaixo de 10^3 mg.L^{-1} (Fig. 3).

Através desta análise verificou-se a separação dos reservatórios em função das maiores e menores densidades e biomassas de cianobactérias, demonstrando a ocorrência de florações quando os valores de densidade total ocorrem a partir de 10^8 cel.mL^{-1} , e biomassa total a partir de 10^3 mg. L^{-1} . As espécies responsáveis pelo aumento destes valores apresentaram densidade e biomassa a partir de 10^7 cel.mL^{-1} e 10^2 mg.L^{-1} , respectivamente.

4. DISCUSSÃO

As elevadas densidades e biomassas de cianobactérias e a presença de coloração diferenciada na maioria dos reservatórios estudados do estado de Pernambuco, embora localizados em diferentes regiões fitogeográficas, caracterizam estes ecossistemas como favoráveis a formação de florações.

Esse grupo de algas é indicativo de um estado avançado de eutrofização sempre que ocorre aumento de suas densidades e biomassas (Huszar & Silva, 1999), uma vez que a eutrofização é acarretada pelo excesso de nutrientes, especificamente nitrogênio e fósforo, os quais são essenciais para o metabolismo das cianobactérias, que provêm do acúmulo de cargas poluidoras nos ambientes aquáticos (Paerl, 2009).

O predomínio das cianobactérias em reservatórios tropicais eutróficos, além de ser favorecido pelas altas concentrações de nutrientes, deve-se também a outros fatores, como elevadas temperaturas, baixa precipitação e pH alcalino (Chorus & Bartram, 1999; Bouvy et al., 2000; Chellappa & Costa 2003). Alguns destes fatores foram observados no presente

estudo como temperaturas superiores a 26°C e pH alcalino, nos reservatórios classificados como eutróficos a hipertróficos, o que conseqüentemente propicia a ocorrência persistente desses organismos.

No presente trabalho as maiores densidades de cianobactérias foram registradas nos reservatórios de Venturosa, Carpina e Duas Unas, representadas por *Merismopedia tenuissima* ($\approx 5 \times 10^{10}$ cel.mL⁻¹), *P. agardhii* ($\approx 3 \times 10^9$ cel.mL⁻¹) e *Microcystis panniformis* ($\approx 2 \times 10^9$ cel.mL⁻¹), respectivamente. Bouvy et al. (2000) também verificaram floração em Venturosa no ano de 1998 com predominância do gênero *Cylindrospermopsis* que representou 42,6% do total da densidade algal. Outros trabalhos apresentam ocorrência freqüente de cianobactérias no reservatório de Carpina (Aragão et al., 2007; Moura et al., 2007a; Costa et al., 2010; Lira et al., 2010; Moura et al., 2010). Aragão et al. (2007) mencionaram que este grupo contribuiu com as maiores densidades e *R. curvata* ($\approx 1 \times 10^6$ cel.mL⁻¹), *G. amphibium* ($\approx 4 \times 10^5$ cel.mL⁻¹) e *P. agardhii* ($\approx 2 \times 10^5$ cel.mL⁻¹) foram as espécies com maior representatividade. Moura et al. (2007) relataram que *P. agardhii* e *C. raciborskii* foram predominantes neste mesmo reservatório.

Neste mesmo ecossistema, Lira et al. (2010) registraram o domínio do grupo com densidades variando de 889×10^4 org.L⁻¹ a 1441×10^4 org.L⁻¹, com domínio de *C. raciborskii* sendo responsável por intensas florações.

Já no reservatório de Duas Unas foram verificadas elevadas densidades de *Microcystis* (*M. panniformis*) sendo o primeiro registro de floração de cianobactérias neste ecossistema. Moura et al. (2007c), ao estudarem a comunidade fitoplanctônica deste reservatório, observaram a dominância da diatomácea *Melosira varians* C.Agardh entre os anos de 2000 e 2001, não sendo observada predominância de cianobactérias.

Molica et al. (2005) observaram florações de cianobactérias no reservatório de Tapacurá-PE formada por *Anabaena spiroides*, *Pseudanabaena* sp., *C. raciborskii* e *M. aeruginosa*. A maior densidade registrada neste estudo foi 297000 cel.mL⁻¹. Bouvy et al.

(2003) também relataram a existência de florações de *C. raciborskii* neste ecossistema no período de 1999. Elevadas densidades em Tapacurá também foram evidenciadas por Andrade et al. (2009), que verificaram que as espécies *R. mediterranea* ($109716 \text{ cel.mL}^{-1}$), *M. aeruginosa* ($97972 \text{ cel.mL}^{-1}$) e *P. catenata* ($78774 \text{ cel.mL}^{-1}$) foram as espécies com maiores contribuições em termos de densidade.

No presente estudo também foi observada ocorrência de florações em Tapacurá, no entanto, formadas predominantemente por *S. aphanizomenoides* ($\approx 26 \times 10^7 \text{ cel.mL}^{-1}$).

No reservatório de Mundaú foi registrada densidade total de cianobactérias com cerca de $15 \times 10^8 \text{ cel.mL}^{-1}$ predominando as espécies *C. raciborskii* ($\approx 44 \times 10^7 \text{ cel.mL}^{-1}$), *M. panniformis* ($\approx 69 \times 10^7 \text{ cel.mL}^{-1}$) e *M. protocystis* ($\approx 37 \times 10^7 \text{ cel.mL}^{-1}$). Dentre estes táxons, *C. raciborskii* também apresentou as maiores densidades neste reservatório quando estudado por Lira et al. (2010), onde os autores verificaram valores até $5395 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$. Da mesma forma, Dantas et al. (2008) verificaram que esse grupo foi dominante com mais de 80% da biomassa total apresentando no período de estiagem as espécies *C. raciborskii* e *G. amphibium*, e no chuvoso, *M. aeruginosa* e *M. flos-aquae* (Wittrock) Kirchner. Moura et al. (2007b) também verificaram neste reservatório a predominância do grupo constituído pela associação S, formada por cianobactérias R-estrategistas.

Em 16 reservatórios dos 19 estudados foi registrada a presença de *C. raciborskii*, apresentando em sua maioria, os dois morfotipos (reto e espiralado), com as maiores densidades e biomassas. Durante um monitoramento de quatro anos (1998-2001) realizado em 82 reservatórios de Pernambuco, Falcão et al. (2002) observaram que 86% das florações ocorriam nos ecossistemas do agreste e sertão do estado, e mais de 70% destas eram formadas por *C. raciborskii*.

Na maioria dos estudos realizados em reservatórios do Brasil, observa-se que a proliferação de cianobactérias é dominada principalmente por *C. raciborskii*. Nos reservatórios de Pernambuco, Bouvy et al. (1999; 2000; 2001) registraram a dominância desta

espécie, mencionando que este evento ocorreu por uma série de fatores em resposta às mudanças climáticas provocadas pelo fenômeno El niño, que favoreceram as condições relacionadas a esta dominância, como: a estabilidade na coluna d'água, redução de volume e falta de renovação da água (tempo de retenção).

Em Poço da Cruz a espécie que apresentou predominância ao longo do estudo foi *P. papillaterminata*. Este foi considerado o primeiro registro no país de floração formada por esta espécie e a primeira ocorrência para o estado de Pernambuco. Em Ingazeira, além de *C. raciborskii*, outras espécies apresentaram maiores densidades (*G. amphibium* e *P. agardhii*).

Huszar et al. (2000) estudando cinco reservatórios do nordeste, verificaram que Poço da Cruz e Ingazeira apresentaram dominância de *Cylindrospermopsis* (*C. raciborskii*, *C. catemaco*, *C. philippinensis*), sendo estas espécies, no momento da amostragem, consideradas não fixadoras de nitrogênio, pois apenas 10% destas possuíam heterócitos. Os autores atribuíram a ausência destas células em consequência da deficiência de nitrato e amônia nos ambientes. Figueredo & Giani (2009) também registraram a baixa produção de heterócitos (menos de 20%) e a ausência de acinetos nos tricomas de *C. raciborskii* analisados. Diferentemente dos tricomas verificados nesses estudos, no presente trabalho a maioria apresentaram heterócitos (aproximadamente 80%), além de acinetos em 5% dos ambientes. Este resultado corrobora com McGregor & Fabbro (2000) ao analisarem tricomas retos e espiralados de *C. raciborskii* identificados em reservatórios tropicais e subtropicais da Austrália, observando que a maioria destes apresentou heterócitos, no entanto a formação de acineto foi rara.

A baixa produção de acinetos e elevada de heterócitos nos tricomas de *C. raciborskii* explica a deficiência de N e a disponibilidade de P nestes ambientes. Além disso, os acinetos são formados preferencialmente sob condições de baixas temperaturas, o que explica a baixa formação de acinetos no presente estudo. Tricomas com elevada frequência de acinetos são observados por Stüken et al. (2006) em lagos da Alemanha. Essas células por serem esporos

de resistência, em condições desfavoráveis, conseguem permanecer em regiões profundas até que as condições apresentem favorecimento ao desenvolvimento de novos indivíduos.

Ao estudarem 39 reservatórios de Pernambuco, Bouvy et al. (2000) verificaram que florações dominadas por de *C. raciborskii* ocorreram provavelmente pela eliminação de outras espécies por efeito alelopático, apresentando uma melhor explicabilidade da dominância desta espécie (Figueredo & Giani, 2009), e por predominar o ecossistema com estabilidade e alta competitividade nos ambientes eutrofizados, formando florações monoespecíficas (Tucci & Sant'Anna, 2003), ou até estimular outras cianobactérias, como o verificado neste estudo, por estas, em sua maioria, apresentarem células capazes de fixar o nitrogênio atmosférico, favorecendo o crescimento e o acúmulo da biomassa de outras espécies (Granéli et al., 2008).

A coexistência de *C. raciborskii* com outras espécies que também apresentaram elevadas densidades foi verificada nos reservatórios estudados. Como o registrado em Ingazeira, onde ocorreram florações mistas ou multiespecíficas formada com o maior número de espécies, incluindo *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *Planktothrix agardhii*, espécies de *Microcystis*, *Pseudanabaena catenata* e *S. aphanizomenoides*, com densidades acima de 10^7 cel.mL⁻¹.

Florações mistas de *C. raciborskii*, espécies de *Microcystis* (*M. panniformis*, *M. protocystis*, *M. novacekii*) e espécies de *Aphanizomenon* (*Aphanizomenon gracile*, *A. cf. manguinii*, *A. cf. issastschenkoi*) foram registradas em 90-100% do fitoplâncton no reservatório Armado Ribeiro Gonçalves, RN, com densidade total de $8,2 \times 10^5$ cel.mL⁻¹ (Costa et al., 2006). De acordo com Tucci e Sant'Anna (2003), a coexistência de *C. raciborskii* com outras espécies ocorre por os tricomas serem alongados e finos, não promovendo um sombreamento e permitindo o desenvolvimento de outras espécies de cianobactérias. Paerl (2008) menciona que os gêneros *Oscillatoria*, *Lyngbya* e *Cylindrospermopsis* apresentam

habilidades para se adaptar à baixa intensidade luminosa, sendo capazes de coexistir com gêneros flutuantes formando florações em regiões mais profundas.

A coexistência entre *C. raciborskii* e *P. agardhii* com alternância nas relações de abundância foi observada nos reservatórios analisados por Costa et al. (2009). Esta formação também foi observada no presente trabalho, sendo registrada para nove dos 19 reservatórios estudados.

Florações de *Microcystis*, como observada em Duas Unas, ao contrário das formadas por *C. raciborskii*, impossibilitam o desenvolvimento maciço de outras espécies por causarem sombreamento na coluna d'água controlado pelos aerótopos e também pela presença das mucilagens existentes nas colônias. De acordo com Paerl et al. (1983), *Microcystis* freqüentemente formam florações na superfície da água por apresentarem densa mucilagem e alta tolerância a elevadas intensidades luminosas, em função da aclimatação desenvolvida por aumento da produção de carotenóides.

Das 23 espécies identificadas no estudo, 11 foram dominantes, sendo elas: *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis* sp., *P. agardhii*, *P. isothrix*, *Planktothrix* sp., *Pseudanabaena catenata*, *P. papillaterminata* e *S. aphanizomenoides*. Sperling et al. (2008) ao compararem as densidades médias dos reservatórios Gavião, localizado na região nordeste do Brasil e Vargem das Flores no sudeste do país, registraram dominância dos gêneros *Planktothrix* e *Cylindrospermopsis* com 25000 cel.mL⁻¹ no primeiro reservatório e dominância de *Microcystis* com 10000 a 20000 cel.mL⁻¹ no segundo.

No reservatório Gargalheiras (Marechal Dutra) no estado do Rio Grande do Norte, os autores verificaram que *C. raciborskii*, *R. curvata*, *M. aeruginosa* e *Oscillatoria* sp. foram dominantes durante o período seco. A seca ocasionou uma estabilidade na dominância de cianobactérias no corpo d'água, pela elevada evaporação, redução no nível de água, e aumento de nutrientes (Chellappa & Costa, 2003). No mesmo reservatório os autores

relataram a ocorrência de florações formadas pelas espécies tóxicas, *C. raciborskii* e *M. aeruginosa*, que representaram 90% do fitoplâncton, e em consequência deste acúmulo, as toxinas liberadas ocasionaram morte de peixes e contaminação da água, afetando de forma direta e indireta a saúde da população (Chellappa et al., 2008).

Durante o estudo verificamos que os 19 reservatórios apresentaram densidades de cianobactérias superiores a 100.000 cel.mL⁻¹. Este resultado também foi observado por Aragão et al. (2007) e Andrade et al. (2009) nos reservatórios de Carpina e Tapacurá, respectivamente.

De acordo com Organização Mundial de Saúde (WHO) (Chorus & Bartram, 1999), quando os ambientes utilizados para abastecimento público apresentam densidades de cianobactérias acima de 100.000 cel.mL⁻¹, estes são enquadrados com nível de alerta tipo 2.

Brasil (2003), para esse mesmo valor indicativo de cianobactérias (>100.000 cel.mL⁻¹), o ambiente é classificado com nível de alerta tipo 3. Ambas as normas caracterizam os reservatórios, que apresentam essas elevadas densidades, pela presença definida de uma floração generalizada, tóxica, com risco iminente à população, e com isso, é recomendado utilizar uma outra forma de tratamento de água para melhorar o processo de remoção de células e de cianotoxinas, e monitorar semanalmente as cianobactérias e cianotoxinas na água tratada, e se os níveis de toxinas não forem reduzidos, deverá continuar o monitoramento com avaliações de toxicidade pelo menos duas a três vezes por semana no ponto de captação do reservatório.

Planos de emergência e níveis de alerta são utilizados para o monitoramento de água em locais de abastecimento público na Austrália, uma vez que são identificadas com frequência florações de cianobactérias tóxicas, ocasionando preocupação para as autoridades (Burch, 1995). Mc Gregor & Fabbro (2000) em reservatórios da Austrália, adotaram, por precauções, níveis de alerta para o monitoramento quantitativo de cylindropspermopsina detectada em florações de *C. raciborskii*. Os autores mencionaram que mesmo quando as

densidades eram de $15000 \text{ cel.mL}^{-1}$, as florações não se estabeleciam, no entanto, a toxina encontrava-se presente.

Embora no presente estudo não tenham sido realizadas análises de toxinas, o resultado das densidades e biomassas de cianobactérias registradas nos reservatórios estudados indicam o elevado risco à saúde da população e de animais. As espécies responsáveis por florações ocorrentes no Brasil são em sua maioria tóxicas, como mencionado por Sant'Anna et al. (2008).

Os reservatórios localizados no Nordeste, principalmente no estado de Pernambuco, apresentarem registro de florações tóxicas (Teixeira et al., 1993; Jochimsen et al., 1998; Domingos et al., 1999; Carmichael et al., 2001; Molica et al., 2002; Molica et al., 2005).

No estudo foi constatado que as florações de cianobactérias podem se estabelecer quando os valores de densidade total encontram-se a partir de 10^8 cel.mL^{-1} e as espécies responsáveis por este aumento apresentarem densidades a partir de 10^7 cel.mL^{-1} , visto que as características diferenciadas de florações visualizadas nos ecossistemas durante o estudo também foram analisadas para esta estimativa. Com isso foi verificado que as espécies responsáveis pelas maiores densidades foram: *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *M. panniformis*, *P. agardhii* e *S. aphanizomenoides*, apresentando valores entre 10^7 a 10^8 cel.mL^{-1} . Gemelgo et al. (2008) citam que a maior densidade nos reservatórios Guarapiranga e Billings esteve representada por cianobactérias com valores acima de 10^6 cel.mL^{-1} . Já os valores apontados por Paerl (1988) são inferiores aos resultados analisados, pois o mesmo menciona que esse fenômeno ocorre quando uma única ou ao menos duas espécies coexistem e apresentam densidades de 10^4 a 10^6 cel.mL^{-1} .

As florações são caracterizadas por um crescimento intenso, desordenado, constituído por um ou dois microorganismos que se tornam dominantes no ambiente, muitas vezes inibindo a presença de outras espécies, conferindo à água uma coloração diferenciada, reduzindo a sua transparência por formar densa camada de células (Torgan, 1989). No

entanto, Molica & Azevedo (2009), ressaltam que não há uma definição exata para floração, em termos de quantidade específica de células por unidade de volume, mas normalmente define-se, quando o total de células excede a média no corpo d'água.

Possíveis ocorrências de florações foram previstas por Chalar (2009) através da desestabilização do ecossistema. O autor verificou que o reservatório Salto grande apresentava condições propícias para o desenvolvimento de florações e que o modelo considerado mais provável para responder a este fenômeno é o da relação da abundância de cianobactérias com a diversidade, quando o limiar atinge $2,7 \text{ bit.cel}^{-1}$ o que corresponde a 3000 cel.mL^{-1} .

As maiores biomassas registradas no presente estudo foram formadas por *Merismopedia tenuissima* em Venturosa ($\approx 7 \times 10^4 \text{ mg.L}^{-1}$), e espécies de *Microcystis* (*M. panniformis*, $\approx 3 \times 10^4 \text{ mg.L}^{-1}$ e *Microcystis* sp., $\approx 4 \times 10^4 \text{ mg.L}^{-1}$) em Duas Unas. Elevados valores de biomassa também foram verificados por Moustaka-Gouni et al. (2006) em um lago da Grécia, no entanto, as florações de cianobactérias foram constituídas por *C. raciborskii*, espécies de *Aphanizomenon* e *M. aeruginosa*.

Em cinco reservatórios do estado do Rio Grande do Norte, Costa et al. (2009), verificaram elevadas biomassas com variação de $176 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$ a $1317 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$ registradas durante eventos de intensa floração. Romo & Miracle (1994) analisaram a biomassa deste grupo durante oito anos em um lago hipertrófico da Espanha, verificando que as espécies predominantes eram formadas apenas por filamentosas não-heterocitadas (*Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena galeata* Böcher, *Geitlerinema* sp. e *Planktolyngbya subtilis* (Lemm.) Anagn. Kom.) diferente dos dados registrados neste trabalho, onde as maiores biomassas foram formadas por espécies coloniais.

Kotut et al. (2010) ao analisarem esses ambientes em um período de cinco anos observaram que florações formadas por estes organismos eram ocasionais e estavam relacionadas as variações ambientais. As maiores biomassas de cianobactérias verificadas

nestes períodos corresponderam as *Microcystis* spp. e *Arthrospira fusiformis* Vouk com registro de até 130 mg.L⁻¹.

No estado de Pernambuco 96 reservatórios têm sido monitorados pela Agência Nacional das Águas (ANA), destes, 19 foram analisados no presente trabalho e verificada em sua maioria a ocorrência de florações.

5. CONCLUSÕES

Dos 19 reservatórios estudados, 12 apresentam florações, tanto com base nas densidades como nas biomassas celulares, sendo eles, Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Tapacurá e Venturosa. As espécies responsáveis por essas florações são *Chroococcus* sp., *C. raciborskii*, *D. maximum*, *D. torques-reginae* (Komárek) Wacklin, Hoffmann et Komárek, *Dolichospermum* sp, *G. amphibium*, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis novacekii*, *M. panniformis*, *M. protocystis*, *Microcystis* sp., *Oscillatoria* sp., *Planktothrix agardhii*, *P. isothrix*, *Pseudanabaena catenata*, *P. papillaterminata*, *Sphaerospermopsis aphanizomenoides* e *Spirulina major*, as quais apresentam densidade e biomassa, a partir de 10⁷ cel.mL⁻¹ e 10² mg.L⁻¹, respectivamente.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e ao projeto CNPq /CT-Hidro nº 576890/2008-1 intitulado Investigação da presença de genótipos indicadores de biossíntese de microcistinas e cilindrospermopsisna em reservatórios de abastecimento público no estado de Pernambuco: Ações preventivas para o monitoramento da água.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anagnostidis, K., Komárek, J., 1988. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 3: Oscillatoriales. Arch. hydrobiol. Suppl. bd. Algol. stud. 50/53, 327–472.
- Andrade, C.M., Gomes, C.T.S., Aragão, N.K.C.V., Silva, E.M., Lira, G.A.S.T., 2009. Estrutura da comunidade fitoplanctônica com ênfase em Cyanobacteria no reservatório de Tapacurá-PE. Rev. Inst. Adolfo Lutz 68 (1), 109–117.
- Aragão, N.K.C.V., Gomes, C.T.S., Lira, G.A.S.T., Andrade, C.M., 2007. Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria. Rev. Inst. Adolfo Lutz 66 (3), 240–248.
- Bicudo, C.E.M., Bicudo, R.M.T., 1970. Algas de águas Continentais Brasileiras- Chave Ilustrada para Identificação de Gêneros. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências. São Paulo. 227p.
- Bouvy, M., Molica, R., Oliveira, S., Marinho, M., Becker, B., 1999. Dynamics of a toxic cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) in a shallow reservoir in the semi-arid region of northeast Brazil. Aquat. Microb. Ecol. 20 (3), 285–297.
- Bouvy, M., Falcão, D., Marinho, M., Pagano, M., Moura, A., 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. Aquat. Microb. Ecol. 23, 13–27.
- Bouvy, M., Pagano, M., Troussellier, M., 2001. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). Aquat. Microb. Ecol. 25, 215–227.
- Bouvy, M., Nascimento, S.M., Molica, R.J.R., Ferreira, A., Huszar, V., Azevedo, S.M.F.O., 2003. Limnological features in Tapacurá reservoir (northeast Brazil) during a severe drought. Hydrobiologia 493, 115–130.

- Brasil., 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano.– Brasília: Ministério da Saúde/Fundação Nacional de Saúde. 56p.
- Burch, M.D., 1995. Blue-green algal blooms – An alert levels framework for water supply contingency plans. *Aust. Cent. Water Qual. Res.* 133–140.
- Calijuri, M.C., Alves, M.C.A., Santos, A.C.A., 2006. Cianobactérias e Cianotoxinas em Águas Continentais. Rima, São Carlos. 118p.
- Carmichael, W.W., Azevedo, S.M.F.O., Molica, R.J.R., Jochimsen, E.M., Lau, S., Rinehart, K.L., Shaw, G.R., Eaglesham, G.K., 2001. Human fatalities from Cyanobacteria: Chemical and biological evidence for cyanotoxins. *Environ. Health Perspect.* 109, 663–8.
- Chalar, G., 2009. The Use of Phytoplankton patterns of diversity for Algal Bloom Management. *Limnologica* 39, 200–208.
- Chellappa, N.T., Costa, M.A.M., 2003. Dominant and co-existing species of Cyanobacteria from a Eutrophicated reservoir of Rio Grande do Norte State, Brazil. *Acta Oecol.* 24, S3–S10.
- Chellappa, N.T., 2006. Occurrence of toxin-producing Cyanobacteria blooms in a brazilian semiarid reservoir. *Braz. J. Biol.* 66 (1b), 211–219.
- Chellappa, N.T., Chellappa, S.L., Chellappa, S., 2008. Harmful Phytoplankton Blooms and Fish Mortality in a eutrophicated reservoir of Northeast Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 51 (4), 833–841.
- 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.

- Chorus, I., Bartram, J., 1999. Toxic Cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management. E e FN Spon, London. 416p.
- Costa, I.A.S., Azevedo, S.M.F.O., Senna, P.A.C., Bernardo, R.R., Costa, S.M., Chellappa, N.T. 2006. Occurrence of toxin-producing Cyanobacteria blooms in a Brazilian semiarid reservoir. *Braz. J. Biol.* 66 (1B), 211–219.
- Costa, I.A.S., Cunha, S.R.S., Panosso, R., Araújo, M.F.F., Melo, J.L.S., Eskinazi-Sant'Anna, E.M., 2009. Dinâmica de Cianobactérias em Reservatórios Eutróficos do Semi-Árido do Rio Grande do Norte. *Oecol. Bras.* 13 (2), 382–401.
- Costa, C., Eskinazi-Leça, E., Moura Junior, A.M., Zickel, C.S., Moura, A.N., 2010. Composição florística e variação espaço-temporal do microfitoplâncton no Reservatório de Carpina-PE. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). *Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo*. Nuppea. 1ªed. p.33–54.
- Couté, A., Bouvy, M., 2004. A new species of the genus *Cylindrospermopsis*, *C. acuminato-crispa* spec. nova (Cyanophyceae, Nostocales) from Ingazeira reservoir, Northeast Brazil. *Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algal. stud.* 113, 57–52.
- Cronberg, G., Annadotter, H., 2006. *Manual on aquatic Cyanobacteria a photo and a synopsis of their toxicology*. ISSHA, Denmark.
- Cronberg, G., Komárek, J., 2004. Some nostocalean cyanoprokaryotes from lentic habitats of Eastern and Southern Africa. *Nova Hedwigia* 78 (1-2), 71–106.
- Dantas, E.W., Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Neto, J.D.T.A., Cavalcanti, A.D.C., 2008. Temporal variation of the phytoplankton community at short sampling intervals in the Mundaú reservoir, Northeastern Brazil. *Acta Bot. Bras.* 22 (4), 970–982.

- Dantas, E.W., Bittencourt-Oliveira, M.C., Moura, A.N., 2010. Spatial- temporal variation in coiled and straight morphotypes of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolsz) Seenayya et Subba Raju (Cyanobacteria). *Acta Bot. Bras.* 24 (2), 585–591.
- Falcão, D.P.M., Moura, A.N., Ferraz, A., 2002. Florações de microalgas em mananciais do Estado de Pernambuco: uma ameaça à qualidade da água. *Cadernos FAFIRE, Recife.* 1 (4), 28–32.
- Figueredo, C.C., Giani, A., 2009. Phytoplankton community in the tropical lake of lagoa Santa (Brazil): Conditions favoring a persistent bloom of *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Limnologica* 39, 264–272.
- Gemelgo, M.C.P., Sant’Anna, C.L., Tucci, A., 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.
- Granéli, E., Weberg, M., Salomon, P. S., 2008. Harmful algal blooms of allelopathic microalgal species: the role of eutrophication. *Harmful algae* 8, 94–102.
- Havens, K.E., 2008. Cyanobacteria blooms: effects on aquatic ecosystems. In.: Hudnell, H.K. (Ed.), *Cyanobacterial Harmful algal blooms: State of the Science and Research Needs*. *Adv. Exp. Med. Biol.* 619, Chapter 33, p. 733–748.
http://www.epa.gov/cyano_habs_symposium/monograph/Ch33.pdf. Acesso em: nov 8, 2010.
- Hillebrand, H., Dürselen, C., Kirschtel, D., Pollingher, U., Zohary, T., 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *J. Phycol.* 35, 403–424.
- Hudnell, H. K, 2010. The state of U.S. freshwater harmful algal blooms assessments, policy and legislation. *Toxicon* 55, 1024–1034.

- Humpage, A. R., 2008. Toxin types, toxicokinetics and toxicodynamics. In.: Hudnell, H. K. (Ed.), Cyanobacterial Harmful algal blooms: State of the Science and Research Needs. Adv. Exp. Med. Biol. 619, Chapter 16, p.383–415.
http://www.epa.gov/cyano_habs_symposium/monograph/Ch16.pdf. Acesso em: nov 8, 2010.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S., 1999. Estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: cinco décadas de estudos. Rio de Janeiro, Limnotemas v. 2.
- Huszar, V.L.M., Silva, L.H.S., Marinho, M., Domingos, P., Sant'anna, C.L., 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. Hydrobiologia 424, 67–77.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 1986. Modern approach to the classification system of Cyanophytes, 2: Chroococcales. Arch. hydrobiol. Suppl.bd. Algol. stud. 73 (2), 157–226.
- Komárek, J., Anagnostidis, K., 2005. Cyanoprokaryota 2. In: Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G.; Schagerl, M. (Hrs.). Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Band.19/2. Elsevier GmbH, München.
- Komárek, J., Cronberg, G., 2001. Some Chroococcalean and Oscillatorialen cyanoprokaryotes from southern African lakes, ponds and pools. Nova Hedwigia 73, 129–160.
- Komárek, J., Komárková, J., 2002. Review of the European Microcystis-morphospecies (cyanoprokaryotes) from nature. Czech Phycology 2, 1–24.
- Komárek, J., Komárková, J., 2004. Taxonomic review of the cyanoprokaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. Czech Phycology 4, 1–18.
- Komárek, J., Zapomělová, E., 2007. Planktic morphospecies of the cyanobacterial genus *Anabaena* = subg. *Dolichospermum* - 1. part: coiled types. Fottea 7 (1), 1–31

- Lira, G.A.S.T., Bittencourt-Oliveira, M.C., Moura, A.N., 2007. Caracterização ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do Estado de Pernambuco. R. Bras. Bioc. 5 (2), 219–211.
- Lira, G.A.S.T., Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Araújo, E.L., 2010. Comunidade fitoplanctônica e aspectos ecológicos de dois reservatórios eutróficos do nordeste do Brasil. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea. 1ªed. p.145–168.
- Lobo, E., Leighton, G., 1986. Estructuras comunitárias de las fitocenosis planctónicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. Rev. biol. mar. oceanogr. 22, 1–29.
- Lund, J.W.G., Kipling, C., Le Cren, E.D., 1958. The invert microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. Hydrobiologia 11, 143–170.
- Mcgregor, G.B., Fabbro, L.D., 2000. Dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanoprokaryota) in Queensland tropical and subtropical reservoirs: Implications for monitoring and management. Res. Manage. 5, 195–205.
- Melo-Magalhães, E.M., Medeiros, P. R. P., Lira, M. C. A., Koenig, M.L., Moura, A.N., 2009. Determination of eutrophic áreas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. Braz. J. Biol. 69 (2), 271–280.
- Molica, R., Azevedo, S., 2009. Ecofisiologia de cianobactérias produtoras de cianotoxinas. Oecol. Bras. 13(2), 229–246.
- Molica, R., Onodera, H., Garcia, C., Rivas, M., Andrinolo, D., Nascimento, S., Meguro, H., Oshima, Y., Azevedo, S., Lagos, N., 2002. Toxins in the freshwater cyanobacterium

- Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanophyceae) isolated from Tabocas reservoir in Caruaru, Brazil, including demonstration of a new saxitoxin analogue. *Phycologia* 41 (6), 606–611.
- Molica, R.J.R., Oliveira, E.J.A., Carvalho, P.V.V.C., Costa, A.N.S.F., Cunha, M.C.C., Melo, G.L., Azevedo, S.M.F.O., 2005. Occurrence of saxitoxins and an anatoxin-a(s)-like anticholinesterase in a Brazilian drinking water supply. *Harmful Algae* 4, 743–753.
- Moura, A.N., Pimentel, R., Lira, G.A.S.T., Chagas, M.G.S., Bittencourt-Oliveira, M.C., 2006. Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. *Revista de Geografia* 23, 25–41.
- Moura, A.N., Dantas, E.W., Bittencourt-Oliveira, M.C., 2007a. Structure of the phytoplankton in a water supply system in the state of Pernambuco- Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 50, 645–654.
- Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Dantas, E.W., 2007b. Phytoplanktonic associations: A tool to understand dominance events in a tropical Brazilian reservoir. *Acta Bot. Bras.* 21, 641–648.
- Moura, A.N., Bittencourt-Oliveira, M.C., Mendonça, D.F.P., Oliveira, H.S.B., Dantas, E.W., Pimentel, R.M.M. (2007c): Microalgas e qualidade da água de manancial utilizado para abastecimento público localizado na região metropolitana da cidade do Recife, PE, Brasil – *Revista de Geografia* 24: 154–178.
- Moura, A.N., Cardoso, E.N., Dias, S.N., Soriano, H.B.O., Dantas, E.W., Bittencourt-Oliveira, M. C., 2008. Diversidade e variação sazonal do fitoplâncton em reservatórios de abastecimento público no Estado de Pernambuco. In: Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Moura, A. N., Araújo, E.L., Albuquerque, U. P. (Org.). *Comunigraf*, 1, 159–179.

- Moura, A.N., Araújo, M.K.C., Soriano, H.B.O., Lira, G.A.S.T., Nascimento, E.C., 2010. Cianobactérias planctônicas em reservatório eutrófico do estado de Pernambuco. In: Moura, A.N.; Araújo, E.L.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Pimentel, R.M.M.P.; Albuquerque, U.P. (eds.). Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, ecologia e manejo. Nuppea. 1ªed. p.115–143.
- Moustaka-Gouni, M., Vardaka, E., Michaloudi, E., Ar. Kormas, K., Tryfon, E., Mihalatou, H., Gkelis, S., Lanaras, T., 2006. Plankton food web structure in a eutrophic polymictic lake with a history of toxic cyanobacterial blooms. *Limnol. Oceanogr.* 51, 715–727.
- Moustaka-Gouni, M., Ar. Kormas, K., Vardaka, E., Katsiapi, M., Gkelis, S., 2009. *Raphidiopsis mediterranea* Skuja represents non-heterocytous life-cycle stages of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju in Lake Kastoria (Greece), its type locality: Evidence by morphological and phylogenetic analysis. *Harmful Algae* 8 (6), 864–872.
- Nimer, E., 1972. Climatologia da Região Nordeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica. subsídios à Geografia Regional do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia* 34, (2), 3–51.
- Padisák, J., 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv Hydrobiol./ Suppl.* 107, 563–593.
- Paerl, H.W., Tucker, J., Bland, P.T., 1983. Carotenoid enhancement and its role in maintaining blue-green algal (*Microcystis aeruginosa*) surface blooms. *Limnol. Oceanogr.* 28, 847–857.
- Paerl, H.W., 1988. Nuisance phytoplankton blooms in coastal, estuarine, and inland waters. *Limnol. Oceanogr.* 33 (4/2), 823–847.

- Paerl, H.W., 2008. Nutrient and Other Environmental Controls of Harmful Cyanobacterial Florações along the freshwater-marine continuum. Pp. 217-237. In: H.K. Hudnell (ed.). Cyanobacterial Harmful Algal Florações: state of Science and Research Needs. Adv. Experimen. Med. Biol. 619, 217–213.
- Paerl, H.W., 2009. Controlling Eutrophication along the Freshwater–Marine Continuum: Dual Nutrient (N and P) Reductions are Essential. Est. Coast. 32, 593–601.
- 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.
- Porfírio, Z., Ribeiro, M.P., Estevam, C.S., Houly, R.L.S., Sant’Anna, A.E.G., 1999. Hepatoesplenomegaly caused by na extract of cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* bloom collected in the Manguaba Lagoon, Alagoas, Brazil. Rev. Microbiol. 30 (3), 278–285.
- Reynolds, C.S., Walsby, A.E., 1975. Water–blooms. Biol. Rev. 50, 437–481.
- Shapiro, J., 1990. Current beliefs regarding dominance by blue greens: the case for the importance of CO₂ and pH. Verh. Int. Rev. Limnol. 24, 38–54.
- Stüken, A., Rücker, J., Endrulat, T., Preussel, K., Hemm, M., Nixdorf, B., Karsten, U., Wiedner, C., 2006. Distribution of three alien cyanobacterial species (Nostocales) in northeast Germany: *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Anabaena bergii* and *Aphanizomenon aphanizomenoides*. Phycologia 45(6), 696–703.
- Romo, S., Miracle, M.R., 1994. Population dynamics and ecology of subdominant phytoplankton species in a shallow hypertrophic lake (Albufera of Valencia, Spain). Hydrobiologia 273, 37–56.

- Silva, J.M., Almeida, V.L.S., Dantas, E.W., Moura, A.N., 2010. Caracterização Limnológica e Determinação do Estado Trófico de Seis Reservatórios do Estado de Pernambuco. In: Reservatórios do Nordeste do Brasil: Biodiversidade, Ecologia e Manejo. Moura, A. N., Araújo, E. L., Bittencourt-Oliveira, M. C., Pimentel, R. M. M., Albuquerque, U. P. Org.). 1ªed., 267–282.
- Smith, V.H., 1983. Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. *Science* 221, 669–670.
- Sperling, E.V., Ferreira, A.C.S., Gomes, L.N.L., 2008. Comparative eutrophication development in two Brazilian water supply reservoirs with respect to nutrient concentrations and bacteria growth. *Desalination* 226, 169–174.
- Teixeira, M.G.L.C., Costa, M.C.N., Carvalho, V.L.P., Pereira, M.S., Hage, E., 1993. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica, Bahia, Brazil. *Bull. PAHO* 27 (3), 244–253.
- Torgan, L.C., 1989. Floração de algas: composição, causas e conseqüências. *Insula*, Santa Catarina, 19, 15–34.
- Tucci, A., Sant’anna, C.L., 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Rev. Bras. Bot.* 26 (1), 97–112.
- Utermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung fuer Theoretische und Angewandte. Limnologie* 9, 1–38.
- Watson, S.B., Mccauley, E., Downing, J.A., 1997. Patterns in phytoplankton taxonomic composition across temperate lakes of differing nutrient status. *Limnol. Oceanogr.* 42, 487–549.

Weber, C.I., 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. EPA-670/4-73-001. National Environmental Research Center, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, OHIO. 2-196.

Wetzel, R.G., Likens, G.E., 1991. Limnological Analyses. 2nd. New York. Ed. Springer Verlag. 391p.

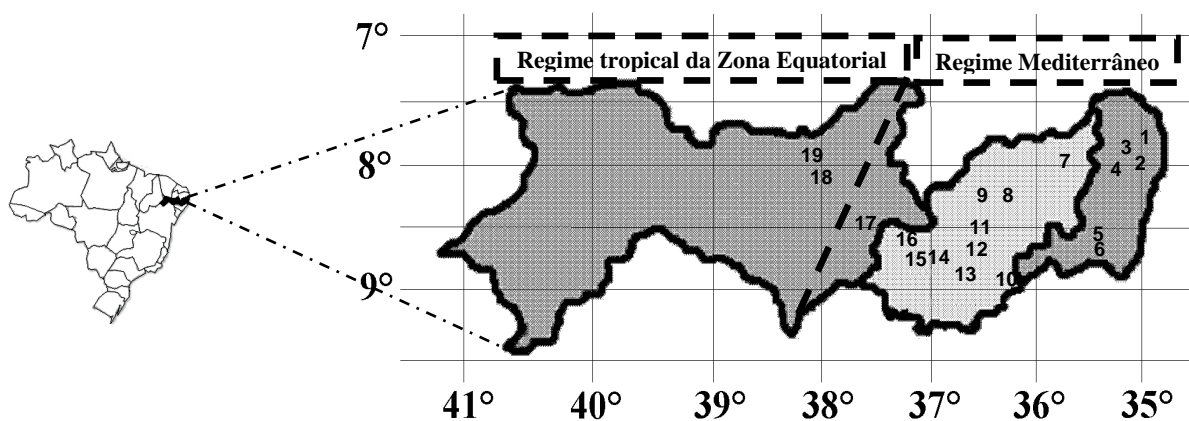


Fig. 1. Localização dos reservatórios no estado de Pernambuco. 1- Botafogo, 2- Duas Unas, 3- Tapacurá, 4- Carpina, 5- Pastora, 6- Santo Antônio dos Palmares, 7- Jucazinho, 8- Bitury, 9- Ipojuca, 10- Mundaú, 11- Alagoinha, 12- Venturosa, 13- Ingazeira, 14- Pedra, 15- Arcoverde, 16- Buíque, 17- Poço da Cruz, 18- Jazigo, 19- Saco I.

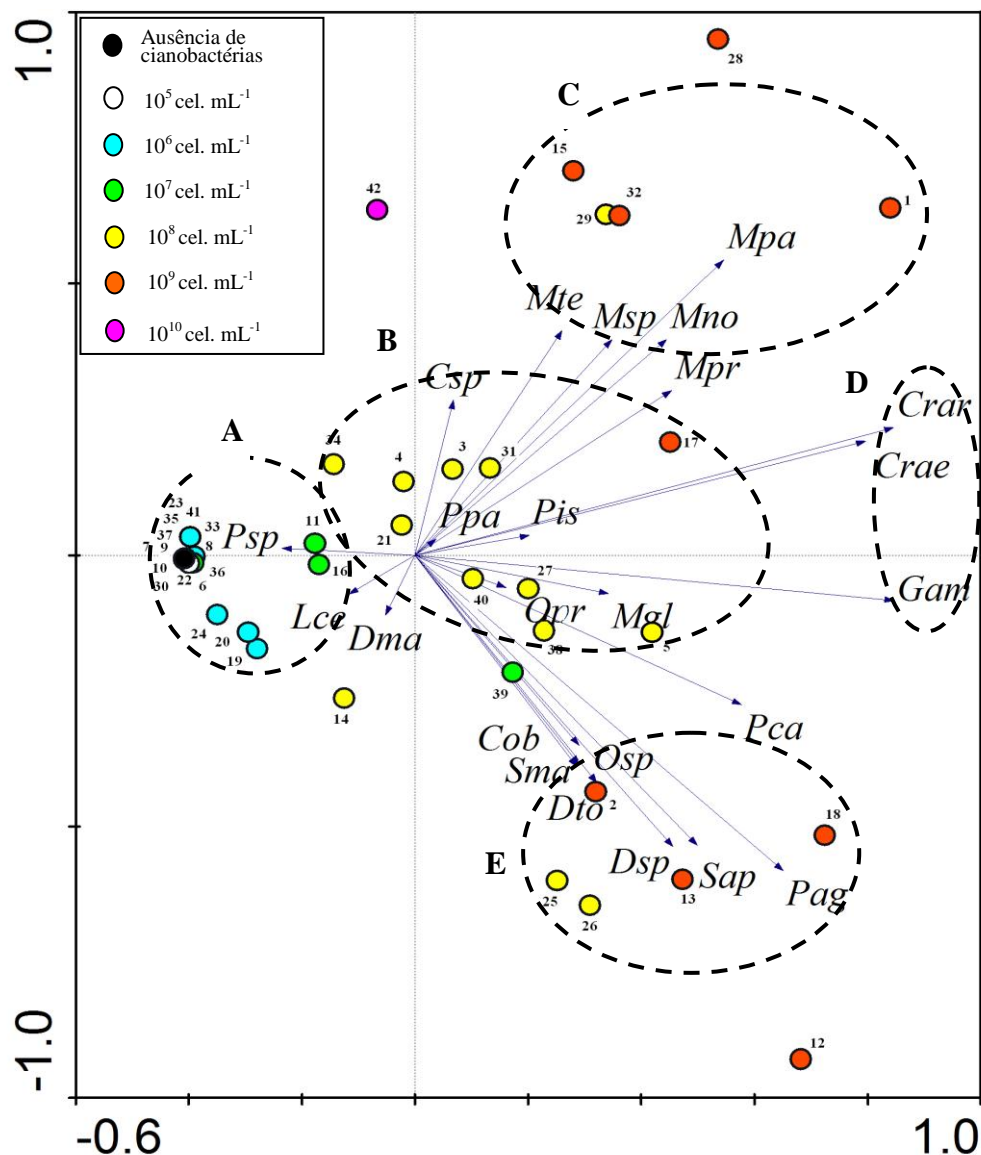


Fig. 2. Análise de Componentes Principais com a densidade total das 23 espécies de cianobactérias, com base na faixa de classificação (ausência de cianobactérias, 10^5 cel.mL⁻¹, 10^6 cel.mL⁻¹, 10^7 cel.mL⁻¹, 10^8 cel.mL⁻¹, 10^9 cel.mL⁻¹ e 10^{10} cel.mL⁻¹), nas 42 amostragens realizadas. Cob- *Chroococcus obliteratus*, Csp- *Chroococcus* sp., Crar- *Cylindrospermopsis raciborskii* reto, Crae- *Cylindrospermopsis raciborskii* espiralado, Dma- *Dolichospermum maximum*, Dto- *Dolichospermum torques-reginae*, Dsp- *Dolichospermum* sp., Gam- *Geitlerinema amphibium*, Lce- *Lyngbya cf. ceylanica*, Mgl- *Merismopedia glauca*, Mte- *M. tenuissima*, Mno- *M. novacekii*, Mpa- *M. panniformis*, Mpr- *M. protocystis*, Msp- *Microcystis* sp., Opr- *Oscillatoria princeps*, Osp- *Oscillatoria* sp., Pag- *Planktothrix agardhii*, Pis- *P. Isothrix*, Psp- *Planktothrix* sp., Pca- *Pseudanabaena catenata*, Ppa- *P. papillaterminata*, Sap- *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, Sma- *Spirulina major*. Numeração referente às amostras realizadas nos reservatórios estudados encontra-se no Apêndice.

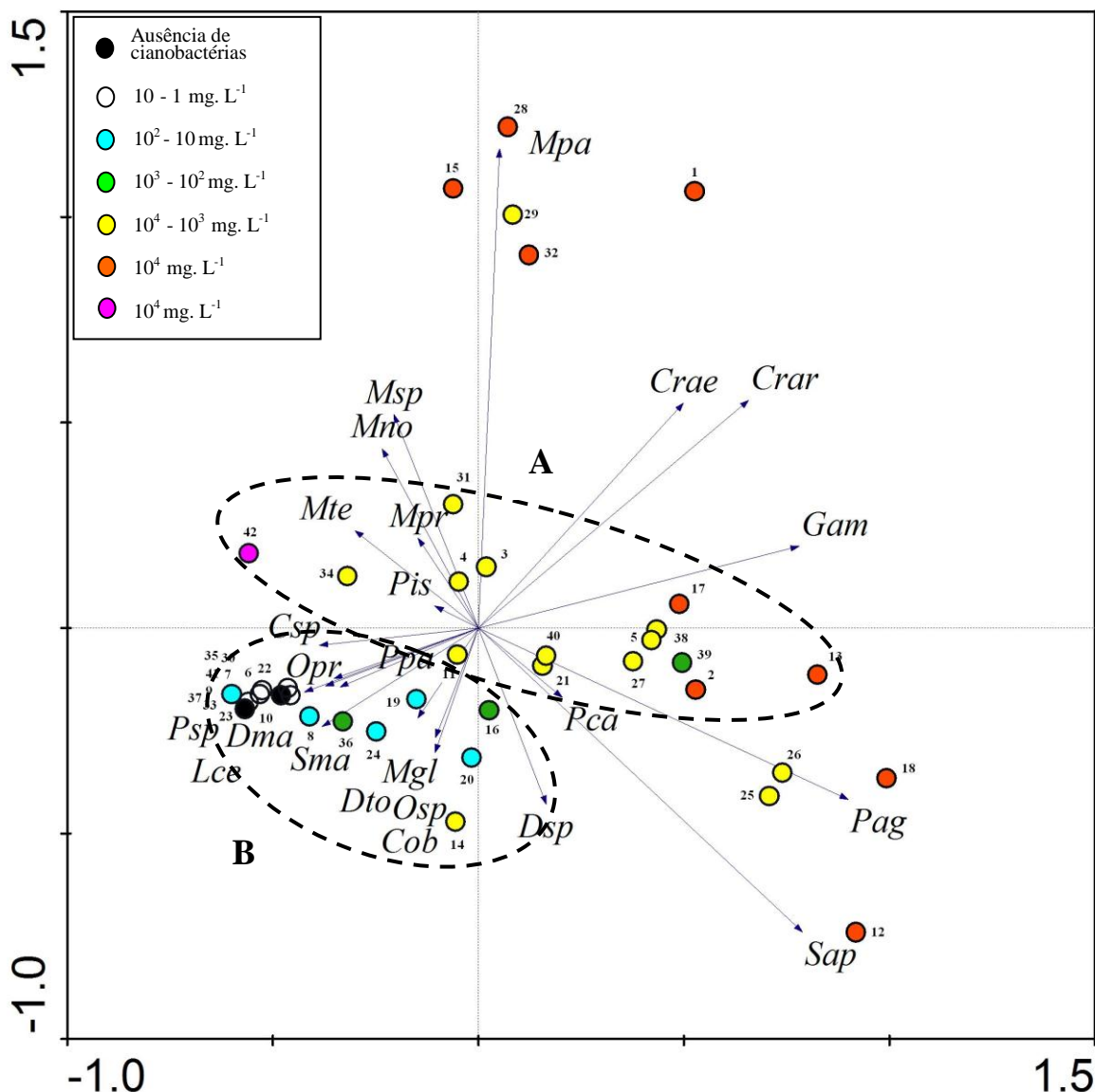


Fig. 3. Análise de Componentes Principais com a biomassa total das 23 espécies de cianobactérias, com base na faixa de classificação (ausência de cianobactérias, 10^{-1} mg.L⁻¹, 10^2 - 10 mg.L⁻¹, 10^3 - 10^2 mg.L⁻¹, 10^4 - 10^3 mg.L⁻¹ e 10^4 mg.L⁻¹), nas 42 amostragens realizadas. Cob- *Chroococcus obliteratus*, Csp- *Chroococcus* sp., Crar- *Cylindrospermopsis raciborskii* reto, Crae- *Cylindrospermopsis raciborskii* espiralado, Dma- *Dolichospermum maximum*, Dto- *Dolichospermum torques-reginae*, Dsp- *Dolichospermum* sp., Gam- *Geitlerinema amphibium*, Lce- *Lyngbya* cf. *ceylanica*, Mgl- *Merismopedia glauca*, Mte- *M. tenuissima*, Mno- *M. novacekii*, Mpa- *M. panniformis*, Mpr- *M. protocystis*, Msp- *Microcystis* sp., Opr- *Oscillatoria princeps*, Osp- *Oscillatoria* sp., Pag- *Planktothrix agardhii*, Pis- *P. Isothrix*, Psp- *Planktothrix* sp., Pca- *Pseudanabaena catenata*, Ppa- *P. papillaterminata*, Sap- *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, Sma- *Spirulina major*. Numeração referente às amostras realizadas nos reservatórios estudados encontra-se no Apêndice.

Tabela 1.

Localização dos reservatórios estudados, período amostrado, capacidade de acumulação, profundidade máxima e estado trófico dos reservatórios do estado de Pernambuco.

Reservatório	Período amostrado	Região fitogeográfica	Coordenadas	Capacidade de acumulação (m ³)	Profundidade máxima (m)	Estado trófico
Alagoinha ^{Ab,Ir}	14.04.2009 13.10.2009	Agreste	8°27'31,9"S, 36°46'33,5"W	2.0 x 10 ⁴	5.0m	Eutrófico Hipertrófico ^a
Arcoverde ^{Ab,Ir,Ap}	31.03.2009 12.05.2009 30.11.2009	Agreste	8°33'32,5"S, 6°59'07,5"W	1.7 x 10 ⁸	20.0m	Eutrófico ^b Hipertrófico ^c
Bitury ^{Ab,Ap}	03.02.2009 07.04.2009	Agreste	08°18'35"S, 36°25'36" W	1.77 x 10 ⁶	11.0m	Mesotrófico ^d
Botafogo ^{Ab,Ap}	20.05.2009 28.10.2009	Litorânea	7°50'11,8"S, 35°02'0,8"W	28.8 x 10 ⁶	18.0m	Mesotrófico ^c Hipertrófico ^{e,f}
Buíque ^{Ab,Ir,Ap}	02.06.2009 30.11.2009	Agreste	8°37'52,7"S, 37°07'53,5"W	1.1 x 10 ⁵	6.5m	Eutrófico ^a Hipertrófico ^{a,c}
Carpina ^{Ab,Ap}	06.04.2009 06.10.2009	Zona da Mata	7°53'03,8"S, 35°20'37,8"W	2.7 x 10 ⁸	15.0m	Eutrófico ^{b,g} Hipertrófico ^c
Duas Unas ^{Ab,Ir,Ap}	10.03.2009 04.05.2009 05.10.2009	Litorânea	8°05'02"S, 35°30,6"W	2.4 x 10 ⁷	14.0m	Oligotrófico ^b Eutrófico ^c

* ^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - Bouvy et al. (2000); ^b - Silva et al. (2010); ^c - Moura et al. (2008); ^d - Moura et al. (dados não publicados); ^e - Lira et al. (2007); ^f - Moura et al. (2006); ^g - Aragão et al. (2007); ^h - Bouvy et al. (1999); ⁱ - Bouvy et al. (2001); ^j - Molica et al. (2005).

Tabela 1.
Continuação.

Reservatório	Período amostrado	Região fitogeográfica	Coordenadas	Capacidade de acumulação (m ³)	Profundidade máxima (m)	Estado trófico
Ingazeira ^{Ab,Ir,Ap}	14.04.2009 13.10.2009	Agreste	8°36'41,2"S, 36°54'23,7"W	4.81 x 10 ⁶	5.0m	Eutrófico ^a Hipertrofico ^{a,h,i}
Ipojuca ^{Ab,Ap}	03.02.2009 07.04.2009 10.11.2009	Agreste	8°20'43,7"S, 36°22'31,5"W	3.07 x 10 ⁷	15.0m	Eutrófico ^d
Jazigo ^{Ab,Ir}	11.05.2009 21.01.2010	Sertão	8°00'08,2"S, 38°12'38,5"W	15.5 x 10 ⁶	8.2m	Hipertrofico ^c
Juazinho ^{Ab,Ir, Ap}	17.02.2009 24.03.2009 28.04.2009 27.10.2009	Agreste	7°59'03"S, 35°48'36,7"W	3.2 x 10 ⁸	40.0m	Eutrófico ^b Hipertrofico ^c
Mundaú ^{Ab,Ir, Ap}	17.03.2009 09.11.2009	Agreste	8°56'42,8"S, 36°29'27,4"W	1.9 x 10 ⁶	9.0m	Eutrófico ^c
Pastora ^{Ab,Ir}	08.06.2009	Zona da Mata	08°41'28,5"S,35°36'53,8"W	2.8 x 10 ⁴	5.0m	Oligotrofico ^d
Pedra ^{Ab,Ir, Ap}	02.06.2009 30.11.2009	Agreste	8°29'37"S, 36°56'40"W	2.9 x 10 ⁶	7.5m	Eutrófico ^b

* ^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - Bouvy et al. (2000); ^b - Silva et al. (2010); ^c - Moura et al. (2008); ^d - Moura et al. (dados não publicados); ^e - Lira et al. (2007); ^f - Moura et al. (2006); ^g - Aragão et al. (2007); ^h - Bouvy et al. (1999); ⁱ - Bouvy et al. (2001); ^j - Molica et al. (2005).

Tabela 1.
Continuação.

Reservatório	Período amostrado	Região fitogeográfica	Coordenadas	Capacidade de acumulação (m ³)	Profundidade máxima (m)	Estado trófico
Poço da Cruz ^{Ab,Ir}	11.05.2009 21.01.2010	Sertão	8°30'31,5"S, 37°42'17,9"W	5.0 x 10 ⁸	10.5m	Eutrófico ^c
Saco I ^{Ab,Ir}	11.05.2009 21.01.2010	Sertão	7°56'49,3"S, 38°17'13,1"W	36.0 x 10 ⁶	8.0m	Hipertrófico ^c
Santo Antônio dos Palmares ^{Ab,Ir}	08.06.2009	Zona da Mata	08°41'35,7"S, 35°39'24,6"W	1.3 x 10 ⁴	3.5m	Oligotrófico ^d
Tapacurá ^{Ab,Ir, Ap}	10.03.2009 04.05.2009 05.10.2009	Litorânea	8°02'31,9"S, 35°11'46,5"W	9.4 x 10 ⁷	9.7m	Eutrófico ^{b,j} Hipertrófico ^c
Venturosa ^{Ab,Ir}	14.04.2009 13.10.2009	Agreste	8°34'43,6"S, 36°52'47,3"W	12.0 x 10 ⁴	6.0m	Eutrófico ^a - Hipertrófico ^a

* ^{Ab} - Abastecimento público; ^{Ir} - Irrigação; ^{Ap} - Atividades pesqueiras. ^a - Bouvy et al. (2000); ^b - Silva et al. (2010); ^c - Moura et al. (2008); ^d - Moura et al. (dados não publicados); ^e - Lira et al. (2007); ^f - Moura et al. (2006); ^g - Aragão et al. (2007); ^h - Bouvy et al. (1999); ⁱ - Bouvy et al. (2001); ^j - Molica et al. (2005).

Tabela 2.

Variáveis ambientais (Temperatura do ar, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, transparência de Secchi, pH, turbidez e intensidade luminosa) analisadas nos reservatórios estudados. ND - Dados não determinados.

Reservatório	Data de coleta	Temperatura do ar (°C)	Temperatura da água (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg. L ⁻¹)	Condutividade elétrica (μ.S ⁻¹)	Secchi (m)	pH	Turbidez (UNT)	Intensidade Luminosa (μ. mol)
Alagoinha	13.10.2009	32.30	28.20	9.50	798.00	0.20	8.66	86.94	13.44
Arcoverde	30.11.2009	33.20	30.70	10.34	530.00	0.60	8.10	31.92	35.02
Bitury	07.04.2009	26.00	30.90	6.70	154.50	1.70	7.90	154.50	ND
Botafogo	28.10.2009	30.30	29.20	5.70	89.30	1.20	6.55	39.92	38.83
Buíque	30.11.2009	31.40	27.40	7.40	154.00	0.55	7.96	26.66	27.55
Carpina	06.10.2009	29.20	31.80	11.69	1.68*	0.40	8.47	75.69	ND
Duas Unas	05.10.2009	32.20	30.50	6.89	73.00	0.30	6.64	70.05	ND
Ingazeira	13.10.2009	28.40	28.30	6.10	1480.00	0.30	7.66	48.71	33.59
Ipojuca	10.11.2009	31.20	31.30	14.10	921.00	0.35	9.63	55.24	56.65
Jazigo	21.01.2010	31.50	30.00	6.18	533.00	0.30	7.71	23.80	113.55
Jucazinho	27.10.2009	30.80	27.60	7.45	1402.00	0.50	8.36	82.23	7.69
Mundaú	09.11.2009	25.40	26.40	9.20	5.92	0.20	8.55	633.00	47.05

* Os dados estão apresentados em mS⁻¹.

Tabela 2.
Continuação.

Reservatório	Data de coleta	Temperatura do ar (°C)	Temperatura da água (°C)	Oxigênio Dissolvido (mg. L ⁻¹)	Condutividade elétrica (μ.S ⁻¹)	Secchi (m)	pH	Turbidez (UNT)	Intensidade Luminosa (μ. mol)
Pastora	08.06.2009	28.30	26.50	5.20	102.00	0.50	6.80	40.84	ND
Pedra	30.11.2009	33.30	29.40	9.78	216.00	0.50	9.14	5.06	5.64
Poço da Cruz	21.01.2010	26.40	27.80	8.70	470.00	0.60	8.89	9.86	56.10
Saco I	21.01.2010	34.20	30.10	7.65	650.00	0.80	8.23	50.31	141.28
Santo Antônio dos Palmares	08.06.2009	27.40	26.20	6.90	83.00	0.30	6.84	14.37	ND
Tapacurá	05.10.2009	35.60	29.70	14.61	0.20*	0.60	7.97	30.94	ND
Venturosa	13.10.2009	37.70	31.70	21.30	1871.00	0.15	9.42	52.20	7.26

* Os dados estão apresentados em mS⁻¹.

Tabela 3.

Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas e Ingazeira no período de fevereiro a junho de 2009.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde		Bitury		Botafogo	Buíque*	Carpina	Duas Unas		Ingazeira
	14/04	31/03	12/05	03/02	07/04	20/05	02/06	06/04	10/03	07/04	14/04
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	0.39	-	-	-	-	-	-	0.32	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	446.77**	206.06°	96.49°	0.01	0.01	-	-	241.17**	22.83	14.40	589.54°
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	125.10**	-	-	0.01	-	-	-	33.00	-	14.40	27.51
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	38.30**	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	17.61	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	0.02**	-	-	-	36.51	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	127.72**	68.72**	24.20**	0.12°	0.36°	-	-	80.91	-	-	410.67**
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.98
<i>M. tenuissima</i>	18.84	2.59	1.84	-	-	-	-	-	-	-	76.77**
<i>Microcystis novacekii</i>	21.37	-	-	-	-	-	-	-	-	2.30	-

*Ausência de cianobactérias. ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 3.
Continuação.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde		Bitury		Botafogo	Buíque*	Carpina	Duas Unas		Ingazeira
	14/04	31/03	12/05	03/02	07/04	20/05	02/06	06/04	10/03	07/04	14/04
<i>M. panniformis</i>	219.95**	-	-	-	-	-	-	-	-	2058.75°	-
<i>M. protocystis</i>	8.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	1071.78°	-	-	-	-	0.96°	-	-	0.06	1297.92°	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	38.73	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	71.12	-	-	-	-	-	-	1490.36°	-	19.63	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	0.98	0.96	-	-	0.13**	-	24.44	-	-	50.69**
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	5.84	-	-	-	-	0.41**	-	46.73	526.11°	-	7.62
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	22.49	-	-	-

*Ausência de cianobactérias. ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 4.

Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra e Poço da cruz no período de fevereiro a junho de 2009.

Espécie	Ipojuca		Jazigo*		Jucazinho		Mundaú	Pastora	Pedra	Poço da cruz*
	03/02	07/04	11/05	17/02	24/03	28/04	17/03	08/06	02/06	11/05
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	0.08	-	-	0.16	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	0.88**	0.59**	-	0.03	-	-	231.20**	-	44.67**	-
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	0.08	-	-	0.01	10.47**	8.88	213.11**	-	5.74	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	4.82	8.57	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	0.22	0.66**	-	0.21**	41.18**	63.73**	56.23	-	39.34**	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.08**	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	-	-	-	-	10.71	-	1.05	-
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	-	-	-	-	2.41	-	12.25	-

*Ausência de cianobactérias. ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 4.
Continuação.

Espécie	Ipojuca		Jazigo*		Jucazinho		Mundaú	Pastora	Pedra	Poço da cruz*
	03/02	07/04	11/05	17/02	24/03	28/04	17/03	08/06	02/06	11/05
<i>M. panniformis</i>	-	-	-	-	-	-	688.76**	-	-	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-	-	367.81**	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	0.10	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	0.07**	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	8.95**	-	-	-	2.83	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	7.10°	3.28°	-	2.20°	101.57**	333.44°	-	-	-	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	590.85°	-
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	0.11	-	0.03	8.40	4.24	-	-	4.57	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	0.07	0.37**	-	0.02	28.49**	29.32**	-	-	-	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias. ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 5.

Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nas amostras coletadas nos reservatórios de Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa no período de março a junho de 2009.

Espécie	Saco I	Santo Antônio dos Palmares	Tapacurá		Venturosa*
	11/05	08/06	10/03	04/05	14/04
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	0.04**	0.08**	23.14**	21.92**	-
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	-	13.35**	22.76**	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	-	-	44.31**	10.66**	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	2.62	1.98	-
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias. ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 5.
Continuação.

Espécie	Saco I	Santo Antônio dos Palmares	Tapacurá		Venturosa*
	11/05	08/06	10/03	04/05	14/04
<i>M. panniformis</i>	-	-	-	-	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	9.52**	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	8.04**	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	-	0.13°	10.86**	33.44**	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	0.06°	0.02**	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	-	-	7.34**	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	-	-	11.08**	1.74	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 6.

Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira e Ipojuca no período de outubro e novembro de 2009.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde	Botafogo	Buíque	Carpina	Duas Unas	Ingazeira	Ipojuca
	13/10	30/11	28/10	30/11	06/10	05/10	13/10	10/11
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	0.06	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	51.77	224.56**	-	3.65**	3.86	39.72°	108.80**	14.07
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	-	-	1.39**	3.86	-	108.80**	6.12
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	12.78	-	-	-	2.78	-	4.10	1.01
<i>Geitlerinema amphibium</i>	-	110.16**	-	11.55°	84.49	0.44	1064.01°	10.33
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	0.78	-	0.84**	-	-	3.81	-
<i>M. tenuissima</i>	1.31	3.25	1.44°	-	-	-	1.73	-
<i>Microcystis novacekii</i>	4.74	-	-	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias ** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 6.
Continuação.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde	Botafogo	Buíque	Carpina	Duas Unas	Ingazeira	Ipojuca
	13/10	30/11	28/10	30/11	06/10	05/10	13/10	10/11
<i>M. panniformis</i>	39.87	12.98	-	-	23.52	-	-	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-	-	36.64	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	0.15	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	1.21	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	1297.27°	92.92**	-	-	2590.23°	-	658.87**	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	85.63	-	-	304.92°
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	0.48**	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	1.01	7.58	0.05	0.29	1.33	-	0.69	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	9.03	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	32.86	3.45	-	0.19	14.23	7.97**	29.10	1.16
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 7.

Densidade de cianobactérias (10^6 cel.mL⁻¹) nos reservatórios de Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Tapacurá e Venturosa no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010.

Espécie	Jazigo	Jucazinho	Mundaú	Pedra	Poço da cruz	Saco I	Tapacurá	Venturosa
	21/01	27/10	09/11	30/11	21/01	21/01	05/10	13/10
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	0.26	0.03	-	-	10.47
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	-	30.20	219.72**	95.71**	34.46**	0.09**	11.17	83.75
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	16.91	70.31**	8.30	14.27**	0.07**	-	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	0.92	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	0.54	-	-	-	-	0.40	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	-	68.66**	19.92**	85.41**	-	0.15**	30.21**	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	0.02	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	2.30	-	-	-	-	45603.59°
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	2.12	-	-	-	-	-

** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 7.
Continuação.

Espécie	Jazigo	Jucazinho	Mundaú	Pedra	Poço da cruz	Saco I	Tapacurá	Venturosa
	21/01	27/10	09/11	30/11	21/01	21/01	05/10	13/10
<i>M. panniformis</i>	-	-	121.19**	984.60°	-	-	24.96**	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-	-	0.47	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	0.85	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.06**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. isothrix</i>	-	618.55°	-	80.07**	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	0.10°	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	2.49	4.85	2.42	-	-	-	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	0.24	-	-	127.51°	-	5.51	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	-	21.71	-	-	-	0.20**	263.83°	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-

** Espécies Abundantes. ° Espécies Dominantes.

Tabela 8.

Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Bitury, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas e Ingazeira no período de fevereiro a junho de 2009.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde		Bitury		Botafogo	Buíque*	Carpina	Duas Unas		Ingazeira
	14/04	31/03	12/05	03/02	07/04	20/05	02/06	06/04	10/03	07/04	14/04
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	3.21	-	-	-	-	-	-	2.60	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	6055.86	2926.70	1370.37	0.15	0.12	-	-	3710.88	351.23	221.50	9071.33
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	1695.64	-	-	0.19	0.02	-	-	333.45	-	295.41	563.11
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2505.59	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	1137.32	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	1.48	-	-	-	2513.71	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	1302.78	773.74	272.52	1.08	3.16	-	-	881.51	-	-	3074.66
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	872.43
<i>M. tenuissima</i>	54.34	7.72	5.49	-	-	-	-	-	-	-	230.83
<i>Microcystis novacekii</i>	480.40	-	-	-	-	-	-	-	-	51.66	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 8.
Continuação.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde		Bitury		Botafogo	Buíque*	Carpina	Duas Unas		Ingazeira
	14/04	31/03	12/05	03/02	07/04	20/05	02/06	06/04	10/03	07/04	14/04
<i>M. panniformis</i>	3228.89	-	-	-	-	-	-	-	-	30221.96	-
<i>M. protocystis</i>	101.47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	28830.13	-	-	-	-	25.87	-	-	1.72	41987.84	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	815.83	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	1200.40	-	-	-	-	-	-	19970.79	-	263.04	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	13.20	11.35	0.05	-	1.69	-	210.58	-	-	683.89
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	161.23	-	-	-	0.08	30.98	-	3057.09	34416.31	-	580.73
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	346.00	-	-	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 9.

Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Ipojuca, Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pastora, Pedra e Poço da cruz no período de fevereiro a junho de 2009.

Espécie	Ipojuca		Jazigo*		Jucazinho		Mundaú	Pastora	Pedra	Poço da Cruz*
	03/02	07/04	11/05	17/02	24/03	28/04	17/03	08/06	02/06	11/05
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	759.17	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.28	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	9.69	6.51	-	0.37	115.74	136.44	3551.27	-	686.08	-
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	1.21	-	-	0.19	85.45	151.99	3260.80	-	101.88	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	2.30	7.03	-	2.40	480.04	742.81	441.15	-	472.02	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	1.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	-	-	10.47	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	-	-	-	-	48.87	-	3.02	-
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	-	-	-	-	54.11	-	275.36	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 9.
Continuação.

Espécie	Ipojuca		Jazigo*		Jucazinho		Mundaú	Pastora	Pedra	Poço da Cruz*
	03/02	07/04	11/05	17/02	24/03	28/04	17/03	08/06	02/06	11/05
<i>M. panniformis</i>	-	-	-	-	-	-	14937.96	-	-	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-	-	4468.94	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	-	-	-	2.64	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.66	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	-	-	126.48	-	-	-	59.54	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	155.35	71.70	-	35.09	1619.59	5316.84	-	-	-	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8508.27	-
<i>Planktothrix</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	1.45	-	0.30	72.37	36.61	-	-	61.57	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	5.33	28.48	-	1.64	2171.23	982.03	-	-	-	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 10.

Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Saco I, Santo Antônio dos Palmares, Tapacurá e Venturosa no período de março a junho de 2009.

Espécie	Saco I	Santo Antônio dos Palmares	Tapacurá		Venturosa*
	11/05	08/06	10/03	04/05	14/04
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	0.60	1.16	255.89	337.33	-
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	-	197.95	337.55	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	-	-	-	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	0.01	-	324.67	78.12	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	4.31	3.26	-
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 10.
Continuação.

Espécie	Saco I	Santo Antônio dos Palmares	Tapacurá		Venturosa*
	11/05	08/06	10/03	04/05	14/04
<i>M. panniformis</i>	-	-	-	-	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	332.83	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	-	-	169.39	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	-	2.02	173.19	533.25	-
<i>P. isothrix</i>	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	0.74	0.27	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	-	-	63.36	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	-	-	-	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	-	-	370.90	47.90	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	-	-

*Ausência de cianobactérias

Tabela 11.

Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Alagoinha, Arcoverde, Botafogo, Buíque, Carpina, Duas Unas, Ingazeira e Ipojuca no período de outubro e novembro de 2009.

Espécie	Alagoinha	Arcoverde	Botafogo	Buíque	Carpina	Duas Unas	Ingazeira	Ipojuca
	13/10	30/11	28/10	30/11	06/10	05/10	13/10	10/11
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	569.38	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	701.71	3189.33	-	56.13	59.45	611.15	1202.80	155.55
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	-	-	7.02	39.04	-	2226.83	95.92
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	825.52	-	-	-	191.30	-	282.71	69.42
<i>Geitlerinema amphibium</i>	-	1240.33	-	123.56	920.42	4.32	7966.16	110.27
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	97.39	-	99.01	-	-	475.87	-
<i>M. tenuissima</i>	3.77	9.68	4.54	-	-	-	5.19	-
<i>Microcystis novacekii</i>	106.64	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 12.

Biomassa de cianobactérias (mg.L⁻¹) nos reservatórios de Jazigo, Jucazinho, Mundaú, Pedra, Poço da Cruz, Saco I, Tapacurá e Venturosa no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010.

Espécie	Jazigo	Jucazinho	Mundaú	Pedra	Poço da cruz	Saco I	Tapacurá	Venturosa
	21/01	27/10	09/11	30/11	21/01	21/01	05/10	13/10
<i>Chroococcus obliteratus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus</i> sp.	-	-	-	5.34	0.59	-	-	120.52
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (reto)	-	463.86	3374.92	1470.17	529.26	1.39	123.59	1288.96
<i>C. raciborskii</i> (espiralado)	-	300.08	1075.83	128.70	170.14	1.23	-	-
<i>Dolichospermum maximum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>D. torques-reginae</i>	-	-	-	-	-	-	62.71	-
<i>Dolichospermum</i> sp.	-	23.30	-	-	-	-	25.93	-
<i>Geitlerinema amphibium</i>	-	800.31	156.29	846.59	-	1.73	221.35	-
<i>Lyngbya</i> cf. <i>ceylanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Merismopedia glauca</i>	-	-	-	-	-	2.62	-	-
<i>M. tenuissima</i>	-	-	10.51	-	-	-	-	73663.70
<i>Microcystis novacekii</i>	-	-	47.70	-	-	-	-	-

Tabela 12.
Continuação.

Espécie	Jazigo	Jucazinho	Mundaú	Pedra	Poço da cruz	Saco I	Tapacurá	Venturosa
	21/01	27/10	09/11	30/11	21/01	21/01	05/10	13/10
<i>M. panniformis</i>	-	-	2628.40	38039.31	-	-	664.12	-
<i>M. protocystis</i>	-	-	-	-	-	-	5.68	-
<i>Microcystis</i> sp.	-	-	22.80	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria princeps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i> sp.	0.80	-	-	-	-	-	-	-
<i>Planktothrix agardhii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. isothrix</i>	-	8952.47	-	1264.92	-	-	-	-
<i>Planktothrix</i> sp.	2.00	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudanabaena catenata</i>	-	21.45	24.22	32.98	-	-	-	-
<i>P. papillaterminata</i>	-	2.18	-	-	1307.54	-	58.05	-
<i>Sphaerospermopsis aphanizomenoides</i>	-	671.35	-	-	-	15.66	11036.96	-
<i>Spirulina major</i>	-	-	-	1264.92	-	-	-	-

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cianobactérias estiveram presentes em todos os reservatórios estudados, e dentre as 23 espécies identificadas, *C. raciborskii* foi a única considerada muito freqüente, predominando a maioria dos mananciais com elevadas densidades e apresentando destaque por ser dominante em 73,68% dos reservatórios.

Desses reservatórios analisados, 63,16% apresentam florações, tanto com base nas densidades como nas biomassas celulares, e 18 espécies foram responsáveis pela formação deste fenômeno.

As elevadas densidades e biomassas de cianobactérias e a visualização de coloração diferenciada nos reservatórios é a evidencia da ocorrência desse fenômeno, possivelmente, formado por espécies produtoras de toxinas.

Mais de 50% das espécies identificadas tornaram-se primeira citação para o estado de Pernambuco, dentre elas, *Merismopedia tenuissima*, *Microcystis novacekii*, *M. protocystis*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena papillaterminata*, *Dolichospermum maximum*, *D. torques-reginae* e *Sphaerospermopsis aphanizomenoides*, formaram florações.

As mais severas florações foram formadas por *M. tenuissima*, espécies de *Microcystis* e *Planktothrix agardhii*.

Florações multiespecíficas foram verificadas em vários reservatórios, sendo eles, Alagoinha, Arcoverde, Carpina, Duas Unas, Ingazeira, Ipojuca, Jucazinho, Mundaú, Pedra e Tapacurá, nos quais a floração mista esteve formada por 6 espécies, a saber: *C. raciborskii*, *G. amphibium*, *M. novacekii*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata* e *S. aphanizomenoides*. Destas, *C. raciborskii* e *S. aphanizomenoides* são comprovadamente potencialmente produtora de cilindrospermosina, *M. novacekii* e *P. agardhii* de microcistinas.

Todos os ecossistemas analisados no presente estudo apresentaram densidades acima de 100.000 cel.mL⁻¹, que mostra, portanto, floração generalizada, potencialmente tóxica, com risco iminente à população, sendo recomendado pela OMS e Brasil (2003), a realização do

monitoramento semanal e utilização de tratamentos eficazes para a remoção de células e de cianotoxinas.

1. Electronic submission: From now on, all manuscripts should be submitted electronically through Elsevier Editorial System (EES) which can be accessed at <http://ees.elsevier.com/limno>.

2. Unpublished papers of scientific value which comply with the standards of the editorial aims of LIMNOLOGICA will be readily accepted. Acceptance for publication is dependent upon recommendation by one of the editors. The editor-in-chief reserves the right to reject any manuscript submitted, whether on invitation or otherwise, and to make suggestions and modifications before publication. All manuscripts will be peer-refereed. Submission of a manuscript implies that the submitted work has not been published before (except as part of a thesis, lecture note or in the form of an abstract) and that it is not under consideration for publication elsewhere.

3. **Copyright.** Once a paper is accepted, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright, see <http://www.elsevier.com/authorsrights>). A form facilitating transfer of copyright will be provided after acceptance. If material from other copyrighted works is included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article.

4. The manuscript must be submitted ready for the printer, i.e. typewritten, double-spaced on one side of the paper, on format A4. It must be written in English. Authors not using their mother tongue are urgently requested to have their manuscript checked for linguistic correctness before submission. Editors are entitled to submit manuscripts to an additional linguistic examination. Number the pages of the manuscript consecutively. Lines should be numbered.

5. Please upload text, tables and figures as separate files:

- Text, including italics and bold characters, should be saved as Word or WordPerfect documents in DOS or Macintosh format. Do not use capital letters for authors' names or headlines.
- Pictures should be saved as TIFF or EPS-format.
- Tables as Word or WordPerfect documents in DOS or Macintosh format or as Excel sheets.

6. The title page should include title of paper, first name(s) written in full, surname(s) of authors, laboratory or institution, name of town and country. Name, address as well fax and phone number, e-mail-address of the author responsible for correspondence or reprint requests should be mentioned. A short running title of no more than 40 to 50 characters should be added. Up to 10 key words should follow.

7. Every manuscript has to be preceded by the title, and a abstract in English giving a synopsis with sufficient detailed information concerning the methods used and the results obtained has to be added.

8. Text marking: Italics, should be used for all scientific names from the level of the genus downward.

9. Each table should be typed on a separate page. Tables should be numbered consecutively in Arabic numerals and attached to the end of the text. They should be supplied with headings and kept as simple as possible and should be referred to in the text as "Table 1", etc.

10. Figures should be numbered consecutively in Arabic numerals. Legend for figures (incl. photographs) should be listed consecutively on a separate page.

11. Photographs should be sharp and well-contrasted. The magnification should be indicated by a scale bar. Inscriptions, marks, and scale bars should preferably be drawn neatly in black ink in an appropriate size. Please see that the figures making a plate fit each

other in size and contrast and that they correspond. Plan all figures to suit a column width of 8.8 cm or a page width of 18.2 cm. Figures may be combined to a maximum plate size of 18.2 cm x 24.3 cm. Figures should be supplied in digital format (EPS or TIFF format, resolution of figures in final printing size 300 dpi for halftones, 600–1200 dpi for black/white line drawings).

12. Free colour reproduction. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. Colour figures can be printed only if the costs are covered by the author (€ 250.00 for first colour figure, € 200.00 for every following colour figure). For further information on the preparation of electronic artwork, please see www.elsevier.com/artworkinstructions.

13. Bibliographical references (section called "References") should be listed in alphabetical order and then further sorted chronologically if necessary. The following usage should be confirmed to:

Reference to a journal publication: Finlay, B.J., Clarke, K.J., Cowling, A.J., Hindle, R.M., Rogerson, A., Beringer, U.G., 1988. On the abundance and distribution of protozoa and their food on a productive freshwater pond. *Eur. J. Protist.* 23, 205–217.

Reference to a book: Fott, B., 1959. *Algenkunde*. Gustav Fischer, Jena.

Reference to a chapter in an edited book or articles of monographs (symposia, etc): Hastings, I.W., Sweeny, B.M., 1959. The *Gonyaulax* clock. In: Withrow, R.B. (Ed.), *Photoperiodism and related phenomena in plants and animals*. American Association for Advancement of Science, Washington, pp. 567–584.

14. In the text, references should be cited chronologically by author's surname followed by year of publication: Koschel (1995), Koschel and Adams (2003), Finlay et al. (1988) or (Koschel, 1995; Koschel and Adams, 2003; Finlay et al., 1988). If several contributions by the same author were published in one year, a distinction of these should be made by adding a, b, or c, e.g. (Koschel, 1981a; Meyer and Huss, 1999a, b).

15. When papers originally published in languages which use alphabets others than Latin (e.g. Russian Cyrillic, Japanese, etc.) are cited, author, title of the paper and the periodical itself must be transliterated (romanized) using ISO1 or ISO2 or similar romanization standards (cf. Nicolson, *Taxon* 30/1981, 168–183). A translation of the title into English should be added in parentheses.

16. The journal LIMNOLOGICA is produced directly in page set. Consequently the author only receives the page proofs for his approval. Therefore all positions for figures and tables must already be marked in the left margin of the manuscript.

17. There are **no page charges**. The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use. Additional offprints may be ordered when proofs are returned. Until publication of the print edition, corrected proofs will be available at online first (www.sciencedirect.com).

18. **Funding body agreements and policies.** Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors who publish in Elsevier journals to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>

APÊNDICE

1. Alagoinha 14.04.2009
2. Alagoinha 13.10.2009
3. Arcoverde 31.03.2009
4. Arcoverde 12.05.2009
5. Arcoverde 30.11.2009
6. Bitury 03.02.2009
7. Bitury 07.04.2009
8. Botafogo 20.05.2009
9. Botafogo 28.10.2009
10. Buíque 02.06.2009
11. Buíque 30.11.2009
12. Carpina 06.04.2009
13. Carpina 06.10.2009
14. Duas Unas 10.03.2009
15. Duas Unas 04.05.2009
16. Duas Unas 05.10.2009
17. Ingazeira 14.04.2009
18. Ingazeira 13.10.2009
19. Ipojuca 03.02.2009
20. Ipojuca 07.04.2009
21. Ipojuca 10.11.2009
22. Jazigo 11.05.2009
23. Jazigo 21.01.2010
24. Jucazinho 17.02.2009
25. Jucazinho 24.03.2009
26. Jucazinho 28.04.2009
27. Jucazinho 27.10.2009
28. Mundaú 17.03.2009
29. Mundaú 09.11.2009
30. Pastora 08.06.2009
31. Pedra 02.06.2009
32. Pedra 30.11.2009
33. Poço da Cruz 11.05.2009
34. Poço da Cruz 21.01.2010
35. Saco I 11.05.2009
36. Saco I 21.01.2010
37. Santo Antônio dos Palmares 08.06.2009
38. Tapacurá 10.03.2009
39. Tapacurá 04.05.2009
40. Tapacurá 05.10.2009
41. Venturosa 14.04.2009
42. Venturosa 13.10.2009