

GIULLIARI ALAN DA SILVA TAVARES DE LIRA

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E SAZONAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM DOIS RESERVATÓRIOS EUTRÓFICOS DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

RECIFE

2009

GIULLIARI ALAN DA SILVA TAVARES DE LIRA

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E SAZONAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM DOIS RESERVATÓRIOS EUTRÓFICOS DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Botânica.

RECIFE

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

L768d Lira, Giulliani Alan da Silva Tavares de
Distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos do Estado de Pernambuco / Giulliani Alan da Silva Tavares de Lira. -- 2009.
125 f. : il.

Orientadora : Ariadne do Nascimento Moura
Tese (Doutorado em Botânica) -- Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.
Inclui anexo e bibliografia

CDD 581.524

1. Fitoplâncton
2. Densidade
3. Variedades bióticas
4. Variedades abióticas
5. Variação vertical
6. Variação sazonal
7. Cyanobacteria
8. Pernambuco (BR)
 - I. Moura, Ariadne do Nascimento
 - II. Título

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BOTÂNICA – PPGB

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E SAZONAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM DOIS RESERVATÓRIOS EUTRÓFICOS DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Orientadora:

Dra. Ariadne do Nascimento Moura

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Conselheiras:

Dra. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
(ESALQ-USP)

Dra. Elcida de Lima Araújo

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

Recife

2009

**DISTRIBUIÇÃO VERTICAL E SAZONAL DA COMUNIDADE
FITOPLANCTÔNICA EM DOIS RESERVATÓRIOS EUTRÓFICOS DO ESTADO
DE PERNAMBUCO**

Giulliarri Alan da Silva Tavares de Lira

Tese aprovada pela banca examinadora

Orientadora: _____

Dra. Ariadne do Nascimento Moura - UFRPE
Presidente

Dra. Enide Eskinazi-Leça - UFRPE
Titular

Dra. Maria Luize Koenig - UFPE
Titular

Dra. Glória Gonçalves da Silva Cunha - UFPE
Titular

Dr. José Zanon de Oliveira Passavante - UFPE
Titular

Dr. William Severi - UFRPE
Titular

Dra. Enaide Marinho de Melo Magalhães - UFAL
Suplente

Dr. Fernando Antônio Nascimento Feitosa - UFPE
Suplente

Data da aprovação: / / 2009

**Recife
2009**

Dedicatória:

À minha família e ao seu mais novo integrante, meu filho, que ainda nem saiu do ventre, mas com toda a sua energia, já consegue mudar a vida de muita gente aqui fora.

Agradecimentos

A Deus, pela dádiva da vida com plena saúde física e mental.

Ao Departamento de Biologia da UFRPE, em nome da sua atual diretora, Dra. Elcida de Lima Araújo, pelo apoio na disponibilidade dos veículos para realização das coletas de campo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE, em nome da atual coordenadora, Dra. Cibelle Castro, por todo o apoio e estrutura oferecidos para o desenvolvimento da tese.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo suporte material concedido a esta pesquisa.

À Profa. Dra. Ariadne do Nascimento Moura, minha orientadora, que ao longo de quase dez anos de convívio, sempre me dispôs oportunidades, confiança, ensinamentos, assim como, amizade, compreensão e respeito, deixo aqui meus sinceros agradecimentos com muita benevolência a tudo que foi feito por mim.

À Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo, minha co-orientadora, por toda a disponibilidade, esforço e presteza.

À Prof. Dra. Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira, pela atenção dedicada à leitura deste trabalho e suporte com equipamento e material de laboratório.

Às Profas. Dras. Iva Carneiro Leão e Enide Eskinazi-Leça, pela atenção e pela constante boa-vontade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Botânica, pelas aulas instigantes e pela convivência sempre harmoniosa.

Aos colegas do doutorado, pelas angústias e alegrias divididas.

A todos que formam o Programa de Pós-Graduação em Botânica da UFRPE, pela dedicação, pelo compromisso e pela constante boa vontade.

Ao professor William Severi, pelo empréstimo do equipamento de campo YSI utilizado na aquisição de parte dos dados abióticos.

Em especial, aos funcionários Sr. Manasses Araújo e Sra. Margarida Clara, pela presteza e compromisso.

Aos motoristas da UFRPE, Srs. José Bonifácio e Luiz Lira, pela presteza na condução às coletas.

Aos meus amigos Edson Moura e Carolina Abreu, pelo apoio e compreensão.

Ao meu amigo Cícero Tiago, pelo apoio e oportunidades a mim ofertados.

A Dra. Teresinha Tabosa, diretora do LACEN-PE, pela credibilidade e confiança em mim depositados.

A todos os amigos que passaram pelo Laboratório de Ficologia do Programa de Pós-Graduação em Botânica, durante o período do meu doutoramento, Antônio Travassos, Bruno Barros, Cláudio Santos, Danilo Mamed, Edson Moura, Emanuel Cardoso, Ênio Woclyli, Helton Soriano, Ise de Goreth, Juarez José, Manoela Pérez e Silvana Nascimento, pela amizade, presteza e troca de ensinamentos.

Aos meus amigos do CIR, Carlos Frederico, Clayton Souza, Daniel Medeiros, Igor Santos, Ivan Sonoda, Kleber Andrade, Leonardo Félix, Maria das Graças e Adriano Vicente, pela grande amizade e companheirismo de longas datas.

A minha família e amigos: aos meus pais, Cícero e Nicéas, pelo apoio sem limites e sincera amizade; a minha querida Lena, por quem tenho muito respeito e admiração, pela gentileza e dedicação; a D. Iolanda, pelo carinho e compreensão; ao meu irmão Giullandrei e sua esposa Vanessa, pelas vibrações sempre positivas e ao meu sobrinho querido Lucas Valadares, a quem tenho como um filho, pelo olhar de um verdadeiro amigo.

Enfim, a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Sumário

Lista de figuras.....	03
Lista de tabelas.....	04
RESUMO.....	05
ABSTRACT.....	07
1. INTRODUÇÃO.....	09
2. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA.....	12
2.1 Aspectos Gerais.....	12
2.2 Mundial.....	13
2.3 Nacional.....	14
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
4. RESULTADOS.....	28
4.1 - Manuscrito I - a ser submetido à revista Acta Botânica.....	28
Artigo: Caracterização vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Mundaú - PE, nordeste do Brasil.....	29
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	30
Introdução.....	31
Material e métodos.....	32
Resultados.....	33
Variáveis abióticas.....	33
Composição fitoplanctônica.....	34
Densidade fitoplanctônica, abundância e dominância.....	34
Diversidade específica e equitabilidade.....	35
Análise de agrupamento.....	35
Discussão.....	36
Agradecimentos.....	39
Referências bibliográficas.....	40
4.2 - Manuscrito II - a ser submetido à revista Acta Oecologica.....	50
Artigo: Relações de abundância, dominância e coexistência fitoplanctônica em um reservatório eutrófico, Pernambuco, Brasil.....	51
Resumo.....	52
Abstract.....	53
Introdução.....	54
Material e métodos.....	55
Resultados.....	58
Variáveis abióticas.....	58

Variáveis bióticas.....	58
Análise de componentes principais e correspondência canônica.....	61
Discussão.....	62
Conclusões.....	66
Agradecimentos.....	67
Referências bibliográficas.....	77
Anexos.....	81
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	115

Lista de Figuras - Manuscrito I

Figura 1. Variação dos parâmetros ambientais analisados entre as profundidades e períodos sazonais no reservatório de Mundaú (PE) (PS - período seco; PC - período chuvoso; Jan - janeiro; Set - setembro; Nov - novembro; Mar - março; Mai - maio; Jul - julho).46

Figura 2. Variação da densidade vertical e sazonal das espécies mais representativas no reservatório de Mundaú (PE). *Merismopedia punctata* Meyen, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e *Synedra rumpens* Kützing (PS - período seco; PC - período chuvoso; Jan - janeiro; Set - setembro; Nov - novembro; Mar - março; Mai - maio; Jul - julho).....47

Figura 3. Diversidade específica e equitabilidade dos táxons ao longo das profundidades amostradas no reservatório de Mundaú (PE), durante os dois períodos sazonais (seco - PS; chuvoso - PC; Div - diversidade específica; Equi - equitabilidade.....48

Figura 4. Dendrograma de dissimilaridade da distribuição dos táxons entre as profundidades analisadas no reservatório de Mundaú (PE) durante os períodos seco (PS) e chuvoso (PC).....49

Lista de Figuras - Manuscrito II

Fig. 1. Variação média sazonal e vertical da temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez e pH, no reservatório de Carpina (PE), entre o período de janeiro e novembro/06. (PS: período seco; PC: período chuvoso).....72

Fig. 2. (A - B). A - Variação da densidade fitoplanctônica total (colunas) e Clorofila *a* (linhas) entre as profundidades analisadas. B - Variação da densidade de Cyanobacteria (colunas) e IET (Cl-*a*) (linhas) entre as profundidades analisadas no período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06.....73

Fig. 3. Densidade dos grupos fitoplanctônicos ($\times 10^4$ org.L⁻¹) entre as profundidades analisadas no reservatório de Carpina (PE) durante o período de estudo, compreendido entre janeiro e novembro /06.....74

Fig. 4. ACP das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, durante o período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06. Legendas: Aco (*Anabaena constricta*), Cra (*Cylindrospermopsis raciborskii*), Gam (*Geitlerinema amphibium*), Pag (*Planktothrix agardhii*), Pse (*Pseudanabaena* sp.), Sru (*Synedra rumpens*), Mgr (*Monoraphidium griffithii*), Eug (*Euglena* sp.), Cl - *a* (clorofila *a*), T °C (temperatura da água), Oxi (oxigênio dissolvido), Cond (condutividade elétrica), Std (sólidos totais dissolvidos), Tur (turbidez), e pH (pH).....75

Fig. 5. Ordenação pela ACC das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, durante o período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06. Legendas: Aco (*Anabaena constricta*); Cra (*Cylindrospermopsis raciborskii*); Pag (*Planktothrix agardhii*); Gam (*Geitlerinema amphibium*); Pse (*Pseudanabaena* sp.); Sru (*Synedra rumpens*); Mgr (*Monoraphidium griffithii*); T °C (temperatura da água); Oxi (oxigênio dissolvido); Cond (condutividade elétrica); Std (sólidos totais dissolvidos); Tur (turbidez); pH; PS (período seco); PC (período chuvoso); profundidades (S - superfície; 1- 1,0m; 2 - 2,0m; 4 - 4,0m; 8 - 8,0m; 10 - 10,0m).....76

Lista de Tabelas - Manuscrito I

Tabela 1. Lista dos táxons com a respectiva distribuição de ocorrência entre as profundidades e períodos sazonais, seco e chuvoso, no reservatório de Mundaú (PE)..... 45

Lista de Tabelas - Manuscrito II

Tabela 1. Fatores de correlação (%) da análise de componentes principais (ACP) entre as espécies abundantes e as variáveis ambientais, no período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06.....69

Tabela 2. Resumo dos resultados da ACC das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, no período estudado no reservatório de Carpina, compreendido entre janeiro e novembro/06.....70

Tabela 3. Coeficientes canônicos e coeficientes de correlação “inter-set” das variáveis ambientais e biológicas mais representativas nos eixos 1 e 2 da ACC, no período estudado no reservatório de Carpina, compreendido entre janeiro a novembro/06.....71

RESUMO

A dinâmica da comunidade fitoplânctônica em ecossistemas aquáticos fornece inúmeras informações diagnósticas e serve como sensível ferramenta para indicação de alterações ambientais, capazes de prenunciar modificações em qualquer corpo hídrico. Pesquisas direcionadas à distribuição vertical destes organismos em reservatórios eutróficos são ainda pouco exploradas, sendo essenciais para o gerenciamento da captação de água para abastecimento. O objetivo deste trabalho é apresentar a estrutura e distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplânctônica relacionada a alguns aspectos físicos, químicos e climatológicos, em dois mananciais eutróficos de abastecimento do estado de Pernambuco: reservatório de Mundaú, localizado na Região Agreste, no município de Garanhuns e reservatório de Carpina, situado na Zona da Mata, entre os municípios de Carpina e Limoeiro. Em cada reservatório foram realizadas amostragens bimestrais, compreendidas entre janeiro e novembro/2006, contemplando dois períodos sazonais: seco (janeiro, setembro e novembro) e chuvoso (março, maio e julho). Para realização das coletas foram definidas oito profundidades no reservatório de Mundaú (Superfície; 0,5m; 1,0m; 2,0m; 4,0m; 6,0m; 8,0m; e 10,0m) e seis em Carpina (Superfície; 1,0m; 2,0m; 4,0m; 8,0m; e 10,0m), determinadas de acordo com o coeficiente de atenuação vertical da luz. As coletas na superfície foram realizadas utilizando-se um recipiente de boca larga e nas profundidades, com garrafa de tipo Van Dorn. O limite da zona eufótica foi verificado a partir dos resultados do disco de Secchi. O índice de estado trófico (IET) foi determinado a partir das concentrações de clorofila *a* e transparência de disco de Secchi no reservatório de Carpina. Foram estimados os valores de densidade e as relações de abundância, dominância, diversidade específica e equitabilidade dos táxons. Em Mundaú, a composição da comunidade esteve representada por 71 táxons, enquanto em Carpina foram observados 61. A divisão Chlorophyta foi mais representativa quanto à riqueza (52% Mundaú e 44% Carpina) seguida pelas Cyanobacteria (31% Mundaú e 33% Carpina). *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium* e *Synedra rumpens* foram comuns aos dois mananciais quanto à abundância. *Chroococcus minutus*, *Chroococcus minimus*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii*, *Microcystis robusta*, *Merismopedia punctata*, *Merismopedia minima*, *Raphidiopsis mediterranea*, *Pseudanabaena* sp., *Ulnaria ulna*, *Nitzschia* sp.1, *Euglena* sp.1 e *Golenkinia radiata* foram os demais táxons abundantes para Mundaú, enquanto em Carpina registrou-se a abundância de *Anabaena constricta*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata*, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium griffithii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra rumpens*, *Nitzschia* sp.2 e *Euglena* sp.2. Cyanobacteria foi o grupo que apresentou as maiores densidades, apresentando somatório das profundidades variando entre 30984×10^{-4} (74,2 % no chuvoso) e 34209×10^{-4}

org.L⁻¹ (78,2% no seco) em Mundaú e 6883x10⁻⁴ (93,4% no seco) a 7199x10⁻⁴ org.L⁻¹ (84,2% no chuvoso) em Carpina. Com exceção do período chuvoso em Carpina, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi a única espécie dominante para os dois mananciais: com somatório das profundidades variando de 23975x10⁻⁴ (57% no seco) a 27240x10⁻⁴ org.L⁻¹ (62% no chuvoso) em Mundaú e 7366x10⁻⁴ (69% no seco) a 8521x10⁻⁴ org.L⁻¹ (49,6% no chuvoso) em Carpina. O índice de diversidade específica e equitabilidade apresentaram baixos valores indicando densidades mal distribuídas e predomínio de poucas espécies. Foram observadas para ambos os reservatórios que os fatores climáticos, como precipitações pluviométricas e os ventos, determinaram as alterações de circulação da massa d'água e conseqüentemente, influenciaram a estrutura fitoplanctônica. Para o reservatório de Mundaú, a análise de agrupamento demonstrou alta dissimilaridade (40%) entre o hipolímnio no período chuvoso e as demais profundidades, indicando que este estrato, pode ser viabilizado como uma alternativa para captação de água de forma mais segura e menos dispendiosa durante o tratamento. As análises da ACP e ACC no reservatório de Carpina indicaram relação entre as variáveis: sólidos totais dissolvidos, temperatura da água, condutividade elétrica e pH com as alterações verticais e sazonais do fitoplâncton. As alterações verticais e sazonais nas variáveis ambientais no reservatório de Carpina foram discretas e reguladas pela precipitação pluviométrica, mas foram suficientes para promover instabilidade na comunidade fitoplanctônica, permitindo a coexistência de espécies oportunistas.

ABSTRACT

The dynamics of the phytoplankton community in aquatic ecosystems provides considerable diagnostic information and serves as a sensitive tool for the indication of environmental changes, enabling the prediction of changes in any body of water. The vertical distribution of these organisms in eutrophic reservoirs remains an under-explored field of study, but is essential to the management of water supply systems. The aim of the present study was to describe the structure as well as vertical and seasonal distribution of the phytoplankton community regarding physical, chemical and climatological aspects in two eutrophic water supply reservoirs in the state of Pernambuco, Brazil: the Mundaú Reservoir, located in the inland city of Garanhuns, and the Carpina Reservoir, located in the coastal region between the cities of Carpina and Limoeiro. In each reservoir, bimestral sampling was carried out between January and November 2006, spanning two climatic periods: dry season (January, September and November) and rainy season (March, May and July). Eight collection depths were defined for the Mundaú Reservoir (surface, 0.5m, 1.0m, 2.0m, 4.0m, 6.0m, 8.0m and 10.0m) and six depths were defined for the Carpina Reservoir (surface, 1.0m, 2.0m, 4.0m, 8.0m and 10.0m), determined based on the vertical light attenuation coefficient. Surface collections were carried out using a large-mouth recipient and a Van Dorn bottle was used at the different depths. The limit of the euphotic zone was determined from the results of a Secchi disk. The trophic state index (TSI) was determined from the concentrations of chlorophyll *a* and transparency of the Secchi disk in the Carpina Reservoir. Density values were estimated and abundance, dominance, species diversity and evenness relationships of the taxa were determined. At Mundaú, the composition of the community was represented by 71 taxa, whereas 61 taxa were observed at Carpina. Chlorophyta was the most representative in terms of richness (52% at Mundaú and 44% at Carpina), followed by Cyanobacteria (31% at Mundaú and 33% at Carpina). *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Geitlerinema amphibium* and *Synedra rumpens* were common to both reservoirs in terms of abundance. *Chroococcus minutus*, *Chroococcus minimus*, *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii*, *Microcystis robusta*, *Merismopedia punctata*, *Merismopedia minima*, *Raphidiopsis mediterranea*, *Pseudanabaena* sp., *Ulnaria ulna*, *Nitzschia* sp.1, *Euglena* sp.1 and *Golenkinia radiata* were also abundant at Mundaú, whereas *Anabaena constricta*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudanabaena catenata*, *Monoraphidium arcuatum*, *Monoraphidium griffithii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra rumpens*, *Nitzschia* sp.2 and *Euglena* sp.2 were abundant at Carpina. Cyanobacteria was the group with the greatest densities, presenting depths summation ranging from 30984×10^{-4} (74.2% in the rainy season) to 34209×10^{-4} org.L⁻¹ (78.2% in the dry season) at Mundaú and 6883×10^{-4} (93.4% in the dry season) to 7199×10^{-4} org.L⁻¹ (84.2% in the rainy season) at

Carpina. With the exception of the rainy season at Carpina, *Cylindrospermopsis raciborskii* was the only dominant species in both reservoirs, with depths summation ranging from 23975×10^{-4} (57% in the dry season) to 27240×10^{-4} org.L⁻¹ (62% in the rainy season) at Mundaú and 7366×10^{-4} (69% in the dry season) to 8521×10^{-4} org.L⁻¹ (49.6% in the rainy season) at Carpina. Species diversity and evenness indices achieved low values, indicating poorly distributed densities and a predomination of few species. In both studies, climate factors, such as precipitation and wind, determined changes in the circulation of the water mass and, consequently, influenced the phytoplankton structure. For the Mundaú Reservoir, cluster analysis demonstrated high dissimilarity (40%) between the hypolimnium in the rainy season and the other depths, indicating that this stratum may be used as an alternative water supply option in a safer and less costly fashion during treatment. Principal Component Analysis and Canonical Correlation Analysis for the Carpina Reservoir indicated relationships between the variables total dissolved solids, water temperature, electrical conductivity and pH, with vertical and seasonal variations in phytoplankton. The vertical and seasonal changes in environmental variables in the Carpina Reservoir were discreet and regulated by rainfall, but were sufficient to promote instability in the phytoplankton community, allowing the coexistence of opportunistic species.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a relevância do patrimônio hídrico da humanidade tem sido potencializada, levando em consideração a crescente degradação e conseqüente diminuição das reservas de água doce. O despertar desta problemática tem levado inúmeros pesquisadores ao desenvolvimento de estudos em ecossistemas aquáticos, que visam o amplo conhecimento das comunidades e suas interações com o meio, contribuindo para a conservação e recuperação destes ambientes.

Dentre as comunidades aquáticas que melhor expressam o comportamento de um corpo hídrico, destaca-se o fitoplâncton, uma vez que este grupo de organismos responde prontamente às alterações destes corpos, podendo inclusive adquirir caráter preditivo sobre tais alterações (HUSZAR et al., 2000). Nos ecossistemas aquáticos continentais, como: lagoas, lagos, rios e reservatórios, as alterações quali-quantitativas na estrutura fitoplanctônica podem indicar problemas de grande impacto no sistema, passíveis de inviabilização do uso da água para os seus mais variados fins (BRANCO e CAVALCANTI, 1999).

Especificamente em reservatórios, por se tratar de sistemas especiais que apresentam baixo tempo de residência da água e uma elevada instabilidade espacial e temporal no que tange às características físicas e químicas do meio, as alterações na composição e estrutura fitoplanctônica são mais evidentes e igualmente freqüentes. Nos reservatórios da região nordeste do Brasil, tais oscilações na comunidade revelam-se cada vez mais comuns, tendo em vista o baixo regime de chuvas e alta evaporação existente na região (CHELLAPA e COSTA, 2003). Essas condições climáticas, assim como as características morfométricas e sedimentares desses ecossistemas abrigam propriedades particulares às variáveis ambientais e à comunidade fitoplanctônica da região.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, sabe-se que este grupo de organismos é formado por um grande número de espécies de algas com formas e estratégias de vida diferentes, que se utilizam principalmente destas qualidades, além da densidade, para apresentar uma melhor distribuição ao longo da coluna d'água (GIANI e LEONARDO, 1988).

De acordo com esse desempenho na coluna d'água ou distribuição vertical, o fitoplâncton pode ser dividido em três grandes grupos (REYNOLDS, 1984): 1) organismos pesados e não móveis, com tendência à sedimentação; 2) algas que apresentam mecanismos facilitadores desse deslocamento; e 3) espécies com densidades similares à da água e/ou autonomia quanto à capacidade de migração.

Nesse sentido, os atributos morfofisiológicos de determinados grupos ou espécies, concomitante às condições ambientais favoráveis, propiciam o melhor desempenho e

consequente estabelecimento desses organismos no ecossistema (PADISAK et al., 2003). Além disso, muitos desses organismos são estrategistas e se o ambiente oferece características para o seu desenvolvimento, mesmo que momentaneamente, passam a ter vantagem competitiva sobre outros menos favorecidos (REYNOLDS, 1988).

Dessa maneira, em ecossistemas classificados como meso a oligotróficos, que apresentam pH levemente ácido a alcalino e temperatura acima de 20°C, há grande probabilidade de predomínio da classe Chlorophyceae (NOGUEIRA e LEANDRO-RODRIGUES, 1999). Segundo John et al. (2002) e Lancaster (1991), ecossistemas com águas ricas em matéria orgânica e/ou águas húmicas, com baixos níveis de oxigênio, constituem ambientes favoráveis ao desenvolvimento de algas flageladas. Já os ecossistemas eutróficos, com altas temperaturas, déficit de oxigênio e pH neutroalcalino, são propícios à ascendência de Cyanobacteria (DOKULIL e TEUBNER, 2000; BITTENCOURT-OLIVEIRA e MOLICA, 2003; CALIJURI et al., 2006).

Nos ecossistemas eutrofizados, as Cyanobacteria tendem a apresentar reações diante dos impactos existentes, formando grande florescimento que podem provocar graves conseqüências à saúde de homens e animais. Um exemplo clássico desses efeitos ocorreu em 1996, na cidade de Caruaru, Pernambuco, com a morte de dezenas de pacientes renais de uma clínica de hemodiálise, após o contato com água contaminada por toxinas provenientes de Cyanobacteria (JOCHIMSEN et al., 1998; AZEVEDO et al., 2002). Esse episódio acarretou mudanças significativas na legislação que rege as normas de potabilidade da água no Brasil, com a inclusão do monitoramento de Cyanobacteria e cianotoxinas, a partir da homologação da portaria 1469/00/MS, atualmente revogada pela 518/04/MS (BRASIL, 2004).

Tal tragédia também impulsionou o desenvolvimento de estudos voltados ao conhecimento da dinâmica das Cyanobacteria em reservatórios de abastecimento. Nesse sentido, a ocorrência de florações tóxicas são frequentemente registradas em diversas regiões do país (COSTA et al., 2006; CARVALHO et al., 2007; SOTERO-SANTOS et al., 2008; SANT'ANNA et al., 2008). No Brasil, 32 espécies de Cyanobacteria tóxicas já foram descritas para regiões tropicais e subtropicais do país (SANT'ANNA et al., 2008). No estado de Pernambuco, a presença de cianotoxinas foi observada em florações de *Anabaena spiroides* Klebahn, *Pseudanabaena* sp., *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing ocorridos em importantes reservatórios da região (MOLICA et al., 2002; MOLICA et al., 2005).

Os reservatórios de Mundaú e Carpina estão inseridos em diferentes regiões fitogeográficas do estado de Pernambuco (Agreste e Zona da Mata, respectivamente) e recebem cargas poluidoras de esgotos domésticos e industriais, além de resíduos de atividades

agropecuárias realizadas próximas às suas margens (SRH, 2000). O reservatório de Mundaú, que abastece a cidade de Garanhuns, Pernambuco, apresenta registro de florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, sendo caracterizado como hipereutrófico, com limitação de nitrogênio e oxigênio, pH alcalino e elevada turbidez (MOURA et al., 2007a). No manancial de Carpina, que atualmente abastece o município de Feira Nova, Pernambuco, e serve como importante fonte de pescado para as comunidades ribeirinhas, as condições de trofia são semelhantes, com registro de densas florações de *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek (MOURA et al., 2007b).

Nesses reservatórios, não são conhecidos dados sobre a distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica, sendo estas informações essenciais para o gerenciamento da captação de água para o abastecimento público. Dentro desse contexto, acrescido do conhecimento que a dinâmica fitoplanctônica em ecossistemas aquáticos, fornece inúmeras informações diagnósticas e serve como sensível indicador das alterações ambientais, capazes até de prenunciar modificações nos corpos hídricos, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade fitoplanctônica, a partir da análise da distribuição vertical desses organismos em dois mananciais eutróficos do estado de Pernambuco, os reservatórios de Mundaú e Carpina.

2. FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Aspectos Gerais

A comunidade fitoplanctônica exerce relevante função no desenvolvimento de estudos em ecossistemas aquáticos. As mudanças ambientais induzem respostas rápidas desses organismos, representando alterações na sua composição e dinâmica e estabelecendo ferramentas de análises para melhor compreensão dos mecanismos de funcionamento dos corpos d'água. No entanto, as alterações fitoplanctônicas, sejam estas temporais e/ou espaciais (verticais e horizontais), não dependem apenas dos fatores ambientais e as características comportamentais de cada grupo devem ser consideradas.

Segundo Margalef (1983), a principal dificuldade em estabelecer padrões de distribuição para a comunidade fitoplanctônica está justamente relacionada à ação dos fatores reguladores de tal comportamento, se estes agem combinados, isolados ou apresentam efeitos cumulativos no ecossistema.

As pesquisas nesse âmbito têm revelado características significativas sobre a atividade da comunidade fitoplanctônica nos mais variados aspectos. Nesse sentido, Reynolds (1984), sugere a subdivisão do fitoplâncton em três grandes grupos, considerando o desempenho ao longo da coluna d'água (ou verticalmente): o primeiro, incluindo principalmente as diatomáceas, caracteriza-se por representantes pesados e não móveis, com tendência à sedimentação; o segundo, constituído por algas que apresentam mecanismos facilitadores do deslocamento vertical (ex: vacúolos gasosos), abrange muitas espécies de Cyanobacteria e Chlorophyta; e o terceiro, formado por organismos que apresentam duas características básicas - densidade similar à da água e/ou autonomia quanto à capacidade de migração - o que inclui pequenas Chlorococcales, Euglenophyta e as Dinophyta.

Neste mesmo aspecto, Padisak et al. (2003) relacionaram a diversidade morfológica do fitoplâncton com a regulação de resistência na distribuição vertical a partir de estudos experimentais, utilizando moldes dos organismos em PVC e uma coluna de vidro com glicerina. Os autores apresentam uma discussão sobre a resistência das formas no deslocamento vertical com a evolução morfológica das espécies.

Outras subdivisões do fitoplâncton foram estabelecidas a partir de suas estratégias de sobrevivência (REYNOLDS, 1988): C - estrategistas, formado por algas competidoras; R - estrategistas, constituído por organismos "ruderais", ou seja, espécies invasoras; e S - estrategistas, composto por organismos adaptados a condições de "stress". Segundo Reynolds (op cit.), as alterações na estrutura da comunidade são interpretadas como respostas de estratégias de sobrevivência das populações. Dentro deste contexto, esse mesmo autor (REYNOLDS, 1980, 1997) e Reynolds et al. (2002) ainda propuseram a formação de

associações de espécies estrategistas semelhantes, agrupadas em função das mesmas características ambientais e ajustes de tolerância e sensibilidade (KRUK et al., 2002).

No entanto, essas variáveis físicas e químicas do ambiente são reguladas por fatores climáticos, os quais influenciam direta e indiretamente a estrutura e dinâmica fitoplanctônica. Teubner et al. (2003) e Heo e Kim (2004) apontam a precipitação e a velocidade dos ventos como os principais fatores de mistura da coluna d'água, mecanismo que interfere diretamente na distribuição da comunidade, pois modifica a disponibilidade de inúmeras variáveis ambientais que regulam o fitoplâncton, tais como temperatura, oxigênio, luminosidade e nutrientes.

De maneira geral, observa-se que para o desenvolvimento do estudo da distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica, um conjunto de fatores estão relacionados, como desempenho morfofuncional dos grupos ou espécies, variáveis ambientais físico-químicas e características climáticas.

2.2 Mundial

No presente estudo, foram abordados temas relacionados à pesquisas de distribuição espacial e sazonal do fitoplâncton, trabalhos em ecossistemas eutrofizados e dominância de Cyanobacteria. Sendo assim, no Reservatório Kenyir (Malásia), a ação conjunta entre a temperatura da água e a transparência foram fundamentais para o favorecimento do domínio da divisão Chlorophyta e formação das maiores densidades fitoplanctônicas até os primeiros 5,0 m de profundidade (YUSOFF et al., 1998).

As relações de abundância numérica, distribuição espacial e biomassa total da comunidade fitoplanctônica foram avaliadas em relação aos fatores ambientais em dois períodos sazonais no Lago Victoria, Quênia (LUNG'AYIA et al., 2000), apresentando um total de 103 táxons com maior diversidade e dominância para a classe Cyanophyceae. A pesquisa indicou forte correlação da distribuição das espécies fitoplanctônicas com a turbidez durante o período seco e com o silicato (SiO_2) no chuvoso. A dominância de Cyanobacteria tem sido evidenciada em estudos de diversas regiões do mundo (PADISAK e REYNOLDS 1998; VASCONCELOS, 1999; VAN DOLAH et al., 2001; KORMÁRKOVÁ e TAVERA, 2003; BOUVY et al., 2006).

De acordo com Dokulil e Teubner (2000), a dominância desses organismos tem recebido muita atenção devido a frequentes formações de florações em ambientes com altos níveis tróficos. Essa característica elegeu as Cyanobacteria como potenciais indicadores de ecossistemas poluídos (DOUTERELO et al., 2004). No entanto, são muitos os fatores relacionados ao sucesso ecológico desses organismos: elevadas temperaturas, adaptação a baixa intensidade de luz, regulação da flutuação, armazenamento de fósforo, produção de

toxinas, etc. (SHAPIRO, 1984; CRAYTON, 1993; CHORUS e BARTRAM, 1999; AVERHOFF et al., 2007).

Ferber et al. (2004) atribuem o domínio das Cyanobacteria no lago eutrófico Shelburne (USA), ao monopólio de fontes bênticas de amônio e também à formação de densas populações nas camadas superficiais da água, que diminuíram sensivelmente a disponibilidade da luz para outras espécies.

Devido a estas características, os trabalhos com Cyanobacteria estão sempre em evidência e o conhecimento da dinâmica de espécies com histórico na produção de toxinas é uma constante preocupação. Nesse sentido, alguns táxons despertam maior interesse: *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju destaca-se pelo sucesso ecológico atribuído à tolerância em larga escala de diferentes condições climáticas (PADISAK, 1997; MCGREGOR e FABBRO, 2000; BRIAND et al., 2002; BERNARD et al., 2003; SAKER et al., 2003; MOORE et al., 2005; BERGER et al., 2006); *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing caracteriza-se pela formação de massivas florações em ecossistemas aquáticos eutróficos e poluídos (MAHAKHANT et al., 1998; DEPPE et al., 1999; YUNES e LEON, 2001; OUAHID et al., 2005); *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek é considerada como uma das espécies que mais apresentam florações em lagos rasos de regiões temperadas (LINDHOLM e MERILUOTO, 1991; HAŠLER e POULÍČKOVÁ, 2003; KOMÁREK e KORMÁRKOVÁ, 2004).

2.3 Nacional

No Brasil, estudos que caracterizam a distribuição fitoplanctônica relacionada a aspectos ambientais são bem desenvolvidos e estes sinalizam as variáveis temperatura da água e turbidez, além dos fatores climáticos, velocidade dos ventos e precipitação, como os principais fatores reguladores destes organismos. Desta forma, a partir de amostragens bimensais entre o período de dezembro de 1984 a outubro de 1985, no reservatório da Pampulha (MG), a intensidade luminosa e estrutura térmica do ecossistema foram relacionadas à distribuição vertical de 39 táxons fitoplanctônicos (GIANI e LEONARDO, 1988). De acordo com os autores, a sazonalidade não demonstrou ter grande efeito na zonação vertical das algas, que apresentaram suas maiores densidades nas camadas superficiais (0,0 e 1,0 m).

A estrutura e função da comunidade fitoplanctônica foi comparada em três sistemas tropicais do Brasil, com diferentes condições de trofia: oligo-mesotrófico, eutrófico e hipereutrófico (HUSZAR et al., 1998). Os autores observaram que as espécies fitoplanctônicas mostraram-se muito mais eficazes na classificação trófica dos sistemas do que os índices desenvolvidos para o disco de Secchi, clorofila - *a* ou fósforo total (PT).

A estratégia de sobrevivência de algumas espécies da comunidade fitoplanctônica foi avaliada no reservatório eutrófico de Barra Bonita (SP), em dois curtos períodos climáticos e experimentos de microcosmos (DOS SANTOS e CALIJURI, 1998). Os autores observaram que a variação da comunidade na zona eufótica apresentou durante o inverno, maior diversidade e um estado de não equilíbrio, sem predominância de espécies. No verão, a comunidade apresentou menor diversidade e estado de equilíbrio com predomínio de *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing. No experimento de microcosmos, o isolamento da comunidade, sem a influência dos distúrbios naturais do ambiente, resultou no retorno à fase inicial de sucessão, com predomínio de pequenas espécies com rápido crescimento.

As variações temporais na produtividade primária fitoplanctônica do reservatório de Salto Grande (SP) foram avaliadas com amostragens e experimentos diários, em duas épocas do ano; e mensais, por um período anual, apresentando precipitação pluviométrica, temperatura e nutrientes (N:P) fortemente correlacionados à comunidade (CALIJURI et al. 1999). Baixas concentrações de densidade fitoplanctônica foram observadas no reservatório de Corumbá (GO), provavelmente, decorrentes das características morfométricas, sedimentológicas e ao curto tempo de residência da água no ecossistema (PIVATO et al., 2006). Estudos similares foram desenvolvidos no reservatório de Barra Bonita (SP), especialmente com ênfase na produção primária e caracterização estrutural da comunidade fitoplanctônica, estando o período de maior precipitação pluviométrica, aporte de nutrientes e altas temperaturas, relacionado à fase de maior produção desses organismos (CALIJURI et al., 2001; CALIJURI e DOS SANTOS, 2002; MATSUMURA-TUNDISI e TUNDISI, 2005). Nos reservatórios de Capivari e Segredo, estado do Paraná, Borges et al. (2008) apontaram as condições morfométricas dos ecossistemas e a mistura da água como importantes fatores na estruturação fitoplanctônica.

A estrutura e variação sazonal e espacial fitoplanctônica foi avaliada no Lago Don Helvécio (MG), em onze estações de amostragem e quatro coletas, observando-se domínio das classes Conjugatophyceae e Cyanophyceae, com os maiores índices de diversidade nos períodos de isoterminia e de dominância durante a fase de estratificação térmica (TANIGUCHI et al., 2003). A temperatura da água também foi a variável que melhor explicou a distribuição fitoplanctônica em pequeno reservatório oligotrófico do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) (LOPES et al., 2005).

As condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento fitoplanctônico aliadas à crescente eutrofização dos corpos d'água, proporcionam o surgimento de florações de grupos invasores específicos, como as Cyanobacteria (CROSSETTI e BICUDO, 2005). Dessa forma, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com a intenção de contribuir com o conhecimento

das estratégias de distribuição desses organismos e amenizar os efeitos de suas florações (GAYLARDE e GAYLARDE, 1999; HUSZAR et al., 2000; BITTENCOURT-OLIVEIRA et al., 2001; TUCCI e SANT'ANNA, 2003; BITTENCOURT-OLIVEIRA e MOLICA, 2003).

Após a “tragédia da hemodiálise” no município de Caruaru (PE), caracterizada pela morte de pacientes renais devido a hepatotoxinas provenientes da água contaminada por Cyanobacteria, as pesquisas relacionadas a este grupo foram intensificadas (JOCHIMSEN et al., 1998; BOUVY et al., 1998; AZEVEDO et al., 2002). Nesse sentido, a dinâmica de florações da Cyanobacteria tóxica *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju foi avaliada após análise do padrão sucessional da comunidade fitoplanctônica em um reservatório pernambucano (BOUVY et al., 1999). Dando prosseguimento, a ocorrência de *Cylindrospermopsis* foi estudada em 39 reservatórios do estado, relacionando os fatores que condicionavam a sua presença e dominância, enquanto no reservatório de Ingazeira (PE), o aumento do teor de nutrientes foi associado ao domínio deste gênero (BOUVY et al., 2000; 2001).

A dominância e coexistência de espécies de Cyanobacteria no reservatório Marechal Dutra (RN) foi observada concomitantemente a um longo período seco, baixa transparência da água, presença de nutrientes inorgânicos, anoxia do hipolímnio e a elevados índices de condutividade elétrica (CHELLAPPA e COSTA, 2003). No reservatório Caço (MA), a coexistência de espécies das classes Chlorophyceae e Cyanophyceae entre os períodos sazonais foram atribuídas ao aumento das precipitações (DELLAMANO-OLIVEIRA et al., 2003).

Condições ambientais com baixos teores de fósforo, altas temperaturas, pH alcalino e baixa luminosidade foram relacionados a dominância de populações de *Cylindrospermopsis raciborskii* nos reservatórios de Tabocas e Tapacurá, ambos localizados no estado de Pernambuco (BRESSAN, 2001; FERREIRA, 2002). No reservatório de Tabocas, cianotoxinas foram isoladas em florações de *C. raciborskii* (MOLICA et al., 2002). No reservatório de Tapacurá (PE), *C. raciborskii* predominou durante longos períodos secos, ocorrido entre os anos de 1998 e 2000 (BOUVY et al., 2003), decorrentes do fenômeno El Niño de 1997, enquanto a presença de saxitoxinas e anatoxina-a, durante florações provocadas por *Anabaena spiroides* Klebahn, *Pseudanabaena* sp, *C. raciborskii* e *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing foram detectadas em amostras coletadas nesse reservatório de março a maio de 2002 (MOLICA et al., 2005).

A presença de cianotoxinas também foi observada em outros reservatórios de estados brasileiros. No reservatório Armando Ribeiro Gonçalves (RN), cianotoxinas como

microcistina, saxitoxina and cylindrospermopsina foram detectadas em blooms misturados de *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis* spp. (*Microcystis panniformis* J. Komárek, *Microcystis protocystis* Crow, *Microcystis novacekii* (Komárek) Compère) e *Aphanizomenon* spp. (*Aphanizomenon gracile* Lemmermann, *A. cf. manguinii* Bourrelly, *A. cf. issatschenkoi* (Usacev) Proshkina-Lavrenko) (COSTA et al., 2006). Carvalho et al. (2007) estudaram a ocorrência de Cyanobacteria e presença de microcistina nos reservatórios Billings e Guarapiranga no estado de São Paulo. Em cinco reservatórios do alto Tietê, 48 espécies de Cyanobacteria foram identificadas, com predominância da ordem Chroococcales (58%) (SANT'ANNA et al., 2007). No reservatório de Monjolinho (SP), microcistina e neurotoxinas foram encontradas em florações de *Anabaena* spp. (*A. circinalis* Rabenhorst e *A. spiroides* Klebahn) (SOTERO-SANTOS et al., 2008). Sant'Anna et al. (2008) realizaram uma revisão das espécies tóxicas de Cyanobacteria no Brasil, sendo estas representadas por 32 táxons, tendo os gêneros *Microcystis* (7 spp.) e *Anabaena* (6 spp.) apresentado o maior número de representantes.

No estado de Pernambuco, além dos estudos com Cyanobacteria, outros trabalhos destacaram-se com abordagem da estrutura e dinâmica fitoplanctônica: Falcão et al. (2000) avaliaram os impactos da variação do volume de água em oito parâmetros que determinam sua qualidade (pH, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido, nitrogênio amoniacal, ortofosfato, clorofila *a*, e algas) para seis reservatórios do estado, onde observaram a presença de *C. raciborskii* em altas densidades. Falcão et al. (2002) realizaram levantamento florístico do fitoplâncton de 64 mananciais localizados nas zonas fitogeográficas de Pernambuco, contribuindo para formulação do diagnóstico da biodiversidade do estado; Lazzaro et al. (2003) avaliaram o efeito potencial que os peixes exercem na regulação do fitoplâncton, representado pelas Cyanobacteria, em treze reservatórios do estado.

Nascimento et al. (2006) realizaram estudo nictemeral da comunidade fitoplanctônica e avaliação das características limnológicas do reservatório Saco - I, região semi-árida do estado de Pernambuco. Foram inventariados 61 táxons, com predomínio das Chlorophyta (28 spp.) e Cyanobacteria (20 spp.) e o ambiente foi caracterizado por alto nível de trofia.

No reservatório de Botafogo (PE), a composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica em dois períodos sazonais (chuvoso e seco) foi estudada a partir de coletas semanais (MOURA et al., 2006) e relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas. O reservatório foi classificado como hipereutrófico, apresentando altas densidades da Euglenophyta *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg. Nesse mesmo reservatório, Lira et al. (2007) caracterizaram ecologicamente a comunidade fitoplanctônica, onde observaram 29

espécies distribuídas entre as divisões Chlorophyta (13 spp.), Cyanophyta (9 spp.), Bacillariophyta (3 spp.), Euglenophyta (2 spp.), Pyrrophyta (1 sp.) e Chrysophyta (1 sp.). As maiores densidades durante o período chuvoso foram atribuídas a *T. volvocina*, estando associadas, principalmente, ao aumento da turbidez e às baixas concentrações de oxigênio e nitrogênio.

Dentro da mesma linha de pesquisa, Monteiro et al. (2007) realizaram estudo da diversidade fitoplanctônica e características limnológicas do reservatório Saco - I. Foram inventariados 36 táxons, com maior representatividade das Chlorophyta (18 spp.) e Cyanobacteria (10 spp.). As maiores densidades fitoplanctônicas ocorreram no período chuvoso e estiveram relacionadas a menor transparência da água e maior turbidez.

Moura et al. (2007a) estudaram as associações fitoplanctônicas visando um melhor entendimento dos eventos de dominância no reservatório de Mundaú, Garanhuns (PE). A comunidade foi representada por 70 táxons infragenéricos e 16 associações, em sua maior parte, típicas de ecossistemas eutróficos. Foi observada dominância de associações S, constituídas exclusivamente por cianobactérias R-estrategistas. No reservatório de Carpina (PE), 45 táxons foram identificados durante estudo da estrutura da comunidade fitoplanctônica na superfície e fundo do ambiente, entre o período de abril de 2001 a março de 2002 (MOURA et al., 2007b). Não foi observada diferença significativa quanto aos valores de densidade nas profundidades analisadas e a Cyanobacteria *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek apresentou as maiores populações. Esse mesmo reservatório foi estudado entre o período de julho a novembro de 2006, sendo identificados vinte e um táxons com a maior riqueza de espécies de Cyanobacteria. As densidades desse grupo ultrapassaram 100.000 cél.ml⁻¹ com maiores populações de *Raphidiopsis curvata* F. E. Fritsch & M. F. Rich, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e *Planktothrix agardhii* (ARAGÃO et al., 2007).

Diante do exposto e da importância do desenvolvimento de pesquisas de abordagem ecológica com ênfase no desenvolvimento estrutural e dinâmico da comunidade fitoplanctônica, o presente estudo visa o melhor entendimento na relação entre alguns fatores ambientais e o desempenho da distribuição destes organismos sazonalmente e ao longo da coluna d'água (verticalmente).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAGÃO, N. K. C. V.; GOMES, C. T. S.; LIRA, G. A. S. T.; ANDRADE, C. M. Estudo da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Carpina-PE, com ênfase em Cyanobacteria, **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 240-248. 2007.
- AVERHOFF, O. L.; GÓMEZ, A. B.; REY, E. R.; AGUIAR, C. B. & VILLAZÓN, M. A. Chemical, physical and biological characteristics of Saladito Reservoir, Cienfuegos Province. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, Havana, v.12, p. 43 - 53. 2007.
- AZEVEDO, S. M. F. O.; CARMICHAEL, W. W.; JOCHIMSEN, E. M.; RINEHART, K. L.; LAU, S.; SHAW, G. R.; EAGLESHAM, G. K. Human intoxication by microcystins during renal dialysed treatment in Caruaru-Brazil. **Toxicology**, v. 181/182, p. 441-446, 2002.
- BERGER, C.; BA, N.; GUGGER, M.; BOUVVY, M.; RUSCONI, F.; COUTE, A.; TROUSSELLIER, M.; BERNARD, C. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guiers (Senegal, West Africa). **Federation of European Microbiological Societies (FEMS)**, v. 57, p.355-366. 2006.
- BERNARD, C.; HARVEY, M.; BRIAND, J. F.; BIRE', R.; KRYS, S.; FONTAINE, J. J. Toxicological Comparison of Diverse *Cylindrospermopsis raciborskii* Strains: Evidence of Liver Damage Caused by a French *C. raciborskii* Strain. Published online in: **Wiley InterScience**, www.interscience.wiley.com. 2003.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; OLIVEIRA, M. C.; YUNES, J. S. CIANOBACTÉRIAS TÓXICAS: O uso de marcadores moleculares para avaliar a diversidade genética. **Revista Biotecnologia**, ano IV, n. 23, p. 44-47. 2001. <http://www.biotecnologia.com.br/>
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOLICA, R. Cianobactérias Invasoras. **Revista Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento**, v.30, p. 82-90. 2003.
- BORGES, P. A. F.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. **Hydrobiologia**, v.607, p. 63-74. 2008.
- BOUVY, M. A.; BARROS-FRANCA, L.; CARMOUZE, J. P. Compartimento Microbiano no meio pelágico de sete açudes do Estado de Pernambuco (Brasil). **Acta Limnologica Brasiliense**, v. 10, p. 93-101. 1998.
- BOUVY, M.; MOLICA, R.; DE 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 Microbiol Ecology**, v. 20, n. 3, p. 285-297. 1999.

BOUVY, M. A.; FALCÃO, D.; MARINHO, M.; PAGANO, M.; MOURA, A. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbiol Ecology**, v. 23, p. 13-27. 2000.

BOUVY, M. A.; PAGANO, M.; TROUSSELLIER, M. Effects of a cyanobacterial bloom (*Cylindrospermopsis raciborskii*) on bacteria and zooplankton communities in Ingazeira reservoir (northeast Brazil). **Aquatic Microbiol Ecology**, v. 25, n. 3, p. 215-227. 2001.

BOUVY, M. A.; 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**, Bucuresti, v. 493, p.115-130, 2003.

BOUVY, M.; BA, N.; KA, S.; SANE, S.; PAGANO, M.; ARFI, R. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal). **Aquatic Microbial Ecology**, v. 45, p. 147-161. 2006.

BRANCO, C. W. C.; CAVALCANTI, C. G. B. A ecologia das comunidades planctônicas no Lago Paranoá. In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fapesp/Fundibio, p. 573-595. 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde Portaria nº 518, de 03/2004. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. seção 1, p.266-270. 2004.

BRESSAN, F. A. Fatores reguladores da dominância de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszyska) Seenayya & Subba-Raju no reservatório Tabocas. 2001. **Dissertação**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

BRIAND, J. F.; ROBILLOT, C.; QUIBLIER-LLOBÉRAS, C.; HUMBERT, A.; COUTÉ, A.; BERNARD, C. Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) Blooms in a shallow pond in France. **Water Research**, v. 36, p. 3183-3192. 2002.

CALIJURI, C. M.; DOS SANTOS, A. C. A. Temporal variations in phytoplankton primary production in a tropical reservoir (Barra Bonita, SP, Brazil). **Hydrobiologia**, v. 445, n. 1-3, p. 11-26. 2001.

CALIJURI, M. C.; DOS SANTOS, A. C. A., JATI, S. Temporal changes in the phytoplankton community structure in a tropical and eutrophic reservoir (Barra Bonita, SP-Brazil). **Journal of Plankton Research**, v. 24, n. 7, p. 617-634. 2002.

CALIJURI, M. C.; DEBERDT, G. L. B.; MINOTI, R. T. A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande (Americana - SP). In: HENRY, R. (Ed.). **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fapesp/Fundibio, p.409-448. 1999.

CALIJURI, M. C.; ALVES, M. S. A. ; DOS SANTOS, A. C. A. **Cianobactérias e cianotoxinas em águas continentais**. São Carlos: Rima, 118p. 2006.

CARVALHO, L. R.; SANT'ANNA, C. L.; GEMELGO, M. C. P.; AZEVEDO, M. T. P. Cyanobacterial occurrence and detection of microcystin by planar chromatography in surface water of Billings and Guarapiranga Reservoirs, SP, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.1, p.139-146. 2007.

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** 24, 3-10. 2003.

CHORUS, I.; BARTRAM, J. **Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management**. E & FN Spon, London, 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 Biology**, v. 66 n.1B, p. 211-219. 2006.

CRAYTON, M. A. Toxic Cyanobacteria blooms: A field/laboratory guide. Pacific Lutheran University, Tacoma, Washington, 18p. 1993.

CROSSETTI O. L.; BICUDO, C. E. M. Structural and functional phytoplankton responses to nutrient impoverishment in mesocosms placed in a shallow eutrophic reservoir (Garças Pond), São Paulo, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 541, p. 71-85. 2005.

DEPPE, T.; OCKENFELD, K.; MEYBOHM, A.; OPITZ, M.; BENNDORF, J. Reduction of *Microcystis* blooms in a hypertrophic reservoir by a combined ecotechnological strategy. **Hydrobiologia**, v. 408/409, p. 31-38. 1999.

DELLAMANO-OLIVEIRA, J. M.; SENNA, P. A. C.; TANIGUCHI, G. M. Liminological Characteristics and Seasonal Changes in Density and Diversity of the Phytoplanktonic Community at the Caço Pond, Maranhão State, Brazil. **Brasilian Archives of Biology and Technology**, An International Journal, Curitiba, v.46, n.4, p.641-651. 2003.

DOKULIL, T. M.; TEUBNER, K. Cyanobacterial dominance in lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 438, p. 1-12. 2000.

DOS SANTOS, A. C. A.; CALIJURI, M. C., Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 367, p. 139-152. 1998.

DOUTERELO, I.; PERONA, E.; MATEO, P. Use of Cyanobacteria to assess water quality in running Waters. **Environmental Pollution**, v. 127, p. 377-384. 2004.

FALCÃO, D. P. M.; FERRAZ, A. C. N.; SILVA, A. M.; MARINHO, M.; MOURA, A. N.; BOUVY, A. H. B.; Importância do monitoramento das condições hidrológicas e das algas na avaliação e controle da qualidade das águas de reservatórios. 2000. **Anais do V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, Natal- Rio Grande do Norte, v. 1, p. 238-245, 2000.

FALCÃO, D. P. M.; MOURA, A. N.; PIRES, A. N.; BOUVY, A. H. B.; MARINHO, M.; FERRAZ, A. C. N.; SILVA, A. M. Diversidade de microalgas planctônicas de mananciais localizados nas zonas fitogeográficas: Mata, Agreste e Sertão do Estado de Pernambuco. In: TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco**, Recife: Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. 2002. v. 1. p. 79-91.

FERBER, L. R.; LEVINE, S. N.; LINI, A.; LIVINGSTON, G. P. Do cyanobacteria dominate in eutrophic lakes because they fix atmospheric nitrogen? **Freshwater Biology** v. 49, p. 690–708. 2004.

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

GAYLARDE, P. M.; GAYLARDE, C. C. Algae and Cyanobacteria on painted surfaces in Southern Brazil. **Revista de Microbiologia**, v. 30, p. 209-213. 1999.

GIANI, A.; LEONARDO, I. M. Distribuição vertical de algas fitoplanctônicas no reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, MG). **Acta Limnol. Brasil**. v. 2, p. 387-404. 1988.

HAŠLER, P.; POULÍČKOVÁ, A. Diurnal changes vertical distribution and morphology of a natural population of *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagnostidis et Komárek (Cyanobacteria). **Hydrobiologia**, v. 506/509, p. 195-201. 2003.

HEO, W. M.; KIM, B. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir. **Hydrobiologia**, v. 524, p. 229-239. 2004.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S. DOMINGOS, P.; MARINHO, M.; MELO, S. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian Tropical lakes. **Hydrobiologia**, v. 369/370, p. 59-71. 1998.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; MARINHO, M.; DOMINGOS, P.; SANT'ANNA, C. L. Cyanoprocaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, v.424, p.67-77. 2000.

JOCHIMSEN, E. M.; CAMICHAEL, W. W. A. N. J.; CARDO, D. M.; COOKSON, S. T.; HOLMES, C. E. M.; ANTUNES, M. B. C.; FILHO, D. A. M.; LYRA, T. M.; BARRETO, V. S.; AZEVEDO, S. M. F. O.; JARVIS, W. R. Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. Waltham. **The New England Journal of Medicine**, v. 338, p. 873-878. 1998.

JOHN, M.; WHITTON, B. A.; BROOK, A. J. **The freshwater algal flora of the British Isles: an identification guide to freshwater and terrestrial algae**. The Natural History Museum and the British Phycological Society. Cambridge University, 2002. Pp.703.

KOMÁREK, J.; KOMÁRKOVÁ, J. Taxonomic review of the cyanoprocaryotic genera *Planktothrix* and *Planktothricoides*. **Czech Phycology**, Olomouc, v. 4, p. 1-18. 2004.

KORMAKOVÁ, J., TAVERA, R. Steady state of phytoplankton assemblage in the tropical Lake Catemaco (Mexico). **Hydrobiologia**, v. 502, p. 187-196. 2003.

KRUK, C.; MAZZEO, N.; LACEROT, G.; REYNOLDS, C. S. Classification schemes of phytoplankton: selecting an ecological approach for the analysis of species temporal replacement. **Journal of Plankton Research**, v.24, n.9, p.901-912. 2002.

LANCASTER, R. I. J. Advantages of diurnal vertical migrations to phytoplankton in sharply, humic forests lakes. **Archiv Für Hydrobiologie**, v. 120, n. 3, p. 257-266. 1991.

LAZZARO, X.; BOUVY, M.; RIBEIRO-FILHO, R. A.; OLIVIERA, V. S.; SALES, L. T.; VASCONCELOS, A. R. M.; MATA, M. R. Do fish regulate phytoplankton in shallow eutrophic Northeast Brazilian reservoirs? **Freshwater Biology**, v. 48, p. 649-668. 2003.

LINDHOLM, T.; MERILUOTO, J. A. O. Recurrent depth maxima of the hepatotoxic cyanobacterium *Oscillatoria agardhii*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 48, p. 1629-1634. 1991.

LIRA, G. A. S. T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA A. N. Caracterização Ecológica da comunidade fitoplanctônica em um reservatório de abastecimento do estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 219-221. 2007.

LOPES, M. R. M.; BICUDO, C. E. M.; FERRAGUT, M. C. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia**, v. 542, p. 235-247. 2005.

LUNG'AYIA, H. B. O. HARZI, A. M.; TACKX, M. GICHUKI, J.; SYMOENS, J. J. Phytoplankton community structure and environment in the Kenyan waters of Lake Victoria. *Freshwater Biology*, v. 43, p. 529-543. 2000.

MAHAKHANT, A.; SANO, T.; RATANACHOT, P.; TONG-A-RAM, T.; SRIVASTAVA, V. C.; WATANABE, M.M.; KAYA, K. Detection of microcystins from Cyanobacterial water blooms in Thailand fresh water. *Phycological Research*, v. 46, p. 25-26. 1998.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Ediciones Omega, Barcelona, 1010 p. 1983.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Plankton richness in a eutrophic reservoir (Barra Bonita Reservoir, SP, Brazil). **Hidrobiología**, v. 542, p. 367-378. 2005.

MCGREGOR, G. B.; FABBRO, L. D. Dominance of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanoprokaryota) in Queensland tropical and subtropical reservoirs: Implications for monitoring and management. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**, v. 5, p. 195–205. 2000.

MOLICA, R.; OLIVEIRA, E. J. A.; CARVALHO, P. V. V. C.; COSTA, A. N. S. F.; CUNHA, M. C. C.; MELO, G. L.; AZEVEDO, A. 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.

MOLICA, R.; ONODERA, M.; GARCIA, C.; RIVAS, M.; ANDRINOLO, D.; NASCIMENTO, S.; OSHIMA, Y.; AZEVEDO, S.; LAGOS, N. 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, p. 606-611. 2002.

MONTEIRO, J. J. F.; NASCIMENTO, E. C.; MOURA A. N. Diversidade fitoplanctônica e características limnológicas do reservatório saco i – sertão de Pernambuco – Brasil **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 324-326. 2007.

MOORE, D.; O'DONOHUE, M.; GARNETT, C.; CRITCHLEY, C.; SHAW, G. Factors affecting akinete differentiation in *Cylindrospermopsis raciborskii* (Nostocales, Cyanobacteria). **Freshwater Biology**, v. 50, p. 345–352. 2005.

MOURA, A. N.; PIMENTEL, R. M. M.; LIRA, G. A. S. T.; CHAGAS, M. G. S.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. Composição e estrutura da comunidade fitoplanctônica relacionadas com variáveis hidrológicas abióticas no reservatório de Botafogo. **Revista de Geografia**, Recife, UFPE, v. 23, n. 3. 2006.

MOURA, A. N.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; DANTAS, E. W.; ARRUDA-NETO, J. D. T. Phytoplanktonic associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica Brasílica**, v. 21, p. 641-648. 2007a.

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. 2007b.

NASCIMENTO, E. C.; LIRA, G. A. S. T.; BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOURA, A. N. Variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica e características limnológicas do reservatório Saco I, Serra Talhada - Pernambuco. In: ALBUQUERQUE, U. P.; VERAS, A. S. C.; FREIRE, F.; LIRA JUNIOR, M. A. (Org.). **Caminhos da Ciência**. 1^o ed. Recife, EDUFRPE, v. 1, p. 79-92. 2006.

NOGUEIRA, I. S.; LEANDRO-RODRIGUES, N. C. Algas planctônicas de um lago artificial do Jardim Botânico Chico Mendes, Goiânia, Goiás: florística e algumas considerações ecológicas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.59, n.3, p.377-395. 1999.

OUAHID, Y.; PÉREZ-SILVA, G.; DEL CAMPO, F. F. Identification of Potentially Toxic Environmental *Microcystis* by Individual and Multiple PCR Amplification of Specific Microcystin Synthetase Gene Regions. Published online in: **Wiley InterScience**, www.interscience.wiley.com. 2005.

PADISÁK, J. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynnska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Archiv Für Hydrobiologie**, v. 107, p. 63-593. 1997.

PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S. Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. **Hydrobiologia**, v. 384, p. 41-53. 1998.

PADISÁK, J.; SORÓCZKI-PINTÉR, E.; REZNER, Z. Sinking properties of some phytoplankton shapes and the relation of form resistance to morphological diversity of plankton – an experimental study. **Hydrobiologia**, v. 500, p. 243-257. 2003.

PIVATO, B. M.; TRAIN, S.; RODRIGUES, C. Dinâmica nictemeral das assembléias fitoplanctônicas em um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo hidrológico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 1, p. 19-29. 2006.

REYNOLDS, C. S. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. **Holarctic Ecology**. v.3, p.141-159. 1980.

REYNOLDS, C. S. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge University Press, Pp.384. 1984.

REYNOLDS, C. S. Functional morphology and adaptative strategies of freshwater phytoplankton. In **Sandgre, C.D. ed. Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge: Cambridge University Press, p.388-433. 1988.

REYNOLDS, C. S. Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory, **Ecology Institute**, Germany: 377p. 1997.

REYNOLDS, C. S.; HUSZAR, V.; KRUK, C.; NASELLI-FLORES, L.; MELO, S. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. **Journal of Plankton Research**, v.24, n.5, p.417-428. 2002.

SAKER, M. L.; NOGUEIRA, I.C.G.; VASCONCELOS, V. M.; NEILAN, B. A.; EAGLESHAM, G. K.; PEREIRA, P. First report and toxicological assessment of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* from Portuguese freshwaters. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 55, p. 243–250. 2003.

SANT'ANNA, C. L.; MELCHER, S. S.; CARVALHO, M. C.; GEMELGO, M. P.; AZEVEDO, M. T. P. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil **Revista Brasileira de Botânica**,v. 30, n. 1, p. 1-17, 2007.

SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P.; WERNER, V. R., DOGO, C. R.; RIOS, F. R.; CARVALHO, L. R. Review of toxic of Cyanobacteria in Brazil. **Algological Studies**, Stuttgart, v. 126, p. 215-265. 2008.

SRH - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco. **Documento Síntese**, Recife, Pp. 267. 2000.

SHAPIRO, J. Blue-green dominance in lakes: the role and management significance of pH and CO₂. **International Review of ges. Hydrobiology**, v. 69, p. 765–780. 1984

SOTERO-SANTOS, R. B.; CARVALHO, E. G.; DELLAMANO-OLIVEIRA, M. J.; ROCHA, O. Occurrence and toxicity of an *Anabaena* bloom in a tropical reservoir (Southeast Brazil). **Harmful Algae**, v. 7, p. 590–598. 2008.

TANIGUCHI, G. M.; ROCHA, O.; SENNA, P. A. C. A Comunidade Fitoplanctônica de um lago tropical no sudeste do Brasil (Lago Dom Helvécio. Estado de Minas Gerais). In: **Caderno de Pesquisa Serie Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 1, p. 29-55. 2003.

TEUBNER, K.; TOLOTTI, M.; GREISBERGER, S.; MORSCHEID, H.; DOKULIL, M. T.; MORSCHEID, H. Steady state phytoplankton in a deep pré-alpine lake: species and pigments of epilimnetic versus metalimnetic assemblages, **Hydrobiologia**, Áustria, v. 502, p. 49-64. 2003.

TUCCI A.; SANT'ANNA C. L. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & 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, p. 97-112. 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.

VAN DOLAH, F. M.; ROELKE, D.; GREENE, R. M. Health and ecological impacts of harmful algal blooms: risk assessment needs. *Human and Ecological Risk Assessment*, v. 7, n. 5, p. 1329-1345. 2001.

YUNES, J. S.; LEON, L. First Report of a Microcystin-containing Bloom of the Cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. **Environmental Toxicology**, USA, v. 16, n. 1, p. 110-112. 2001.

YUSOFF, F. M.; HAPPEY-WOOD, C. M.; ANTON, A. Vertical and seasonal distribution of phytoplankton in a tropical reservoir, Malaysia. **International Review of Hydrobiology**, v. 83, n. 1 p. 21-134. 1998.

4. RESULTADOS

4.1 Manuscrito I

Caracterização vertical e sazonal da comunidade fitoplancônica no reservatório de Mundaú - PE, nordeste do Brasil.

O trabalho será submetido à revista ACTA BOTANICA BRASILICA

1 **Caracterização vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Mundaú -**
2 **PE, nordeste do Brasil.**

3
4
5 Giulliani Alan da Silva Tavares de Lira^{1,3}, Elcida de Lima Araújo¹, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira²
6 & Ariadne do Nascimento Moura¹
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

29 1. Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
30 Recife-PE, Brasil.

31 2. Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-
32 USP), Piracicaba-SP, Brasil.

33 3. Endereço para Correspondência: Universidade Federal Rural de Pernambuco – Programa de Pós-
34 Graduação em Botânica, Av. Dom Manoel de Medeiros, S/N, Dois Irmãos, 52171-900. Recife-PE, Brasil.

35 e-mail: giulliani@gmail.com

36 **RESUMO - (Caracterização vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica no reservatório de**
37 **Mundaú - PE, nordeste do Brasil)** A estrutura vertical e sazonal da comunidade fitoplânctônica, no
38 reservatório de Mundaú, Pernambuco, Brasil, foi analisada em oito profundidades, bimestralmente,
39 abrangendo dois períodos climáticos: seco (janeiro, setembro e novembro/2006) e chuvoso (março, maio
40 e julho/2006). Parâmetros físicos e químicos da água foram analisados, assim como, o coeficiente de
41 atenuação vertical da luz e zona eufótica. A densidade, abundância, dominância, diversidade específica e
42 equitabilidade da comunidade foram analisadas, além do agrupamento das espécies entre as
43 profundidades. A comunidade apresentou 71 táxons, com maior riqueza para Chlorophyta (51,5%) e
44 Cyanobacteria (33,5%). Dezesesseis táxons foram abundantes, com maiores densidades para
45 *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Merismopedia punctata* Meyen,
46 *Synedra rumpens* Kützing e *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis. *C. raciborskii* foi a
47 única espécie dominante, representando 59,5% da densidade total no período chuvoso. A análise de
48 agrupamento demonstrou alta dissimilaridade (40%) entre o hipolímnio, no período chuvoso, e as demais
49 profundidades. As alterações verticais do fitoplâncton foram reguladas pela variação da temperatura e
50 fatores climatológicos, como vento e precipitação pluviométrica. As menores densidades observadas no
51 hipolímnio durante o período chuvoso constituíram um importante indicativo para viabilização de
52 captações alternativas pela concessionária de abastecimento hídrico.

53 **Palavras-Chave** - riqueza, dominância, densidade, Cyanobacteria, variáveis abióticas.

54
55 **ABSTRACT - (Characterization vertical and seasonal of the phytoplankton community in the**
56 **Mundaú reservoir, PE, northeastern Brazil)** The vertical and seasonal structure of the phytoplankton
57 community in the Mundaú reservoir in the state of Pernambuco, Brazil, was to analyzed bimestrally at
58 eight different depths in two climatic periods: dry season (January, September and November 2006) and
59 rainy season (March, May and July 2006). Physical and chemical parameters of the water were analyzed.
60 The vertical light attenuation coefficient and euphotic zone were determined. Density, abundance,
61 dominance, species diversity and evenness of the community were analyzed along with the grouping of
62 species between depths. The community consisted of 71 taxa, with greater richness for Chlorophyta
63 (51.5%) and Cyanobacteria (33.5%). Sixteen taxa were abundant, with greater densities for
64 *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Merismopedia punctata* Meyen,
65 *Synedra rumpens* Kützing e *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis. *C. raciborskii* was the
66 only dominant species, representing 59.5% of the total density in the rainy season. Cluster analysis
67 demonstrated high dissimilarity (40%) between the hypolimnium in the rainy season and the other depths.
68 Vertical changes in phytoplankton were regulated by variations in temperature and climate factors, such
69 as wind and rainfall. The lower densities found in the hypolimnium during the rainy season constitute an
70 important indicator for the consideration of alternative supply options on the part of the water company.

71 **Key Word** - phytoplankton community, Cyanobacteria, density, reservoirs, abiotics variables.

72 **Introdução**

73 A região nordeste tem como particularidade climática um baixo regime de chuvas e uma alta
74 evaporação que favorecem inúmeras variações nas características abióticas dos ecossistemas aquáticos,
75 influenciando a distribuição e o crescimento de populações fitoplanctônicas (Chellapa & Costa 2003).

76 As variações abióticas ocorrem naturalmente ao longo do dia ou das estações do ano, de forma
77 vertical ou horizontal, estando estreitamente relacionadas à estratificação ou mistura da coluna d'água,
78 resultando em alterações na disponibilidade de luz e de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade
79 fitoplanctônica (Gianni & Leonardo 1988; Lopes *et al.* 2005). Fatores como herbivoria, *seiches* internos,
80 turbulência e taxa de renovação da água, compreendem os principais processos de modificação da
81 distribuição vertical do fitoplâncton (Tundisi 2008).

82 Além disso, sabe-se que a comunidade fitoplanctônica é formada por um grande número de espécies
83 de algas com formas e estratégias de vida diferenciadas, que se utilizam principalmente destas condições,
84 além da relação de massa e volume de cada uma, para apresentarem uma melhor distribuição ao longo da
85 coluna d'água (Giani & Leonardo 1988). A percepção da dinâmica destes organismos é de fundamental
86 importância para um melhor aproveitamento e manejo dos ecossistemas aquáticos.

87 Apesar da importância dos ecossistemas aquáticos, a conservação e/ou preservação de suas águas
88 com boa qualidade é extremamente difícil, pois dejetos orgânicos e resíduos agrícolas e industriais são
89 lançados constantemente nestes ambientes, o que altera de forma desgovernada a dinâmica natural das
90 comunidades fitoplanctônicas. O acúmulo destas cargas poluidoras leva a eutrofização das águas,
91 modificando a estrutura fitoplânctônica e possibilitando o aumento descontrolado de algumas populações,
92 como ocorre, por exemplo, com as florações de Cyanobacteria. A proliferação demasiada destes
93 organismos, que muitas vezes produzem toxinas, proporciona sabor e odor desagradáveis à água, além da
94 perda das características cênicas do ambiente, comprometendo a sua qualidade para os mais variados fins
95 (Dokulil & Teubner 2000; Bittencourt-Oliveira & Molica, 2003; Heo & Kim 2004; Moura *et al.* 2007).

96 Dentre os ecossistemas aquáticos, destacam-se os reservatórios que na região nordeste são utilizados
97 para os mais variados fins, como por exemplo: abastecimento público, área de recreação e lazer, irrigação,
98 pesca, cultivo de organismos aquáticos, dessedentação de animais, entre outras ações. Para diversos
99 municípios desta região, estes mananciais constituem a única opção para o desenvolvimento dessas
100 atividades e os problemas relacionados a qualidade de suas águas não inibe a sua utilização pelas
101 populações locais (Bouvy *et al.* 2000).

102 Entre os mananciais do estado de Pernambuco, o reservatório de Mundaú é considerado um
103 importante sistema de abastecimento, pois fornece água para o município de Garanhuns, Região Agreste,
104 o qual tem recebido grande carga poluidora de esgotos domésticos e industriais da região (SRH 2000) e,
105 frequentemente, apresenta florações de Cyanobacteria. Em Mundaú (PE), o estudo realizado durante dois
106 períodos sazonais de 2005, voltado para associações fitoplanctônicas, evidenciaram dominância de
107 Cyanobacteria R-estrategistas, (associações S), com predomínio de *Cylindrospermopsis raciborskii*

(Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, onde o sistema foi caracterizado como hipereutrófico, com limitação de nitrogênio e oxigênio, pH alcalino e elevada turbidez (Moura *et al.* 2007a).

Considerando que estudos que expressem respostas às variações verticais e sazonais fitoplanctônicas em ecossistemas eutróficos ainda são incipientes, principalmente no nordeste do Brasil, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a variação vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica do reservatório de Mundaú (PE), a partir de análises de densidade, abundância, dominância e diversidade da comunidade. Desta forma, é possível perceber no tempo e no espaço, as melhores condições para um aproveitamento seguro e com menor custo de tratamento do recurso em questão.

Material e métodos

O reservatório de Mundaú, localizado no município de Garanhuns, região agreste do estado de Pernambuco, encontra-se a uma altitude de 716 m e apresenta capacidade de acumulação de água de aproximadamente 1.968.600 m³. Resultante do represamento do Rio Mundaú, que apresenta nascente em Garanhuns e foz na Lagoa do Mundaú, Maceió-AL, o reservatório foi construído com a finalidade de abastecimento público e sua bacia de drenagem recebe parte dos esgotos domésticos do município (SRH 2000). O clima da região caracteriza-se como mesotérmico com verão seco e quente continental, Cs'a segundo Köppen, com sazonalidade, apresentando a ocorrência de chuvas de fevereiro a julho e estiagem de agosto a janeiro (Silva-Junior *et al.* 1999).

No período estudado, a região foi caracterizada climatologicamente com valores diários e horários (09:00 e 15:00h) dos seguintes parâmetros: temperatura do ar, que variou entre 20,2 e 22,5°C, no período seco, e de 18,9 a 23,4°C no chuvoso; direção e velocidade dos ventos, instável no período seco, variando entre sudeste, leste e nordeste, de 1,6 a 5,5m/s, enquanto no chuvoso, variou entre sul e nordeste, de 2,0 a 5,0m/s. A insolação diária variou com duração de 7,1 a 9,9 hs, no período seco, e 0,6 a 9,0 hs no chuvoso, com precipitação mensal típica, entre 4,1 a 62,7mm, no seco, e 115,8 a 161,1mm no chuvoso (INMET – Instituto Nacional de Meteorologia).

As amostragens foram bimestrais (janeiro de 2006 a novembro de 2006) contemplando dois períodos sazonais: seco (PS - janeiro, setembro e novembro) e chuvoso (PC - março, maio e julho). As coletas foram realizadas na região limnética (entre 9,2 a 10,3m), próximas ao ponto de captação de água (08°56'47,6" S e 36°29'55,2" W), em oito profundidades, definidas de acordo com o cálculo indireto do coeficiente vertical de atenuação da radiação, segundo Poole & Atkins (1929) ($K = 1,7 / Z_{ds}$): a) sub-superfície (Sup. - 100% de luz disponível); b) 1,0m; c) 2,0m; d) 4,0m; e) 6,0m (até 1% de luz disponível); e) 8,0m; f) 9,0m (ausência total de luz). Amostras para análise qualitativa (formol a 2%) e quantitativa (lugol acético) foram coletadas na superfície com o auxílio de um recipiente de boca larga e nas profundidades, utilizou-se garrafa de Van Dorn. Os dados mensais obtidos foram tratados como repetições das estações climáticas e apresentados como médias de cada período.

143 Algumas variáveis limnológicas físicas e químicas foram avaliadas: transparência da água (disco
144 de Secchi - Z_{ds}); zona eufótica, segundo Cole (1975) ($Z_{euf} = Z_{ds} \times 3,0$); temperatura da água ($^{\circ}C$) e
145 oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$), com oxímetro de campo (modelo Landylab OX1); turbidez (NTU), com
146 turbidímetro (modelo HI93703); pH, condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) e sólidos totais dissolvidos (STD -
147 $mg.L^{-1}$), com aparelho de campo YSI (modelo 556).

148 A comunidade fitoplanctônica foi identificada com o auxílio de literatura especializada para cada
149 grupo de algas, através de microscópio binocular (Zeiss, modelo Axiovert) e suas densidades (organismos
150 por litro), estimadas segundo Utermöhl (1958) em microscópio invertido (Zeiss, modelo Axiovert). A
151 contagem dos organismos foi realizada em campos por transecto com três repetições por profundidade
152 amostrada, sendo os valores apresentados como média das repetições e em notação científica ($\times 10^4$). Os
153 cálculos foram realizados de acordo com Villafaiñe & Reid (1995).

154 O estudo da abundância e dominância foi desenvolvido a partir dos dados de densidade, de acordo
155 com os critérios de Lobo & Leighton (1986), sendo abundantes as espécies com valores superiores à
156 média da comunidade e dominantes, aquelas cujo valor ultrapassa 50% da densidade total.

157 Os índices de diversidade específica e equitabilidade foram aplicados a partir da metodologia
158 proposta por Pielou (1977), utilizando-se o programa estatístico Diversity. A análise de agrupamento das
159 espécies entre as profundidades amostradas foi realizada a partir da matriz de dissimilaridade de Bray-
160 Curtis pelo método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method With Arithmetical Average), utilizando-se
161 o programa estatístico NTSYS pc versão 2.1 (Rohlf 2000), com a exclusão das espécies consideradas
162 esporádicas.

163 **Resultados**

164 **Variáveis abióticas** - A precipitação pluviométrica apresentou-se de forma típica para região, com maior
165 concentração de chuvas entre março e novembro, com maior variação da direção e velocidade dos ventos
166 durante o período seco. A temperatura da água apresentou perfis estratificados, com valores maiores
167 durante o período seco, e a diferença entre a menor e maior profundidade foi de 0,5 a 2,6 $^{\circ}C$ no seco e 0,4
168 a 3,1 $^{\circ}C$ no chuvoso. Em ambos os períodos, o estabelecimento do epilímnio foi evidenciado até 2,0m de
169 profundidade e do hipolímnio a partir dos 6,0m (Fig. 1).

170 O reservatório de Mundaú (PE) apresentou oxigênio dissolvido estratificado durante todo o estudo,
171 com perfis clinogradados e menores concentrações a partir de 1,0m, e valores mais elevados no período
172 seco (média = 4,2 $mg.L^{-1}$ e desvio padrão = 3,29 $mg.L^{-1}$) (Fig. 1).

173 A condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos apresentaram valores levemente superiores
174 no período chuvoso, e ao longo de todo o estudo foram os parâmetros com os perfis de menor coeficiente
175 de variação. O pH apresentou perfis variando entre valores levemente ácidos e alcalinos no período seco,
176 de 6,71 a 9,14, e neutroalcalinos no chuvoso, entre 7,09 e 8,8 (Fig. 1).

177 A leitura do disco de Secchi (PS = 0,25 a 0,5m e PC = 0,3 a 0,7m) e da zona eufótica (PS = 0,75 a
178 1,5m e PC = 0,9 a 2,1m) foram pouco maiores durante o período de chuvas, que conseqüentemente,

apresentou menor coeficiente de atenuação vertical da luz (PS = 3,4 a 6,8m e PC = 2,4 a 5,6m) e médias de turbidez (PS = 55,2m e PC = 39,8m)..

Composição fitoplanctônica - Foram inventariados 71 táxons durante o período de estudo, distribuídos em seis divisões: 37 Chlorophyta (52%); 22 Cyanobacteria (31%); 5 Bacillariophyta (7%); 4 Euglenophyta (6%); 2 Dinophyta (2,5%) e 1 Chrysophyta (1,5%). A divisão Chlorophyta foi mais diversificada ao longo de todo o estudo e somada as Cyanobacteria representaram 85% da comunidade (Tab. 1).

Densidade fitoplanctônica, abundância e dominância – Considerando o somatório das profundidades analisadas, a densidade apresentou valores médios maiores durante o período chuvoso, representada por $44523 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$, enquanto no seco apresentou $42090 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$. Dentre os grupos fitoplanctônicos, as Cyanobacteria destacaram-se ao longo de todo o estudo, com média de mais de 76% do total de organismos quantificados, correspondendo a $34209 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$, no período seco (78,2%), e $30984 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ no chuvoso (74,2%). As Bacillariophyta ($\bar{X} = 17,0\%$) apresentaram a segunda maior contribuição à densidade total, variando entre os períodos sazonais de $6010 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (seco) a $11593 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (chuvoso), seguida pelas Chlorophyta ($\bar{X} = 4,0\%$), com $1711 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (seco) a $990 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (chuvoso), Euglenophyta ($\bar{X} = 2,0\%$), com $156 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (seco) a $623 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (chuvoso), Dinophyta ($\bar{X} = 0,027\%$), com $2,4 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (seco) a $8,6 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ (chuvoso) e Chrysophyta ($\bar{X} = 0,0016\%$), que ocorreu apenas no período seco, com $0,4 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$.

Foi observada variação quantitativa entre as profundidades amostradas (variação vertical), com maior densidade de organismos até a profundidade de 2,0m. A concentração percentual dos grupos até essa profundidade (2,0 m) entre os períodos seco e chuvoso, representaram respectivamente: 56 a 62% para Cyanobacteria (CV = 13,9 a 37,2); 65 a 61% para Chlorophyta (CV = 34,2 a 25,0); 57 a 69% para Bacillariophyta (CV = 17,6 a 59,3); 90 a 77% para Euglenophyta (CV = 95,2 a 60,1); 100 a 60% para Dinophyta (CV = 155,3 a 118,4); e 100% para Chrysophyta (CV = 282,8).

As espécies com maior contribuição à densidade fitoplanctônica foram *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Merismopedia punctata* Meyen, *Synedra rumpens* Kützing e *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis (Fig 2), que juntas, corresponderam a 76% do total de organismos quantificados no período seco e 87% no chuvoso. Os táxons citados acima foram considerados abundantes nos dois períodos sazonais. Além destes, outros 12 apresentaram tal condição em pelo menos um dos meses amostrados: *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli, *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann, *Merismopedia minima* Beck, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek, *Microcystis robusta* (Clark) Nygaard, *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, *Pseudanabaena* sp., *Euglena* sp. *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P. Compère, *Nitzschia* sp. e *Golenkinia radiata* Chodat.

Foram observados distintos padrões de distribuição vertical entre os táxons abundantes. O primeiro, formado por táxons com maior concentração de populações até 2,0 m, nos dois períodos sazonais:

215 *Chroococcus minimus* (Keissler) Lemmermann, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska)
 216 Seenaya & Subba Raju, *Raphidiopsis mediterranea* Skuja, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh)
 217 Anagnostidis, *Synedra rumpens* Kützing, *Euglena* sp. e *Golenkinia radiata* Chodat. Outro, com maiores
 218 populações até 2,0 m em um dos períodos sazonais: *Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli, *Microcystis*
 219 *aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Microcystis robusta* (Clark) Nygaard e *Ulnaria ulna* (Nitzsch) P.
 220 Compère, *Nitzschia* sp. Um terceiro formado pelo gênero *Merismopedia* (*Merismopedia punctata* Meyen
 221 com 72% no período seco e 87% no chuvoso e *Merismopedia minima* Beck com 92% no período seco e
 222 56% no chuvoso) e *Microcystis wesenbergii* (Komárek) Komárek que concentraram maiores densidades a
 223 partir dos 2,0 m em ambos os períodos, e o último, formado pela espécie *Pseudanabaena* sp.,
 224 apresentando distribuição vertical homogênea.

225 *C. raciborskii* foi a única espécie dominante representando 57% (somatório entre as profundidades
 226 igual a $23975 \times 10^{-8} \text{ org.L}^{-1}$) do total da comunidade no período seco e 62% (somatório entre as
 227 profundidades igual a $27240 \times 10^{-8} \text{ org.L}^{-1}$) no chuvoso. Tal espécie apresentou densidade abaixo de 50%
 228 do total da comunidade apenas na amostragem de janeiro.

229 **Diversidade específica e equitabilidade** - A diversidade específica foi baixa para ambos os períodos e
 230 profundidades amostradas. Durante o período seco, a diversidade média apresentou valores maiores,
 231 variando de 1,79 bits.cel⁻¹ nas profundidades de 2,0 e 8,0m a 1,97 bits.cel⁻¹ na superfície. No período
 232 chuvoso, a menor diversidade média foi de 1,52 bits.cel⁻¹ na profundidade de 4,0m e a maior foi de 1,76
 233 bits.cel⁻¹ em 9,0m (Fig. 4). Quanto à equitabilidade, os valores apresentaram-se abaixo de 0,5 nos dois
 234 períodos estudados, indicando domínio de populações de uma ou mais espécies (Fig. 3)..

235 **Análise de agrupamento** - A análise de agrupamento das espécies em relação às amostras
 236 (profundidades) apresentou duas associações com 40% de dissimilaridade (Fig. 4). O grupo 1 apresentou
 237 dois subgrupos com 33% de dissimilaridade, denominados 1A e 1B. Em 1A, observou-se associação das
 238 amostragens realizadas durante o período seco, evidenciando a subdivisão 1A', formada pelas
 239 profundidades de superfície, 0,5m, 1,0m e 2,0m. 1A'', agrupou 4,0m, 6,0m, 8,0m e 9,0m de
 240 profundidade. O subgrupo 1B associou as cinco primeiras profundidades amostradas durante o período
 241 chuvoso, com aproximadamente 8% de dissimilaridade, representando alta relação com as espécies de
 242 maior densidade (*Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Geitlerinema*
 243 *amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e *Synedra rumpens* Kützing), que concentraram em média 80% de
 244 suas populações até os 4,0 metros de profundidade. O grupo 2, com 9% de dissimilaridade, associou as
 245 profundidades 6,0m, 8,0m e 9,0m do período chuvoso, caracterizadas pelas menores concentrações de
 246 organismos durante todo o estudo.

247 **Discussão**

248 O estudo das variáveis físico-químicas de um ecossistema aquático, juntamente à avaliação das
 249 condições climáticas, é fundamental para um melhor entendimento das alterações na estrutura da
 250 comunidade fitoplanctônica (Padisak *et al.* 1988; Chellappa & Costa 2003).

251 No presente trabalho no reservatório de Mundaú (PE), as condições climáticas e morfométricas
252 (baixa profundidade), associadas à eutrofização do ambiente, apresentada no trabalho de Moura *et al.*
253 (2007a), proveniente de descargas de esgotos domésticos, alteraram as características abióticas e
254 provocaram profundas mudanças na composição fitoplanctônica. Para reservatórios tropicais eutróficos,
255 as alterações na temperatura da água, precipitação pluviométrica, velocidade e direção dos ventos,
256 morfometria do ambiente e as razões entre N:P são apontadas como os principais fatores de um
257 ecossistema aquático, capazes de promover mudanças na composição e dinâmica fitoplanctônica (Bouvy
258 *et al.* 2000; Ferreira & Menezes 2000; Chellappa & Costa 2003; Bouvy *et al.* 2003; Lopes *et al.* 2005).

259 A eutrofização em lagos e reservatórios é um problema que ocorre em todo o mundo, que tem como
260 alguns efeitos adversos, a anoxia do hipolímnio e as florações de Cyanobacteria (Heo & Kim 2004). Em
261 Mundaú (PE), tais circunstâncias foram observadas com a ocorrência de florações e déficit de oxigênio no
262 hipolímnio durante todo o período de estudo. No reservatório eutrófico de Gargalheiras (RN), também
263 localizado na região semiárida do Brasil, a dominância das Cyanobacteria apresentou uma significativa
264 correlação com a redução do oxigênio no hipolímnio (Chellappa & Costa 2003).

265 A análise de agrupamento entre as espécies e as profundidades no reservatório de Mundaú (PE) foi
266 fundamental para apontar a sazonalidade e, mais especificamente, a temperatura da água, como os
267 principais fatores controladores da distribuição do fitoplâncton. Durante o período seco, quando
268 ocorreram as maiores estratificações e temperaturas do estudo, foi observada a associação entre as
269 profundidades do epilímnio, e uma segunda, formada pelas profundidades do metalímnio e hipolímnio.
270 Neste período, foi observado que parte das espécies abundantes apresentaram concentração das
271 densidades até o limite do epilímnio. Já as espécies de *Merismopedia* e *Microcystis wesenbergii*
272 (Komárek) Komárek apresentaram suas maiores densidades no metalímnio e hipolímnio do mesmo
273 período.

274 No período chuvoso, apesar da menor estratificação térmica e temperatura da água, também foram
275 observadas duas associações: a primeira, entre as profundidades do epilímnio e metalímnio (até 4,0m de
276 profundidade) e a segunda, exclusivamente, formada pelo hipolímnio que apresentou a maior
277 dissimilaridade (40%) em relação aos outros grupos. Neste período, em média 80% da densidade das
278 espécies mais representativas, concentraram-se até o limite do metalímnio, representadas principalmente
279 por *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, *Geitlerinema amphibium* (C.
280 Agardh) Anagnostidis e *Synedra rumpens* Kützing. A menor densidade da comunidade no hipolímnio
281 durante este período configura-se como uma boa alternativa de captação da água para abastecimento.

282 Em reservatórios de regiões tropicais, diferenças de até 0,5°C entre a sub-superfície e o fundo,
283 possibilitam a ocorrência de estratificações térmicas estáveis que promovem grandes alterações na
284 densidade da água e, conseqüentemente, na distribuição fitoplanctônica (Payne 1986). A variação brusca
285 de temperatura entre determinadas profundidades funciona como uma barreira para muitos grupos
286 fitoplanctônicos, uma vez que promovem alterações na densidade, viscosidade, pressão, solubilidade e

287 oxigênio dissolvido (Padisak *et al.* 1988). Nesse sentido, para as Cyanobacteria, que foram
288 predominantes no reservatório de Mundaú (PE), as diferenças de temperatura entre as profundidades
289 configuraram-se como uma vantagem competitiva em relação aos demais grupos, uma vez que o seu
290 domínio em um ambiente deve-se às suas características oportunistas, como fácil deslocamento na coluna
291 d'água, tolerância à baixa luminosidade e à elevadas temperaturas, alta capacidade de dispersão, fixação
292 de nitrogênio atmosférico, entre outras qualidades (Dokulil & Teubner 2000; Briand *et al.* 2002; Tucci &
293 Sant'Anna 2003; Averhoff, *et al.* 2007).

294 Considerando os critérios de Reynolds (1984), com relação à distribuição vertical fitoplanctônica,
295 podem ser observados três grupos: 1) algas pesadas com tendência à sedimentação (ex: diatomáceas); 2)
296 algas capazes de flutuar (ex: algumas cianobactérias e clorofíceas); e 3) algas neutras, formado pelos
297 organismos com densidade similar a da água (ex: Chlorococcales) e por espécies que têm autonomia na
298 locomoção (ex: euglenofíceas e dinofíceas). No reservatório de Mundaú (PE), alguns grupos puderam ser
299 inseridos dentro destas características: as Bacillariophyta, inseridas no primeiro; as Cyanobacteria e
300 Chlorophyta, como espécies do segundo grupo; e as Chrysophyta, Dinophyta e Euglenophyta, como
301 táxons do terceiro grupo.

302 As diatomáceas *Synedra rumpens* Kützing e *Nitzschia* sp., apesar de inseridas no primeiro grupo,
303 apresentaram altas densidades nas profundidades superficiais. Este fato pode estar relacionado às
304 pequenas dimensões destas espécies e à maior circulação da massa d'água, que facilitou a suspensão
305 destes organismos para os estratos superficiais. No reservatório de Pampulha (SP), *Synedra rumpens*
306 Kützing aumentou sua densidade no fundo quando ocorreu estratificação, consequência da sua
307 sedimentação, como também apresentou crescimento nas camadas superficiais no período de isoterminia,
308 devido ao processo de circulação da massa d'água (Giani & Leonardo 1988).

309 A espécie com melhor desenvolvimento e conseqüente domínio no reservatório de Mundaú (PE) foi
310 *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, com contribuição média de 48%
311 no período seco e 59% no chuvoso. Estudos com enfoque em *C. raciborskii* atribuem o seu sucesso
312 ecológico à habilidade no deslocamento ao longo da coluna d'água, fixação de nitrogênio atmosférico,
313 dispersão, tolerância a baixa luminosidade, afinidades com fósforo, estabilidade térmica, amônio e a
314 águas levemente salinas, além de adaptações a condições de mistura vertical (Padisak 1997; Reynolds
315 1997; Briand *et al.* 2002; Bouvy *et al.* 2003; Tucci & Sant'Anna 2003; Taniguchi *et al.* 2003; Berger *et*
316 *al.* 2006; Bouvy *et al.* 2006). No reservatório de Mundaú (PE), elevados valores de turbidez, indicando
317 condições de baixa luminosidade, a facilidade no deslocamento na coluna d'água e a temperatura da água
318 foram fatores relevantes para a melhor contribuição de *Cylindrospermopsis raciborskii*.

319 Em outros estudos que tratam especificamente de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska)
320 Seenaya & Subba Raju, condições elevadas de temperatura da água, pH e oxigênio dissolvido foram
321 relacionadas ao maior incremento desta espécie (Bouvy *et al.* 2000; Tucci & Sant'Anna 2003; Costa *et al.*
322 2006; Taniguchi *et al.* 2003; Bouvy *et al.* 2006; Chellapa *et al.* 2008). No reservatório de Mundaú (PE),

323 tais variáveis apresentaram-se mais elevadas no período seco, momento de maior densidade para as
324 Cyanobacteria, no entanto, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi quantitativamente superior durante a
325 estação chuvosa, embora também tenha demonstrado elevadas densidades no período de estiagem. A
326 permanência absoluta de *Cylindrospermopsis raciborskii* em ambos os períodos sazonais, mesmo em
327 momentos onde as condições ambientais não foram tão favoráveis, reforça ainda mais a qualidade dessa
328 espécie como invasora e oportunista (Padisak 1997; Huszar *et al.* 2000; Bouvy *et al.* 2000; Taniguchi *et*
329 *al.* 2003; Train *et al.* 2005; Pivato *et al.* 2006).

330 Para regiões tropicais, observa-se que *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya &
331 Subba Raju apresenta-se dominante ao longo de quase todo o ano e sua ocorrência tem sido observada em
332 diferentes tipos de ambientes, onde as maiores densidades são favorecidas por temperaturas acima de
333 25°C e concentradas, principalmente, na região do epilímnio (Padisak 1997). No reservatório de Mundaú
334 (PE), as maiores densidades também ocorreram com temperaturas acima de 25°C, com média de 63% da
335 densidade total de *Cylindrospermopsis raciborskii* até os 2,0m de profundidade, limite estabelecido para
336 o epilímnio neste ambiente.

337 Além do domínio de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, as
338 altas densidades de *Synedra rumpens* Kützing durante todo o período estudado foram determinantes para
339 os baixos índices de diversidade específica e equitabilidade observados em Mundaú (PE), os quais
340 demonstraram que os organismos quantificados não apresentaram boa distribuição entre as espécies. No
341 Lago Dom Helvécio (MG), foi constatado que os maiores índices de diversidade e equitabilidade
342 ocorreram nos períodos de isoterma, enquanto no decorrer da estratificação térmica, houve a menor
343 diversidade associada aos maiores índices de dominância (Taniguchi *et al.* 2003). No reservatório de
344 Mundaú (PE), não foram evidenciadas fases de isoterma, embora as estratificações tenham sido baixas.
345 No entanto, é válido salientar que tais estratificações foram fundamentais para o estabelecimento das altas
346 densidades e domínio fitoplactônico de poucas espécies ao longo do estudo.

347 Os dados relacionados à composição, abundância, dominância, densidade, diversidade específica e
348 equitabilidade comprovam a condição de trofia do sistema, que foi classificado como hipereutrófico
349 (Moura *et al.* 2007a), apresentando dominância de Cyanobacteria, em especial de *Cylindrospermopsis*
350 *raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, que apresenta histórico na produção de toxinas. As
351 alterações verticais evidenciadas para os táxons abundantes revelaram distintos padrões, regulados pela
352 variação da temperatura e fatores climatológicos, como os ventos e a precipitação pluviométrica. Tais
353 padrões suscitam a inferência de prováveis preferências dos táxons, como a prioridade do gênero
354 *Merismopedia* por regiões de baixa luminosidade e temperatura (hipolímnio) ou, ainda, a predileção dos
355 táxons filamentosos por águas superficiais (epilímnio). Além disso, as menores densidades observadas na
356 região do hipolímnio durante o período chuvoso constituíram um importante indicativo para viabilização
357 de captações alternativas pela concessionária de abastecimento hídrico, as quais seriam teoricamente mais

358 seguras e com menor custo no tratamento, desde que as florações presentes no ambiente não
359 apresentassem produção de toxinas.

360 **Agradecimentos**

361 Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida
362 ao primeiro autor e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e à Universidade Federal Rural de
363 Pernambuco, pelo uso das instalações para o desenvolvimento do estudo.
364

Referências bibliográficas

Averhoff, O.L.; Gómez, A.B.; Rey, E.R.; Aguiar, C.B. & Villazón, M.A. 2007. Chemical, physical and biological characteristics of Saladito Reservoir, Cienfuegos Province, Cuba. **Lakes & Reservoirs: Research and Management** **12**: 43 - 53.

Berger, C.; Ba, N.; Gugger, M.; Bouvy, M.; Rusconi, F.; Couté, A.; Troussellier, M. & Bernard, C. 2006. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guiers (Senegal, West Africa). **Federation of European Microbiological Societies (FEMS)** **57**: 355-366.

Bittencourt-Oliveira, M.C. & Molica, R. 2003. Cianobactérias Invasoras. **Revista Biotecnologia Ciências e Desenvolvimento** **30**: 82-90.

Bouvy, M.A.; Falcão, D.; Marinho, M.; Pagano, M. & Moura, A. 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology** **23**: 13-27.

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

Bouvy, M.; Ba, N.; Ka, S.; Sane, S.; Pagano, M. & Arfi, R. 2006. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal). **Aquatic Microbial Ecology** **45**: 147 – 161.

Briand, J.F.; Robillot, C.; Quiblier-Llobéras, C.; Humbert, A. ; Couté, A. & Bernard, C. 2002. Environmental context of *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) Blooms in a shallow pond in France. **Water Research** **36**: 3183-3192.

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 Oecologica** **24**: 3-10.

Chellappa, N.T.; Borba, J.M. & Rocha, O. 2008. Phytoplankton community and physical-chemical characteristics of water in the public reservoir of Cruzeta, RN, Brazil. **Brazilian Journal Biology** **68** (3): 477- 494.

- 429 Costa, I.A.S.; Azevedo, S.M.F.O.; Senna, P.A.C.; Bernardo, R.R., Costa, S.M. & Chellappa, N.T.
430 2006. Occurrence of Toxin-Producing Cyanobacteria Blooms in a Brazilian Semiarid Reservoir **Brazilian**
431 **Journal Biology** 66(1B): 211-219.
- 432 Cole, G.A.1975. **Textbook of limnology**. Saint- Louis, Mosby.
- 433 Dokulil, T.M. & Teubner, K. 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. **Hydrobiologia** 438: 1-12.
434
- 435 Ferreira, A.C.S. & Menezes, M. 2000. Flora planctônica de um reservatório eutrófico, Lagoa Guandu,
436 município de Nova Iguaçu, RJ. **Hoehnea** 27: 45-76.
- 437
- 438 Gianni, A. & Leonardo, I.M. 1988. Distribuição vertical de algas fitoplanctônicas no reservatório da
439 Pampulha (Belo Horizonte, MG). **Acta Limnologica Brasiliensia** 2: 387-404.
440
- 441 Huszar, V.L.M.; Silva, L.H.S.; Marinho, M.; Domingos, P. & Sant'Anna, C.L. 2000. Cyanoprokaryote
442 assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia** 424: 67-77.
443
- 444 Heo, W.M. & Kim, B. 2004. The effect of artificial destratification on phytoplankton in a reservoir.
445 **Hydrobiologia** 524: 229-239.
446
- 447 Lobo, E. & Leighton, G. 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de
448 desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Revista de Biología Marina y**
449 **Oceanografía** 22 (1): 1-29.
450
- 451 Lopes, M.R.M.; Bicudo, C.E.M. & Ferragut, M.C. 2005. Short term spatial and temporal variation of
452 phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. **Hydrobiologia** 542: 235-
453 247.
454
- 455 Moura, A. N.; Bittencourt-Oliveira, M.C.; Dantas, E.W. & Arruda-Neto, J.D.T. 2007a. Phytoplanktonic
456 associations: a tool to understanding dominance events in a tropical Brazilian reservoir. **Acta Botanica**
457 **Brasilica** 21: 641-648.
458
- 459 Padisak, J.; Tóth, L.G. & Rajczy, M. 1988. The role of storms in the summer sucession of the
460 phytoplankton in community in a shallow lake (lake Balaton, Hungary). **Journal of Plankton Research**
461 **25**: 499-508.
462

- 463 Padisák, J. 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynnska) Seenayya et Subba Raju, an
464 expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Archiv**
465 **Für Hydrobiologie** **107**: 63-593.
- 466
- 467 Payne, A.I. 1986. **The ecology of tropical lakes and rivers**. Chichester, John Wiley & Sons.
- 468
- 469 Pielou, E.C. 1977. **Mathematical Ecology**. New York, Wiley-Interscience.
- 470
- 471 Pivato, B.M.; Train, S. & Rodrigues, C. 2006. Dinâmica nictemeral das assembleias fitoplanctônicas em
472 um reservatório tropical (reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil), em dois períodos do ciclo
473 hidrológico. **Acta Scientiarum. Biological Sciences** **28** (1):19-29.
- 474
- 475 Poole, H.H. & Atkins, W.R.G. 1929. Photoelectric measurements of submarine illumination through out
476 the year. **Journal Marine Biological Association** **16**: 297-324.
- 477
- 478 Reynolds, C.S. 1984. **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Cambridge University
479 Press.
- 480
- 481 Reynolds, C.S. 1997. Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory. In: O. Kinne (ed.),
482 **Excellence in ecology**. Ecology Institute, Oldendorf Luke Germany.
- 483
- 484 Rohlf, J.F. 2000. **NTSYS - pc: Numerical taxonomy and multivariate analysis System**. Version 2.1.
485 Setauket. NY: Exeter Software.
- 486
- 487 SRH (SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS DE PERNAMBUCO) 2000. **Plano Estadual de**
488 **Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco**. Recife, Documento Síntese.
- 489
- 490 Silva-Junior, J.F.; Bezerra, J.E.F. & Lederman, I.E. 1999. Recursos genéticos e melhoramento de fruteiras
491 nativas e exóticas em pernambuco. In: M.A. Queiróz; C.O. Goedert & S.R.R. Ramos (eds.). **Recursos**
492 **Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE:
493 Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov, Disponível via
494 Word Wide Web <http://www.cpsa.embrapa.br>.
- 495
- 496 Taniguchi, G. M.; Rocha, O. & Senna, P.A.C. 2003. A comunidade fitoplanctônica de um lago tropical no
497 sudeste do Brasil (Lago Dom Helvécio. Estado de Minas Gerais). **Caderno de Pesquisa Serie Biologia**,
498 Santa Cruz do Sul. **15** (1): 29-55.

- 499 Tucci A.& Sant'anna C. L. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba
500 Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico,
501 São Paulo - SP, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26 (1): 97-112.
502
- 503 Tundisi, J.G. & Tundisi, M.T. 2008. **Limnologia**. São Paulo, Oficina de textos.
504
- 505 Train, S.; Jati, S.; Rodrigues, L. C. & Pivato, B. M. 2005. Distribuição espacial e temporal do fitoplâncton
506 em três reservatórios da bacia do Rio Paraná. Pp. 73-85. In: L. Rodrigues; S.M. Thomaz; A.A. Agostinho
507 & L.C. Gomes (eds.). **Biocenoses em reservatórios: padrões espaciais e temporais**. São Carlos, Rima.
508
- 509 Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton Methodik. **Internationalen**
510 **Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie** 9: 1-38.
511
- 512 Villafaiña, V.E.& Reid, F.M.H. 1995. Métodos de Microscopia para la Cuantificación del Fitoplancton.
513 Pp.825. In: K. Alveal; M.E. Ferraro; E.C. Oliveira & E. Sar (eds.). **Manual de Métodos Ficológicos**.
514 Concepción, Universidad de Concepción.
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534

535 **Lista de tabelas e figuras**

536 **Tabela 1.** Lista dos táxons com a respectiva distribuição de ocorrência entre as profundidades e períodos
537 sazonais, seco e chuvoso, no reservatório de Mundaú (PE).

538 **Figura 1.** Variação dos parâmetros ambientais analisados entre as profundidades e períodos sazonais no
539 reservatório de Mundaú (PE) (PS - período seco; PC - período chuvoso; Jan - janeiro; Set - setembro; Nov
540 - novembro; Mar - março; Mai - maio; Jul - julho).

541 **Figura 2.** Variação da densidade vertical e sazonal das espécies mais representativas no reservatório de
542 Mundaú (PE). *Merismopedia punctata* Meyen, *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya
543 & Subba Raju, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e *Synedra rumpens* Kützing (PS -
544 período seco; PC - período chuvoso; Jan - janeiro; Set - setembro; Nov - novembro; Mar - março; Mai -
545 maio; Jul - julho).

546 **Figura 3.** Diversidade específica e equitabilidade dos táxons ao longo das profundidades amostradas no
547 reservatório de Mundaú (PE), durante os dois períodos sazonais (seco - PS; chuvoso - PC; Div -
548 diversidade específica; Equi - equitabilidade).

549 **Figura 4.** Dendrograma de dissimilaridade da distribuição dos táxons entre as profundidades analisadas
550 no reservatório de Mundaú (PE) durante os períodos seco (PS) e chuvoso (PC).

Tabela 1.

LISTA DE TÁXONS

CYANOBACTERIA

<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	○2/○3 /○4/○5/○6/○7/○8/●	<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	○1/○2/○3/○4/○5/○6/○8/●2/●3/●4/●6/●7/●8
<i>Chroococcus miratus</i> (Kützing) Nägeli	○/●	<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerheim	○3/○4/○5/○8/●2/●6/●7/●8
<i>Chroococcus mirimus</i> (Keissler) Lemmermann	○/●	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	○/●
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	○/●	<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>quadripinna</i> (Chodat) G.M. Smith	●3
<i>Aphanocapsa</i> sp.	○/●	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	○/●4/●7
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	○/●	<i>Tetrastrum</i> sp.	●1/●3/●5/●6/●7/●8
<i>Merismopedia mirima</i> Beck	○/●	<i>Tetrademus wisconsinensis</i> G.M. Smith	○6
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	○/●	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	○4
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	○	○ <i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	○1/○2/○6/○7/○8/●1/●2/●3/●6/●8
<i>Microcystis robusta</i> (Clark) Nygaard	●8/○	○ <i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	○2/○3/○4/○5/○7/●1/●2/●3/●4/●5
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	○/●	○ <i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	○3
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	○6/○7/●5/●6/●7/●8	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	○3/○5/○7/○8/●1/●3
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	○/●	<i>Anastrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	●5
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	○/●	<i>Anastrodesmus bibravianus</i> (Reinsch) Korshikov	○3/○5/●3
<i>Lyngbya</i> sp.	○3/●8	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck	○/●
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	○1/○2/○3/○5/○6/○7/●6/●7	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	○/●
<i>Phormidium</i> sp.	○	○ <i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	○/●
<i>Spirulina</i> sp.	●2/●7	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	○/●
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagnostidis	○/●	<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle	○/●
<i>Pseudanabaena</i> sp.	○/●	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius	○/●
<i>Synechocystis</i> sp.	○8/●	<i>Kirchneriella lunaris</i> var. <i>irregularis</i> G.M. Smith	○/●
<i>Radiocystis</i> sp.	●6	<i>Schroederia</i> sp.	○1/●1
BACILLARIOPHYTA		<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	○2/○4/○7/●8
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	○6/○7/○8	<i>Sphaerocystis</i> sp.	○/●
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	○1/○8	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith	○/●
<i>Synedra rumpens</i> Kützing	○/●	<i>Closterium</i> sp.	○/●2/●3/●5/●6/●7/●8
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	○/●	<i>Staurastrum</i> sp.	●4/●6
<i>Nitzschia</i> sp.	○/●	<i>Chlamydomonas</i> sp.	○4/○5/●1/●2/●3/●4/●5
CHLOROPHYTA		DINOPHYTA	
<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	○/●2/●3/●4/●6	<i>Gymnodinium</i> sp.	○2/○3/○4/●2/●3/●8
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	○/●1/●4/●5/●6	<i>Peridinium</i> sp.	●2/●3/●4/●5/●6/●7
<i>Phytelios viridis</i> Frenzel	○1/●1	CHRYSOPHYTA	
<i>Crucigeria fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	○2/○7/●1/●5/●8	<i>Dimobryon sertularia</i> Ehrenberg	○3
<i>Crucigeria tetrapedia</i> (Kirchner) W. West & G.S. West	○1/○2/○3/○4/○5/○6/○8	EUGLENOPHYTA	
<i>Crucigeria quadrata</i> Morren	●2/●3/●4/●5/●6/●7/●8	<i>Euglena</i> sp.	○/●
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	○/●	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg	●4
<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann	○1	<i>Phacus curvicauda</i> Svireenko	○1/○4/●
<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	○/●	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg	○1/○2/○3/○4/○5/○6/○7/●

LEGENDA: ○1 - seco superfície; ○2 - seco 0,5m; ○3 - seco 1,0m; ○4 - seco 2,0m; ○5 - seco 4,0m; ○6 - seco 6,0m; ○7 - seco 8,0m; ○8 - seco 9,0m; ○- seco total; ●1 - chuvoso superfície; ●2 - chuvoso 0,5m; ●3 - chuvoso 1,0m; ●4 - chuvoso 2,0m; ●5 - chuvoso 4,0m; ●6 - chuvoso 6,0m; ●7 - chuvoso 8,0m; ●8 - chuvoso 9,0m; ●- chuvoso total.

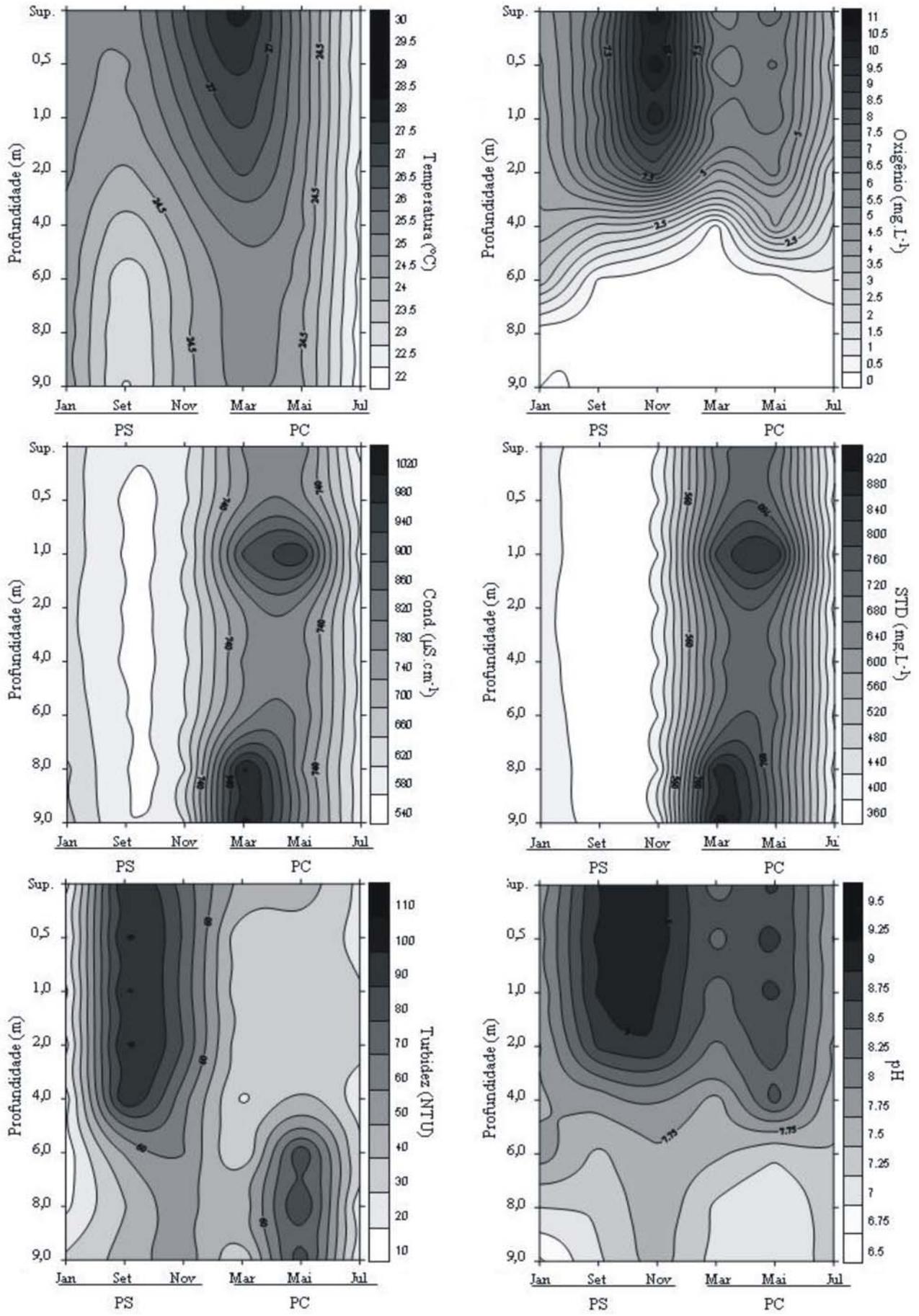


Figura 1.

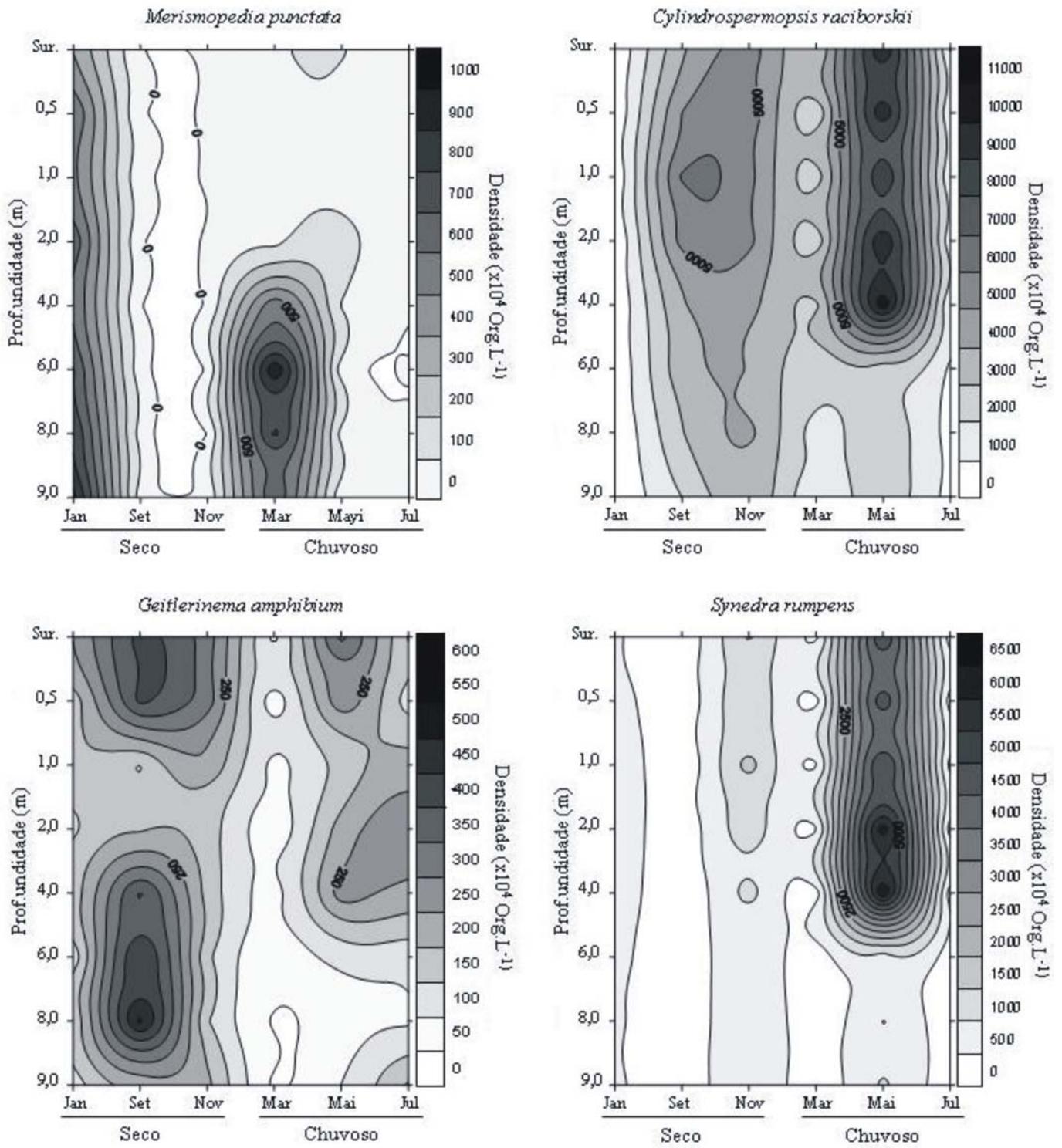


Figura 2.

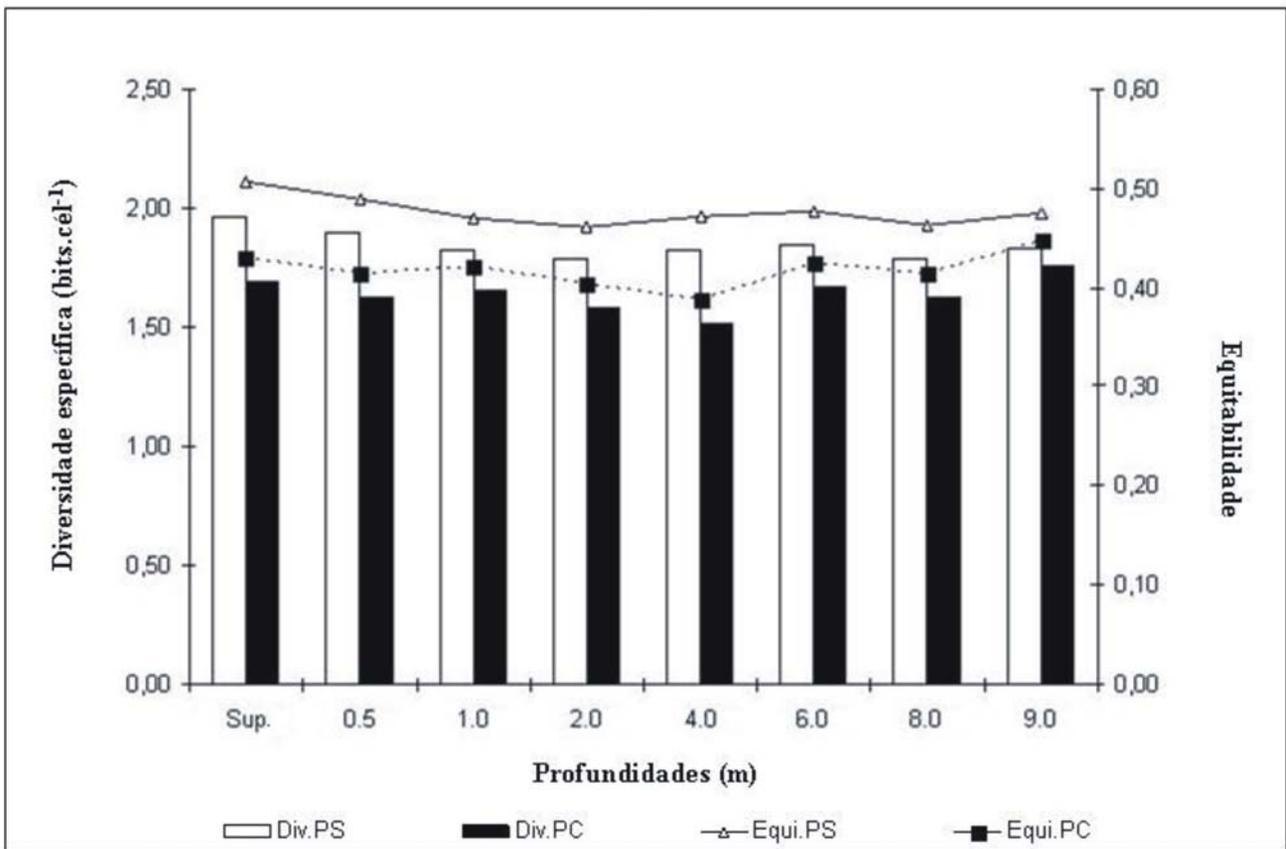


Figura 3.

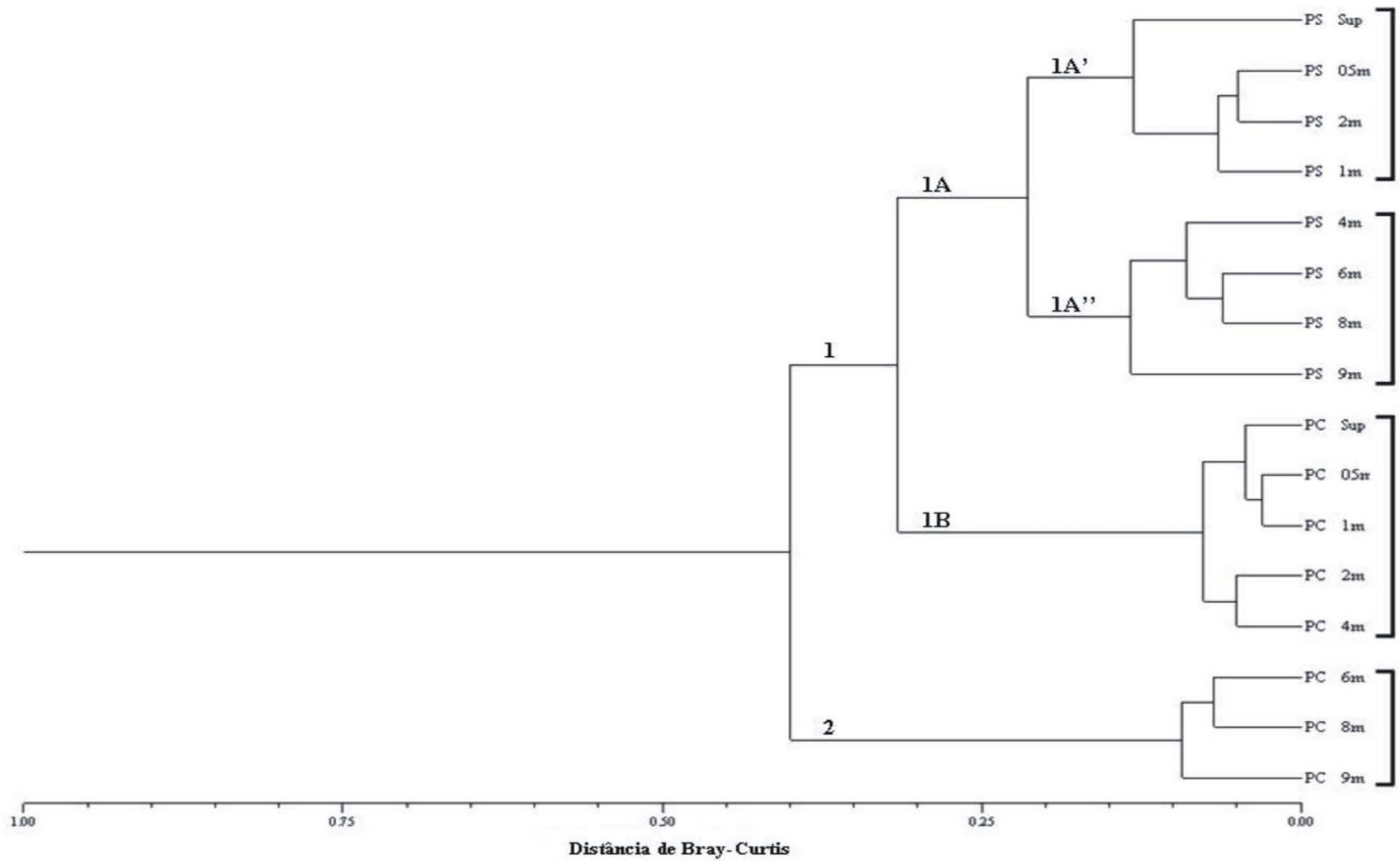


Figura 4.

4.2 Manuscrito II

Relações de abundância, dominância e coexistência fitoplanctônica em um reservatório eutrófico, Pernambuco, Brasil

O trabalho será submetido à revista ACTA OECOLOGICA

Relações de abundância, dominância e coexistência fitoplanctônica em um reservatório eutrófico, Pernambuco, Brasil

Giulliani Alan da Silva Tavares de Lira^{1,3}, Elcida de Lima Araújo¹, Maria do Carmo Bittencourt-Oliveira² & Ariadne do Nascimento Moura¹

1. Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, Brasil.
2. Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), Piracicaba-SP, Brasil.
3. Endereço para Correspondência: Universidade Federal Rural de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Botânica, Av. Dom Manuel de Medeiros, S/N, 521171-900. Dois Irmãos, Recife-PE, Brasil. FAX: 81-33206360. e-mail: giulliani@gmail.com

Resumo

Este trabalho reporta às relações de abundância, dominância e coexistência fitoplanctônica no reservatório eutrófico de Carpina, estado de Pernambuco, Brasil. Foram realizadas amostragens bimestrais, em seis profundidades, em um único ponto do reservatório, contemplando dois períodos sazonais: seco (janeiro, setembro e novembro/2006) e chuvoso (março, maio e julho/2006). A densidade, abundância, dominância, diversidade específica e equitabilidade foram determinadas, além da clorofila *a* e algumas variáveis físicas e químicas do ambiente. A comunidade apresentou 61 táxons com maior riqueza das Chlorophyta (27 spp.). As Cyanobacteria representaram mais de 80 % da densidade nos dois períodos estudados. Oito táxons foram considerados abundantes e suas densidades corresponderam a mais de 90% do fitoplâncton total quantificado para os dois períodos sazonais. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju foi o único táxon dominante durante o período seco e co-dominante no chuvoso. *C. raciborskii*, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek e *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis destacaram-se com as maiores densidades e os menores coeficientes de variação vertical em todo o estudo. As análises da ACP e ACC indicaram relação entre as seguintes variáveis: sólidos totais dissolvidos, temperatura da água, condutividade elétrica e pH com as alterações verticais e sazonais do fitoplâncton. As alterações observadas para as variáveis ambientais, sazonal e verticalmente, foram pouco expressivas e reguladas pelo estabelecimento das precipitações pluviométricas. No entanto, tais modificações ambientais foram capazes de promover instabilidade vertical e sazonal na estrutura da comunidade fitoplanctônica, permitindo a coexistência de espécies oportunistas.

Palavras-chave: fitoplâncton, reservatório, distribuição vertical, coexistência.

Abstract

The present study reports the phytoplankton abundance, dominance and coexistence relationships in the eutrophic Carpina Reservoir in the state of Pernambuco, Brazil. Bimestral sampling was carried out at six different depths bimestrally at a single reservoir spanning two climatic periods: dry season (January, September and November 2006) and rainy season (March, May and July 2006). Density, abundance, dominance, species diversity and evenness of the community were determined, along with chlorophyll *a* as well as physical and chemical variables of the environment. The community consisted of 61 taxa, with the greatest richness for Chlorophyta (27 spp.). Cyanobacteria represented more than 80% of the density in both seasons. Eight taxa were considered abundant and their densities corresponded to more than 90% of the total phytoplankton community quantified for both seasons. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju was the only dominant taxon in the dry season and was co-dominant in the rainy season. *C. raciborskii*, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek e *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis had the greatest densities and lowest vertical variation coefficients throughout the study. Principal Component Analysis and Canonical Correlation Analysis indicated relationships with vertical and seasonal variations in the phytoplankton community and the following variables: total dissolved solids, water temperature, electrical conductivity and pH. The seasonal and vertical changes in the environmental variables were discreet and regulated by the establishment of precipitation. However, these environmental changes were sufficient to promote vertical and seasonal instability in the phytoplankton community, allowing the coexistence of opportunistic species

Key words: phytoplankton, reservoir, vertical distribution, coexistence.

Introdução

Os reservatórios, em sua maioria, são formados pelo represamento dos rios e considerados sistemas híbridos entre estes e os lagos (Thorton et al.,1990). A importância destes ecossistemas aquáticos artificiais é diversificada, sobretudo na região nordeste do Brasil que apresenta, na maior parte de sua extensão, um clima semi-árido com longos períodos de estiagem (Chellapa e Costa, 2003). Entre os objetivos dos reservatórios destacam-se o abastecimento público, regularização de cursos, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação, cultivo de organismos aquáticos, recreação, entre outros fins.

Problemas relacionados à eutrofização artificial em reservatórios são comuns, causados pela ação antrópica, o que provoca inúmeras alterações na estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica, que além de constituírem um dos principais grupos de produtores primários, respondem prontamente às alterações nos ecossistemas aquáticos. Segundo Margalef (1983), a composição da comunidade fitoplanctônica e a relação existente entre suas espécies refletem, melhor do que qualquer artefato tecnológico, o valor dessas mudanças no ambiente.

Tais alterações ambientais resultam, muitas vezes, em altas densidades fitoplanctônicas, conhecidas como florações algais, que podem comprometer a qualidade da água e provocar graves conseqüências à saúde de homens e animais (Bouvy et al., 2003). Um exemplo clássico desses efeitos ocorreu em 1996 na cidade de Caruaru (PE) com a morte de dezenas de pacientes de uma clínica de hemodiálise, após o contato com água contaminada por toxinas liberadas em florações de Cyanobacteria (Jochimsen et al., 1998; Bouvy et al., 2000).

O conhecimento da estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica é extremamente importante para o entendimento dos efeitos da eutrofização, assim como tais efeitos são fundamentais para a compreensão do comportamento e caracterização da

comunidade (Crossetti e Bicudo, 2005). Nesse sentido, apesar do crescente desenvolvimento de pesquisas fitoplanctônicas, a escassez de estudos das variações verticais e sazonais em ecossistemas eutrofizados, sobretudo na Região Nordeste do Brasil, torna a presente abordagem relevante.

Desde a última década os trabalhos em ecossistemas eutrofizados no Brasil têm sido largamente realizados, principalmente voltados para questões relacionadas às Cyanobacteria (Dos Santos e Calijuri, 1998; Huszar et al., 1998; Chellapa e Costa, 2003; Figueiredo e Giani, 2001; Crossetti e Bicudo, 2005; Molica et al., 2005). O reservatório de Carpina (PE), objeto do presente estudo, foi inicialmente construído para contenção de enchentes, no entanto, atualmente abastece pequenos municípios do seu entorno, além de ser uma importante fonte de pescado para as comunidades ribeirinhas da região.

Sistema de características eutróficas, o reservatório de Carpina (PE) recebe cargas poluentes de dejetos orgânicos e atividades agrícolas. Durante o período de abril de 2001 a março de 2002, a estrutura da comunidade fitoplanctônica deste manancial foi comparada entre a superfície e fundo, onde foram observadas densas florações de *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, no entanto, não foram ressaltadas diferenças significativas entre as profundidades amostradas (Moura et al., 2007b).

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um diagnóstico de um reservatório eutrófico do nordeste do Brasil quanto ao desempenho da comunidade fitoplanctônica, indicando a sua composição e densidade, de forma sazonal e vertical, e relacionando tais características com algumas variáveis limnológicas e climatológicas do ambiente.

Material e Métodos

O reservatório de Carpina (7°51' e 7°57'S, 35°19' e 35°27'W), localizado na região da Zona da Mata do estado de Pernambuco, faz parte da bacia hidrográfica do rio Capibaribe

e apresenta capacidade de acumulação de água de aproximadamente 270.000.000 m³. O clima da região caracteriza-se como pseudotropical quente e úmido, **As'** (segundo Köppen), com sazonalidade apresentando a ocorrência de chuvas de março a agosto e estiagem de setembro a fevereiro (Moura et al., 2007b).

As coletas foram realizadas em um único ponto do reservatório, localizado na região limnética (variando entre 17,5 a 20,4m), próximo à barragem e vertedouro (07°53'51''S, 35°20'13''W), em seis profundidades, definidas de acordo com o cálculo indireto do coeficiente vertical de atenuação da radiação, segundo Poole e Atkins (1929): a) superfície (100% de luz disponível); b) 1,0m; c) 2,0m; d) 4,0m; (até 1% de luz disponível); e) 8,0m; f) 10,0m (ausência total de luz). As amostragens foram realizadas bimestralmente durante o período de janeiro a novembro de 2006, sendo três meses no período seco (PS - janeiro, setembro e novembro) e três, no chuvoso (PC - março, maio e julho). Os dados mensais obtidos foram tratados como repetições das estações climáticas e apresentados como médias de cada período.

No período estudado, a região foi caracterizada climatologicamente com valores diários e horários (09:00 e 15:00h) dos parâmetros: temperatura do ar, que variou entre 28,1 e 29,6°C no período seco e de 25,8 a 30,5°C no chuvoso; direção e velocidade dos ventos, instável no período seco, variando entre sudeste e leste, a 2,5 e 3,5m/s, enquanto no chuvoso, variou entre sul, sudeste e nordeste, a 1,6 e 3,5m/s. A insolação diária apresentou duração de 8,2 a 9,5h no período seco e de 6,8 a 10,1h no chuvoso, com precipitação pluviométrica mensal, variando entre 12,3 e 84mm no seco e de 158,2 a 338,0mm no chuvoso (INMET – Instituto Nacional de Meteorologia).

As coletas foram realizadas com frasco de boca larga para superfície e garrafa de Van Dorn para as demais profundidades, sendo destinadas às análises qualitativas e quantitativas

da comunidade fitoplanctônica e clorofila *a*. As amostras para análise quantitativa foram preservadas com solução de lugol acético, e obtidas três amostras por profundidade.

As variáveis limnológicas analisadas foram: transparência da água (disco de Secchi - Z_{ds}); zona eufótica, segundo Cole (1975) ($Z_{euf} = Z_{ds} \times 3,0$); temperatura da água ($^{\circ}C$); oxigênio dissolvido ($mg.L^{-1}$), com oxímetro de campo (modelo Handylab OX1); turbidez (NTU), com turbidímetro (modelo HI93703); pH, condutividade elétrica ($\mu S.cm^{-1}$) e sólidos totais dissolvidos (STD - $mg.L^{-1}$), obtidos com aparelho de campo YSI (modelo 556).

A comunidade fitoplanctônica foi identificada com o auxílio de literatura especializada para cada grupo de algas através de microscópio binocular (Zeiss, modelo Axioverte). A análise quantitativa (organismos por litro - $org.L^{-1}$) foi estimada segundo Utermöhl (1958) em microscópio invertido (Zeiss, modelo Axioverte) e calculada de acordo com Villafaiñe e Reid (1995). A contagem dos indivíduos foi realizada em campos por transecto com três repetições por profundidade, sendo os valores apresentados como média das repetições. Os valores de densidade foram transformados em notação científica ($\times 10^4$).

A análise da clorofila *a* foi desenvolvida segundo metodologia descrita por Chorus e Bartram (1999), com o uso de etanol a 90% aquecido. A clorofila *a* foi utilizada para determinação do índice de estado trófico – IET (Cl-*a*), assim como os valores de transparência adquiridos com o disco de Secchi, segundo Carlson (1974) modificado para ambientes tropicais por Toledo Jr. (1983).

Para a análise das variáveis abióticas foram calculadas médias (\bar{X}), desvio padrão (s) e coeficiente de variação (CV). A partir dos dados de densidade, foi desenvolvido o estudo da abundância e dominância de acordo com os critérios de Lobo e Leighton (1986) (considerando abundantes as espécies com valores superiores à média da comunidade e dominantes, aquelas cujo valor ultrapassa 50% da densidade fitoplanctônica total). Os índices de diversidade específica ($bit.cél.^{-1}$) e equitabilidade foram calculados segundo Pielou (1977),

utilizando-se o programa estatístico Diversity. A ordenação dos dados foi realizada pela análise de componentes principais (ACP) utilizando-se o pacote estatístico NTSYS, versão 2.1. Em seguida, os dados foram selecionados para posterior correlação das unidades amostrais, variáveis ambientais e espécies abundantes aplicando-se a Análise de Correspondência Canônica (ACC) por meio do programa PC-Word. A significância entre os dados foi avaliada pelo teste de permutação de Monte Carlo ($p < 0,05$) utilizando-se o programa PC-Word.

Resultados

Variáveis abióticas

Os maiores valores médios da temperatura do ar, velocidade dos ventos e insolação ocorreram no primeiro mês do período chuvoso. A precipitação apresentou-se de forma típica para a região. A profundidade do disco de Secchi (0,30 a 0,70m no seco, e 0,40 a 0,85m no chuvoso) e zona eufótica (Z_{euf}) (0,90 a 2,10m no seco e 1,20 a 2,55m no chuvoso) apresentaram baixa variação entre os períodos sazonais, com valores pouco maiores nos meses de chuva. O coeficiente de atenuação vertical da luz variou entre 2,40 a 5,60m no período seco e 2,0 a 4,25m no chuvoso, sendo definida a total ausência de luz a partir dos 6,0m.

A coluna d'água apresentou perfis médios com baixa estratificação durante todo o estudo ($DP = 0,3$ e $CV = 1,0$) e valores pouco maiores no período chuvoso. Os resultados de temperatura da água ($\bar{x} = 27,5$ PS e $\bar{x} = 28,1$ PC), oxigênio dissolvido ($\bar{x} = 4,38$ PS e $\bar{x} = 5,18$ PC), condutividade elétrica ($\bar{x} = 1914$ PS e $\bar{x} = 2060$ PC), STD ($\bar{x} = 1246$ PS e $\bar{x} = 1699$ PC) e turbidez ($\bar{x} = 23,1$ PS e $\bar{x} = 22,0$ PC) apresentaram-se maiores no período chuvoso, enquanto o pH ($\bar{x} = 8,6$ PS e $\bar{x} = 8,5$ PC) foi ligeiramente superior no seco (Fig. 1).

Variáveis bióticas

Foram inventariados 61 táxons distribuídos em cinco divisões: 27 Chlorophyta (44%); 20 Cyanobacteria (33%); 4 Euglenophyta (7%); 8 Bacillariophyta (13%) e 2 Dinophyta (3%). As Chlorophyta apresentaram a melhor contribuição para a riqueza de táxons nos dois períodos de estudo, com o maior número de espécies durante o chuvoso, enquanto as Cyanobacteria apresentaram nesta mesma estação decréscimo de táxons. Os demais grupos apresentaram baixa variação entre os períodos sazonais.

A diversidade específica dos táxons foi discretamente maior no período chuvoso, no entanto, ao longo de todo o estudo apresentou valores entre 1,0 e 2,0 bit.cel.⁻¹ indicando baixa diversidade entre a comunidade fitoplanctônica. A equitabilidade apresentou resultados $\leq 0,5$, indicando predomínio de uma ou mais espécies no ambiente.

Os valores médios da clorofila *a* entre as profundidades variaram de 29,4 a 58,3mg.m⁻³ no período seco e de 38,6 a 54,1mg.m⁻³ no chuvoso. A amplitude do coeficiente de variação da clorofila *a* ao longo da coluna d'água foi maior no período seco, correspondendo ao dobro do valor do chuvoso (CV = 11,8% chuvoso e 26,6% seco) (Fig. 2). O IET (Cl-*a*) variou no período seco de 63,7 a 70,5 e no chuvoso de 66,4 a 69,7. Entre as profundidades, o coeficiente de variação para o IET (Cl-*a*) foi de 3,9% no período seco e 1,8% no chuvoso. A classificação do IET pelo disco de Secchi também apresentou índices de ambientes hipereutróficos, com variação entre 65 e 77,3 no período seco e, de 62 a 73,2 no chuvoso.

A densidade média fitoplanctônica variou entre as profundidades de 1410x10⁴ org.L⁻¹ (sup.) a 1135x10⁴ org.L⁻¹ (8m) no período seco, a de 1798x10⁴ org.L⁻¹ (sup.) a 1000x10⁴ org.L⁻¹ (10,0m) no chuvoso (Fig. 2 e 3). Todos os grupos apresentaram valores mais elevados durante o período de chuvas, com maior contribuição das Cyanobacteria (1440x10⁴ org.L⁻¹ - sup. a 889x10⁴ org.L⁻¹ - 10,0m), seguida pelas Chlorophyta (154x10⁴ org.L⁻¹ - sup. a 60x10⁴ org.L⁻¹ - 10,0m), Bacillariophyta (84x10⁴ org.L⁻¹ - sup. a 43x10⁴ org.L⁻¹ - 10,0m),

Euglenophyta (118×10^4 org.L⁻¹ - sup. a 7×10^4 org.L⁻¹ - 10,0m) e Dinophyta ($1,2 \times 10^4$ org.L⁻¹ - sup. a $0,3 \times 10^4$ org.L⁻¹ - 2,0 e 8,0m) (Fig 3).

Considerando o somatório das densidades nas profundidades analisadas, Cyanobacteria foi dominante durante todo o estudo, representando 7199×10^4 org.L⁻¹ (84,2%) do fitoplâncton total no período seco e 6890×10^4 org.L⁻¹ (93,4%) no chuvoso. A análise em perfil vertical evidenciou que os grupos fitoplanctônicos apresentaram distintos padrões de distribuição. No período seco, foram observadas distribuições homogêneas para Cyanobacteria e Chlorophyta (CV = 8% e CV = 16%, respectivamente). Bacillariophyta concentrou-se nas profundidades intermediárias (1,0 e 2,0m) e na mais profunda (10,0 metros, CV = 56%), enquanto Euglenophyta ocorreu principalmente nas profundidades superficiais (CV = 80%). Dinophyta apresentou baixa contribuição para a comunidade durante o período seco com maiores populações entre 2,0 e 4,0m. No período chuvoso, de forma geral, todos os grupos de algas apresentaram as maiores concentrações de indivíduos nos estratos superficiais (superfície e 1,0m) (Fig. 3).

A maior contribuição das Cyanobacteria à densidade total ocorreu principalmente devido às florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, que apresentou variação de 854×10^4 org.L⁻¹ (sup.) a 548×10^4 org.L⁻¹ (10,0m) no período chuvoso, a 977×10^4 org.L⁻¹ (sup.) e 757×10^4 org.L⁻¹ (4,0m) no seco, representando uma diferença de aproximadamente 17% entre os períodos sazonais. Ao longo da coluna d'água, *Cylindrospermopsis raciborskii* apresentou as maiores densidades na superfície para ambos os períodos estudados, no entanto os coeficientes de variação entre os estratos foram baixos: 9% no seco e 14% no chuvoso, indicando equilíbrio na sua distribuição.

Dentre os táxons observados, onze apresentaram as maiores contribuições à abundância. As Cyanobacteria *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Geitlerinema amphibium* (C. Agardh) Anagnostidis e

Pseudanabaena catenata Lauterborn, além das Chlorophyta *Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák e *Monoraphidium griffithii* (Berkeley) Komárková-Legnerová foram comuns aos dois períodos climáticos. *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Synedra rumpens* Kützing, *Nitzschia* sp. e *Euglena* sp. ocorreram de forma abundante apenas no período chuvoso. As espécies abundantes no período seco contribuíram com 90,6% da densidade total, enquanto no chuvoso, representaram 92,8%. *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix agardhii* e *Geitlerinema amphibium* destacaram-se com as maiores densidades e os menores coeficientes de variação entre as profundidades durante todo o estudo.

Cylindrospermopsis raciborskii foi à única espécie dominante no período seco, com 69% de contribuição. Na estação chuvosa, as maiores densidades também foram atribuídas a *Cylindrospermopsis raciborskii*, representando 49,6% do fitoplâncton total, valores estes que não constituem dominância.

Análise de componentes principais e correspondência canônica

A análise de componentes principais (ACP) apresentou explicabilidade de 83,9% nos fatores 1 e 2, com agrupamento das espécies *Anabaena constricta* (Aco), *Planktothrix agardhii* (Pag) e *Monoraphidium griffithii* (Mgr) no lado positivo do eixo-1 e associação negativa (lado negativo do eixo-1), com baixa relação, entre a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cra) e temperatura da água (T °C). Ainda do lado negativo do eixo-1 foi observado a associação da condutividade (Cond) e sólidos totais dissolvidos (Std). No eixo-2, pode-se observar a associação positiva entre oxigênio dissolvido (Oxi) e clorofila *a* (Cl-*a*) (Fig. 4 e Tab. 1)

Através do teste de Monte Carlo observou-se que a correlação dos dados a partir da análise de correspondência canônica foi significativa ($p < 0,05$) apenas para o Eixo 1, indicando relação entre algumas variáveis ambientais e biológicas (Tab. 2). A partir da análise

dos coeficientes canônicos (ACC) observou-se que os sólidos totais dissolvidos foi a variável de maior importância na ordenação dos dados. No entanto, as correlações “inter-set” apresentaram, além dos sólidos totais dissolvidos, forte influência da temperatura da água, condutividade elétrica e pH, com as espécies *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Geitlerinema amphibium* (Tab. 3 e Fig. 5).

Discussão

O monitoramento da qualidade da água a partir de abordagens biológicas é uma prática relativamente recente, ideal em situações onde os efeitos biológicos do ambiente podem ser sinérgicos ou antagônicos, ou ainda, quando esses dados podem apresentar resultados que contradizem outras análises (Douterelo et al., 2004). Desta forma, os estudos com organismos fitoplanctônicos em reservatórios representam significativos avanços no diagnóstico da qualidade da água destes mananciais.

No reservatório de Carpina (PE), apesar da composição fitoplanctônica apresentar-se diversificada (65 táxons), as Cyanobacteria sobressaíram-se com altas densidades. Esse indicativo, com média superior a $1100 \times 10^4 \text{ org.L}^{-1}$ ($> 11000 \text{ org.ml}^{-1}$), juntamente com o IET (CI-a) observado (≥ 63), caracteriza a qualidade da água na categoria Ruim, de acordo com a classificação do nível de trofia de ecossistemas brasileiros de águas interiores (CETESB, 2006). Este índice reconhece como ambientes eutróficos aqueles cujo ICF (Índice da Comunidade Fitoplanctônica) apresenta-se maior que $10000 \text{ org.ml}^{-1}$, com dominância de Cyanobacteria e IET (CI-a) acima de 63.

De acordo com a legislação brasileira (portaria nº 518/GM – Brasil, 2004), o monitoramento semanal das Cyanobacteria e a análise de cianotoxinas a partir de bioensaios tornam-se obrigatórios quando forem observadas densidades superiores a $20000 \text{ cel.mL}^{-1}$ no ponto de captação de um manancial de abastecimento. No reservatório de Carpina (PE), considerando que as Cyanobacteria foram quantificadas em organismos por litro, e

constituídas por espécies filamentosas e/ou coloniais, a conversão desses valores à cel.mL^{-1} excederia consideravelmente os limites estabelecidos pelo Ministério da Saúde, tornando-se obrigatória as análises acima citadas.

No presente estudo, apesar de não terem sido realizadas análises para detecção de cianotoxinas, os altos valores de densidades indicam possíveis riscos à saúde pública, uma vez que a composição fitoplanctônica esteve constituída por espécies com histórico na produção desses metabólitos e muitos trabalhos reportam o aparecimento de florações tóxicas para diversas regiões do Brasil, incluindo o estado de Pernambuco (Jochimsen et al., 1998; Molica et al., 2002; Molica et al., 2005; Sotero-Santos et al., 2008).

Entre os períodos investigados, a comunidade fitoplanctônica apresentou baixa variação na sua composição e riqueza, no entanto tais mudanças envolveram espécies de pouca representatividade no ecossistema, sendo estas ocasionais, representando menos de 0,5% dos organismos quantificados em cada período sazonal. As alterações foram observadas na diversidade específica e equitabilidade dos táxons, mas não foram suficientes para alterarem os indicadores de baixa diversidade e distribuição não homogênea dos indivíduos entre as espécies. Em reservatórios eutróficos é comum encontrar baixos valores para estes índices, pois as condições ambientais em situação de trofia tendem ao favorecimento de um pequeno número de espécies que se alternam na dominância da comunidade, apresentando altas densidades (Huszar et al., 1998; Dokulil e Teubner, 2000; Figueiredo e Giani, 2001; Chellapa e Costa, 2003; Bouvy et al., 2003).

Todos os grupos taxonômicos observados no reservatório de Carpina (PE) apresentaram aumento do número de organismos durante a fase chuvosa, com maior contribuição das Cyanobacteria e Chlorophyta. Estas alterações foram mais evidentes na primeira amostragem do período chuvoso, momento de transição entre as estações sazonais. De acordo com alguns estudos, este momento transitório configura-se como o de maior instabilidade da comunidade

fitoplanctônica, onde as características ambientais da nova estação climática ainda não estão bem definidas e as respostas fitoplanctônicas ocorrem sob a influência da estação anterior (Figueiredo e Giani, 2001; Dos Santos e Calijuri, 1998; Tucci e Sant'Anna, 2003). Neste sentido, os maiores valores da temperatura da água constituíram a variável de maior influência no momento de transição durante o estudo no reservatório de Carpina (PE).

Embora no período chuvoso tenham ocorrido os maiores valores para grande parte dos parâmetros ambientais, as diferenças foram pouco expressivas quanto ao seco. No entanto, de acordo com as análises da ACP e ACC, tais alterações foram suficientes para relacionar as variáveis sólidos totais dissolvidos, temperatura da água, condutividade elétrica e pH ao crescimento da densidade fitoplanctônica na ocasião de chuvas. A ocorrência de modelos sazonais para muitos parâmetros físicos e químicos é bastante comum em reservatórios tropicais, os quais são definidos basicamente pela forte influência das precipitações pluviométricas (Dos Santos e Calijuri, 1998; Huszar et al., 2000; Figueiredo e Giani, 2001; Domitrovic, 2003; Lopes et al., 2005; Borges et al., 2008).

No reservatório de Carpina (PE), apesar do período chuvoso ter refletido um maior incremento da comunidade fitoplanctônica, também resultou uma expressiva diminuição na densidade de *Cylindrospermopsis raciborskii*, antes dominante no ambiente. De acordo com Bouvy et al. (2003) e Reynolds (1997), *Cylindrospermopsis raciborskii* apresenta uma baixa afinidade com o aumento das chuvas, o que favorece a coexistência de outras espécies. Tucci e Sant'Anna (2003), além de reforçarem a opinião anterior, atribuem à morfologia de *Cylindrospermopsis raciborskii* - que apresenta tricomas finos e alongados - ao favorecimento de espécies coexistentes durante períodos de chuvas, pois tais organismos não promoveriam sombreamento suficiente para impedir o aumento populacional de outras espécies.

No entanto, é importante ressaltar que a maioria das espécies que coexistem em florações de Cyanobacteria, também faz parte deste grupo, sendo capazes de permanecer em

condições adversas e crescer competitivamente quando estas estiverem favoráveis (Hašler e Paulíčková, 2003; Komárková e Tavera, 2003; Bouvy et al., 2006).

Embora as Cyanobacteria tenham apresentado domínio ao longo de todo estudo e aumento da densidade com o estabelecimento das chuvas, sua representatividade dentro da comunidade apresentou uma diminuição de aproximadamente 9,5%, o que se deve ao incremento das populações de espécies oportunistas de outros grupos fitoplanctônicos (*Synedra rumpens* e *Euglena* sp.) e ao decréscimo da população de *Cylindrospermopsis raciborskii*.

No reservatório eutrófico de Gargalheiras (RN), Nordeste do Brasil, o domínio estabelecido por algumas espécies de Cyanobacteria durante o período seco, dentre estas *Cylindrospermopsis raciborskii*, apresentaram significativa redução numérica na fase chuvosa, passando a ocupar *status* de coexistência (Chellapa e Costa, 2003). Condições de maior estabilidade da coluna d'água, aumento da precipitação e diluição de nutrientes, têm sido apontados como os fatores ambientais que favorecem o decréscimo de espécies de Cyanobacteria e estabelecimento de táxons oportunistas (Bouvy et al., 2003; Chellapa e Costa, 2003; Tucci e Sant'Anna, 2003; Komárková e Tavera, 2003; Berger et al., 2006; Bouvy et al., 2006).

No período chuvoso do presente estudo, a estabilidade da coluna d'água, aumento da transparência e maior temperatura da água promoveram condições de igualdade competitiva entre as espécies oportunistas, causando a queda do domínio de *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Algumas espécies observadas no reservatório de Carpina (PE), como *Planktothrix agardhii*, *Anabaena constricta* e *Pseudanabaena catenata*, também foram sensíveis ao aumento das precipitações pluviométricas, no entanto são oportunistas e em situações de aumento da penetração de luz estabelecem rápido crescimento (Reynolds, 1997; Hašler e

Paulíčková, 2003). As espécies do gênero *Monoraphidium* e as diatomáceas, de forma geral, caracterizam-se como oportunistas em condições de luminosidade, além de tolerantes em ambientes turbulentos (Dos Santos e Calijuri, 1998). No presente estudo, os táxons *Monoraphidium griffithii* e *Synedra rumpens* apresentaram destacado crescimento no período chuvoso, quando as condições de penetração de luz e estabilidade da coluna d'água foram melhores do que no seco, sendo favoráveis ao aumento da competitividade.

Ao longo da coluna d'água no reservatório de Carpina (PE) a concentração dos grupos fitoplanctônicos apresentou distintos padrões de distribuição quando comparados entre as estações sazonais. Na fase de estiagem, a distribuição das Cyanobacteria e Chlorophyta foi homogênea e para Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta, apresentou-se heterogênea, com densidades concentradas em poucas profundidades. No período de chuvas todos os grupos apresentaram comportamento semelhante, com as maiores populações na superfície e 1,0m de profundidade. Para outros estudos, a distribuição vertical de espécies fitoplanctônicas em reservatórios depende de um conjunto de fatores que envolvem, desde a morfologia e fisiologia dos táxons, até as interações entre os regimes de mistura, disponibilidade de radiação subaquática e de nutrientes (Reynolds, 1997; Huszar et al., 2000; Bouvy et al., 2006; Moura et al., 2007; Borges et al., 2008).

Conclusões

O reservatório de Carpina não apresentou diferenças expressivas quanto à composição fitoplanctônica (riqueza de espécies), com alterações sazonais e verticais envolvendo espécies ocasionais de baixa representatividade na comunidade. O manancial, com alto grau de trofia, apresentou durante toda a pesquisa elevadas densidades fitoplanctônicas, constituídas na maior parte por Cyanobacteria, beneficiadas pelas condições ambientais e suas inatas vantagens competitivas. As precipitações pluviométricas regularam as diferenças na densidade fitoplanctônica ocorridas entre os períodos sazonais, sendo o principal fator de

interferência nas variáveis ambientais e conseqüentemente no domínio das Cyanobacteria, principalmente para a espécie *Cylindrospermopsis raciborskii*. Neste sentido, o decréscimo no domínio desse grupo durante o período chuvoso, apesar de relativamente baixo, foi suficiente para o estabelecimento de espécies oportunistas que alcançaram status de coexistência. As alterações observadas nos parâmetros ambientais entre as estações sazonais e ao longo da coluna d'água, apesar de discretas, foram importantes para demonstrar a instabilidade do sistema e comprovar que, para ecossistemas tropicais, as precipitações pluviométricas e a temperatura da água são os principais reguladores da comunidade.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida ao primeiro autor, e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica e à Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo uso das instalações para o desenvolvimento do estudo.

Fig. 1. Variação média sazonal e vertical da temperatura, oxigênio dissolvido, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, turbidez e pH, no reservatório de Carpina (PE), entre o período de janeiro e novembro/06. (PS: período seco; PC: período chuvoso).

Fig. 2. (A - B). A - Variação da densidade fitoplanctônica total (colunas) e Clorofila *a* (linhas) entre as profundidades analisadas. B - Variação da densidade de Cyanobacteria (colunas) e IET (Cl-*a*) (linhas) entre as profundidades analisadas no período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06.

Fig. 3. Densidade dos grupos fitoplanctônicos ($\times 10^4$ org.L⁻¹) entre as profundidades analisadas no reservatório de Carpina (PE) durante o período de estudo, compreendido entre janeiro e novembro /06.

Fig. 4. ACP das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, durante o período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06.

Legendas: Aco (*Anabaena constricta*), Cra (*Cylindrospermopsis raciborskii*), Gam (*Geitlerinema amphibium*), Pag (*Planktothrix agardhii*), Pse (*Pseudanabaena* sp.), Sru (*Synedra rumpens*), Mgr (*Monoraphidium griffithii*), Eug (*Euglena* sp.), Cl - *a* (clorofila *a*), T °C (temperatura da água), Oxi (oxigênio dissolvido), Cond (condutividade elétrica), Std (sólidos totais dissolvidos), Tur (turbidez), e pH (pH).

Fig. 5. Ordenação pela ACC das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, durante o período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06. Legendas: Aco (*Anabaena constricta*); Cra (*Cylindrospermopsis raciborskii*); Pag (*Planktothrix agardhii*); Gam (*Geitlerinema amphibium*); Pse (*Pseudanabaena* sp.); Sru (*Synedra rumpens*); Mgr (*Monoraphidium griffithii*); T °C (temperatura da água); Oxi (oxigênio dissolvido); Cond (condutividade elétrica); Std (sólidos totais dissolvidos); Tur (turbidez); pH; PS (período seco); PC (período chuvoso); profundidades (S - superfície; 1- 1,0m; 2 - 2,0m; 4 - 4,0m; 8 - 8,0m; 10 - 10,0m).

Tabela 1. Fatores de correlação (%) da análise de componentes principais (ACP) entre as espécies abundantes e as variáveis ambientais, no período estudado no reservatório de Carpina (PE), compreendido entre janeiro e novembro/06.

Legendas	Descrição das espécies e variáveis ambientais	Fator 1 52,50%	Fator 2 31,40%
Ac o	<i>Anabaena constricta</i>	0,9694	0,0232
Cra	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	-0,4087	0,6939
Pag	<i>Planktothrix agardhii</i>	0,9574	-0,1470
Gam	<i>Geitlerinema amphibium</i>	0,8011	0,4452
Pse	<i>Pseudanabaena catenata</i>	0,8980	0,2219
Sru	<i>Synedra rumpens</i>	0,8145	-0,0951
Mgr	<i>Monoraphidium griffithii</i>	0,9447	0,2548
Eug	<i>Euglena</i> sp.	0,7843	0,5109
Cl - a	Clorofila a	0,012	0,8753
T °C	Temperatura da água	-0,5957	0,7855
Oxi	Oxigênio dissolvido	-0,0514	0,9097
Cond	Condutividade elétrica	-0,8446	0,4197
Std	Sólidos totais dissolvidos	-0,9256	0,3202
Tur	Turbidez	0,0500	0,7997
pH	pH	0,5577	0,7118

Tabela 2. Resumo dos resultados da ACC das variáveis ambientais e biológicas mais representativas, no período estudado no reservatório de Carpina, compreendido entre janeiro e novembro/06.

	Eixo 1	Eixo 2
Autovalores	0.049	0.003
Percentual de variância explicada (%)	83.5	0.819
Percentual de variância acumulada	83.5	88.2
Correlação de Pearson (espécie – ambiente)	0.998	4.7
Teste de Monte Carlo (p)		
Autovalores	0.010	0.500
Correlações espécies - ambiente	0.010	0.600

Tabela 3. Coeficientes canônicos e coeficientes de correlação “inter-set” das variáveis ambientais e biológicas mais representativas nos eixos 1 e 2 da ACC, no período estudado no reservatório de Carpina, compreendido entre janeiro a novembro/06.

	Coeficiente canônico		Coeficiente de correlação “inter-set”	
	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 1	Eixo 2
Temperatura da água	0.000	1.278	0.690	0.207
Oxigênio dissolvido	0.465	-5.094	0.063	0.078
Condutividade elétrica	0.167	-1.810	0.907	0.140
Sólidos totais dissolvidos	0.560	3.325	0.983	0.103
Turbidez	-0.170	0.993	-0.509	0.230
pH	-0.537	4.379	0.039	0.146

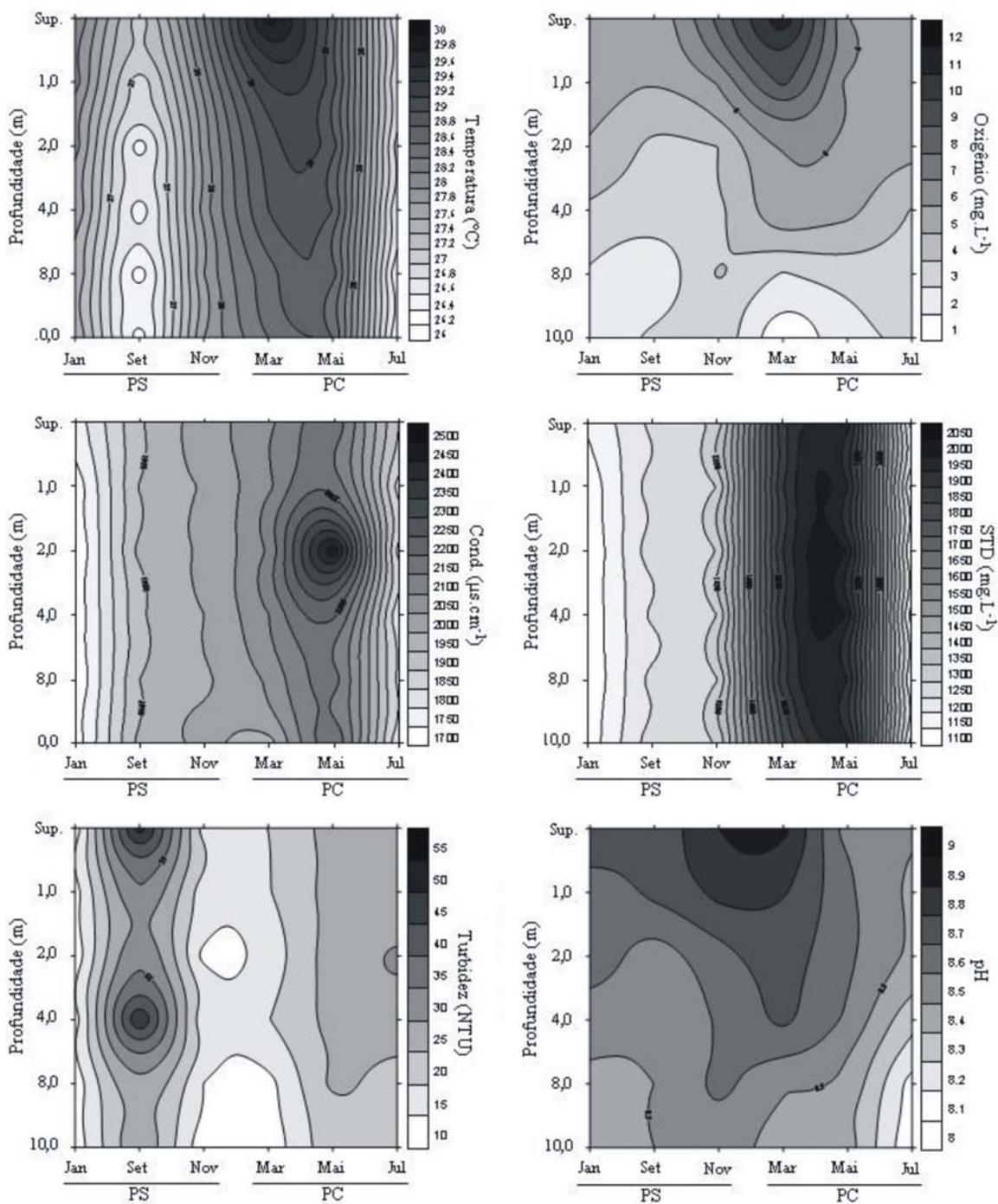


Fig. 1

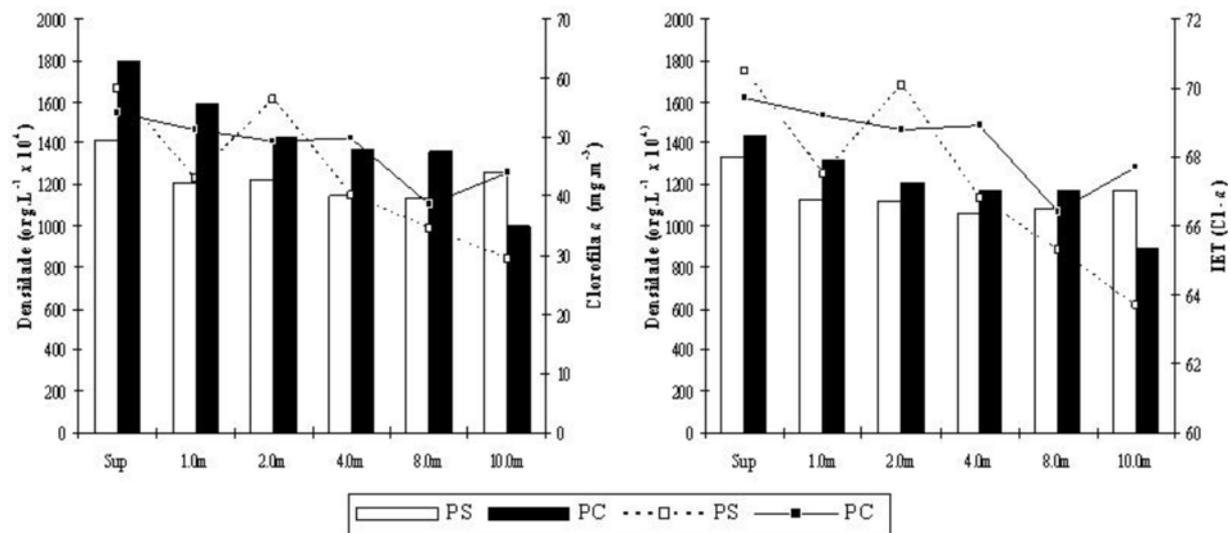


Fig. 2

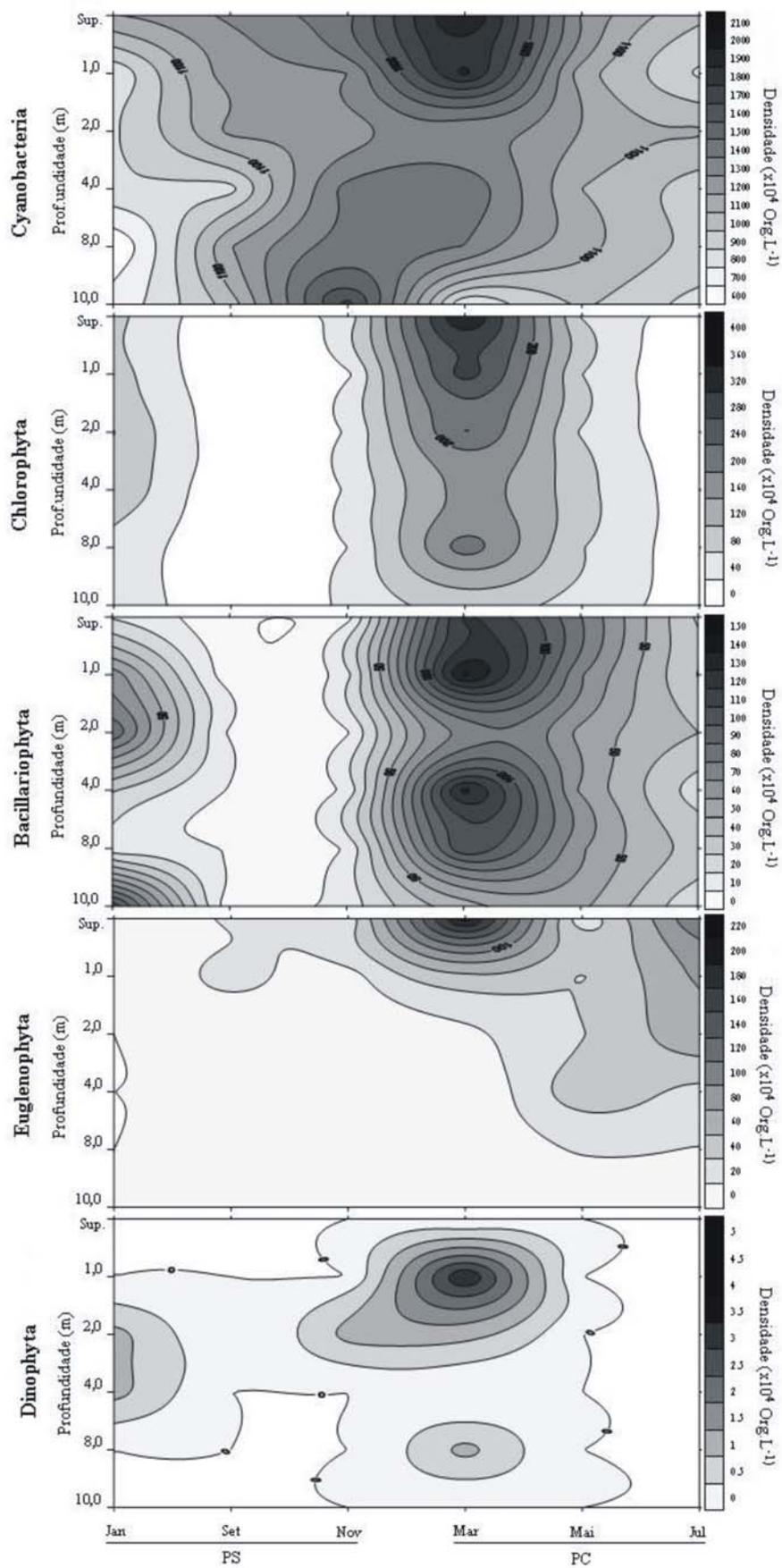


Fig. 3

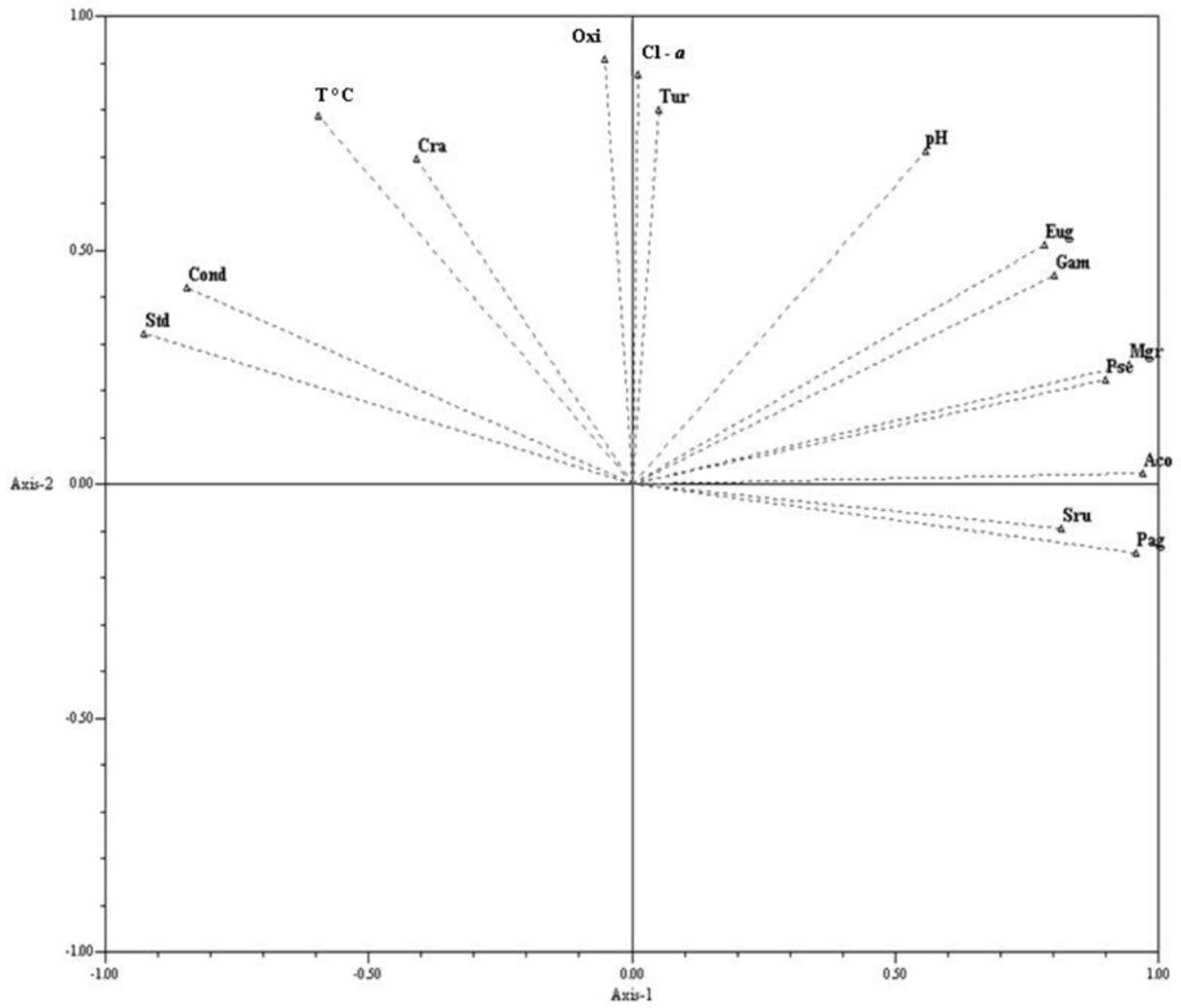


Fig. 4

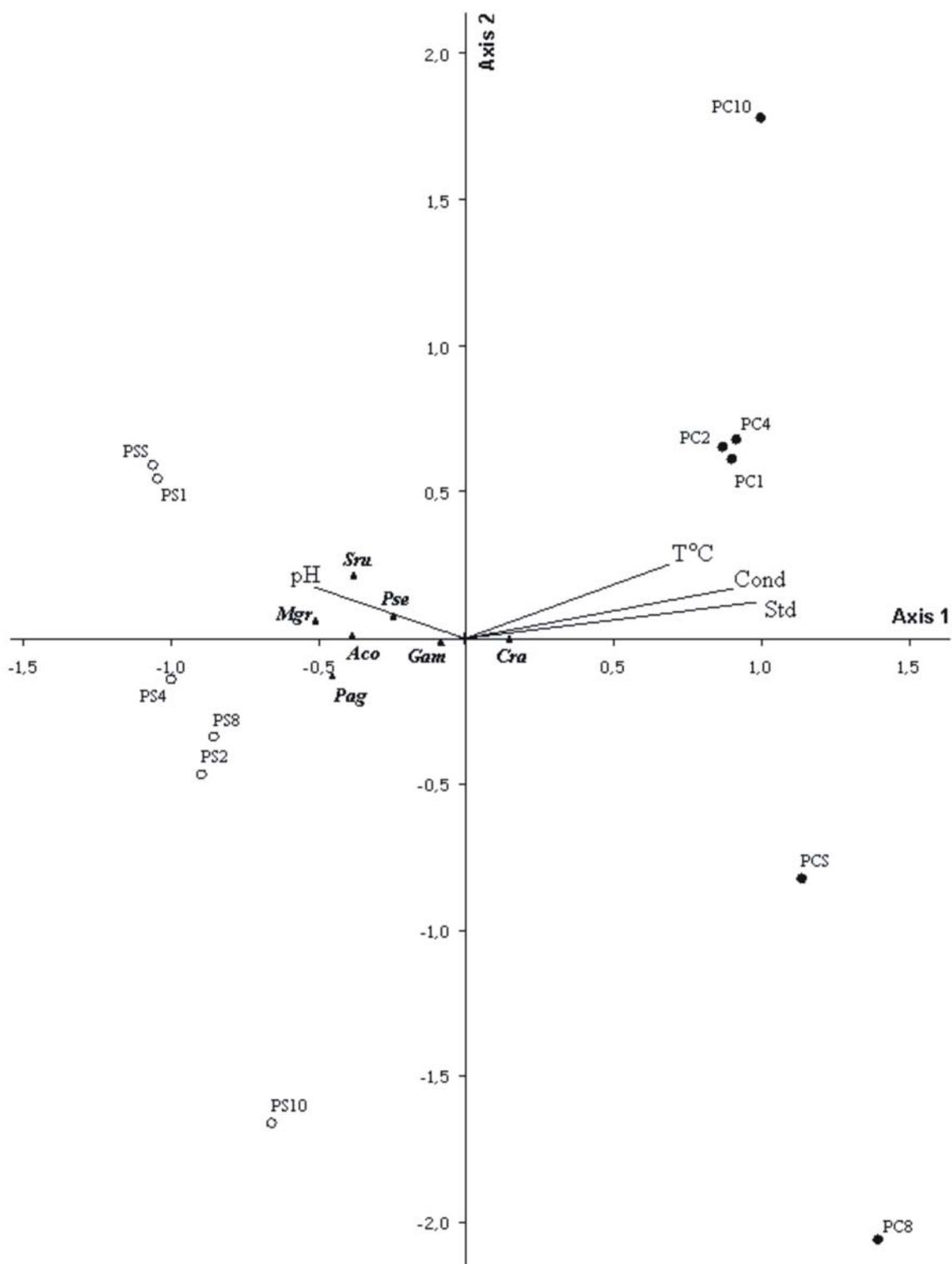


Fig. 5

Referências bibliográficas

- Berger C., Ba N., Gugger M., Bouvvy M., Rusconi F., Couté A., Troussellier M., Bernard C. 2006. Seasonal dynamics and toxicity of *Cylindrospermopsis raciborskii* in Lake Guiers (Senegal, West Africa). Federation of European Microbiological Societies (FEMS) 57: 355-366.
- Borges P.A.F., Train S. Rodrigues L.C. 2008. Spatial and temporal variation of phytoplankton in two subtropical Brazilian reservoirs. *Hydrobiologia* 607, 63–74
- Bouvvy M.A., Falcão D., Marinho M., Pagano M., Moura A., 2000. Occurrence of *Cylindrospermopsis* (Cyanobacteria) in 39 brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. *Aquatic Microbiol Ecology* 23, 13-27.
- Bouvvy 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.
- Bouvvy M., Ba N., Ka S., Sane S., Pagano M., Arfi R. 2006. Phytoplankton community structure and species assemblage succession in a shallow tropical lake (Lake Guiers, Senegal). *Aquatic Microbial Ecology* 45, 147-161.
- Brasil, 2004. Ministério da Saúde Portaria nº 518, de 03/2004. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 26 mar. Seção 1, 266-270.
- Carlson R.E., 1974. A trophic state index for lakes. Contribution nº 141. Limnological Research Center. University of Minnesota, Minneapolis.
- CETESB, 2006. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório técnico. São Paulo: Diretoria de Engenharia, Tecnologia e Qualidade Ambiental – Relatório à diretoria. pp. 1-13.
- Chorus, I., Bartram, J., 1999. Toxic Cyanobacteria in water. A guide to their public health consequences, monitoring and management. E & FN Spon, London.

- 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 Oecologica* 24, 3-10.
- Cole, G.A., 1975. Textbook of limnology. Saint- Louis. C.V. Mosby.
- Crossetti O.L., Bicudo, C.E.M. 2005. Structural and functional phytoplankton responses to nutrient impoverishment in mesocosms placed in a shallow eutrophic reservoir (Garças Pond), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 541, 71-85.
- Dokulil T.M., Teubner K., 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia* 438, 1-12.
- Domitrovic Y.Z. 2003. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná river floodplain (Argentina). *Hydrobiologia* 510, 175-193.
- Douterelo I., Perona E., Mateo P., 2004. Use of Cyanobacteria to assess water quality in running Waters. *Environmental Pollution* 127, 377-384.
- Dos Santos A.C.A., Calijuri M.C., 1998. Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). *Hydrobiologia* 367, 139-152.
- Figueiredo C.C., Giani A., 2001. Seasonal variation in the diversity and species richness of phytoplankton in a tropical eutrophic reservoir. *Hydrobiologia* 445, 165-174.
- Hašler P., Pouličková A., 2003. Diurnal changes vertical distribution and morphology of a natural population of *Planktothrix agardhii* (Gom.) Anagnostidis et Komárek (Cyanobacteria). *Hydrobiologia* 506/509, 195-201.
- Huszar V.L.M., Silva L.H.S., Domingos P., Marinho M., Melo S., 1998. Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian Tropical lakes. *Hydrobiologia* 369/370, 59-71.

- 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., Camichael W.W.A.N.J., Cardo D.M., Cookson S.T., Holmes C.E.M., Antunes M.B.C., Filho D.A.M., Lyra T.M., Barreto V.S., Azevedo S.M.F.O., Jarvis W.R. 1998. Liver failure and death after exposure to microcystins at a hemodialysis center in Brazil. *Waltham. The New England Journal of Medicine*, 338, 873-878.
- Kormaková J., Tavera R. 2003. Steady state of phytoplankton assemblage in the tropical Lake Catemaco (Mexico). *Hydrobiologia* 502, 187-196.
- Lobo E., Leighton G., 1986. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.* 22, 1-29.
- Lopes M.R.M., Bicudo C.E.M., Ferragut M.C., 2005. Short term spatial and temporal variation of phytoplankton in a shallow tropical oligotrophic reservoir, southeast Brazil. *Hydrobiologia* 542, 235-247.
- Margalef R., 1983. *Limnologia*. Ediciones Omega, Barcelona.
- Molica R., Onodera M., Garcia C., Rivas M., Andrinolo D., Nascimento S., 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, 606-611.
- Molica R., Oliveira, E.J.A., Carvalho P.V.V.C., Costa A.N.S.F., Cunha M.C.C., Melo G.L., Azevedo A.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., Dantas E.W., Bittencourt-Oliveira M.C., 2007. Structure of the Phytoplankton in a Water Supply System in the State of Pernambuco Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 50, 645-654.
- Pielou E.C., 1977. *Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience, New York.
- Poole H.H., Atkins W.R.G., 1929. Photoelectric measurements of submarine illumination through out the year. *Journal Marine Biological Association* 16, 297-324.
- Reynolds C.S., 1997. *Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory*, Ecology Institute, Germany.
- Sotero-Santos R.B., Carvalho E.G., Dellamano-Oliveira M.J., Rocha O. 2008. Occurrence and toxicity of an *Anabaena* bloom in a tropical reservoir (Southeast Brazil). *Harmful Algae* 7, 590–598.
- Thornton K.M., Kimmel L.B., Fonest E.P. 1990. *Reservoir limnology ecological perspectives* John Willey. New York.
- Toledo Jr. A.P., Talarico M., Chinez S.J., Agudo E.G., 1983. Aplicação de modelos simplificados para a avaliação de processo de eutrofização em lagos e reservatórios tropicais. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária* 12. Camboriu. pp.1-34.
- 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. *Revista Brasileira de Botânica* 26, 97-112.
- Uthermohl H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - Methodic. *Internationalen Vereinigug für theoretische und angewandte Limnologie* 9, 1-38.
- Villafaiñe V.E., Reid F.M.H., 1995. Métodos de Microscopia para la Cuantificación del Fitoplancton. In: Alveal K., Ferraro M.E., Oliveira E.C., Sar E. (eds.) *Manual de Métodos Ficológicos*. Universidad de Concepción – Concepción – Chile.

ANEXOS

ANEXO A - NORMAS DA REVISTA
Manuscrito I – Acta Botanica Brasilica



ISSN 0102-3306 versão impressa

ISSN 1677-941X versão online INSTRUÇÕES AOS AUTORES

NORMAS GERAIS PARA SUBMISSÃO ELETRÔNICA, DE ARTIGOS, À ACTA BOTANICA BRASILICA

A Acta Botanica Brasilica publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos, aos leitores nacionais e internacionais da Revista.

Texto completo em Português e Inglês em:

NORMAS GERAIS PARA SUBMISSÃO ELETRÔNICA, DE ARTIGOS, À ACTA BOTANICA BRASILICA

A *Acta Botanica Brasilica* publica artigos originais, comunicações curtas e artigos de revisão, estes últimos apenas a convite do Corpo Editorial. Os artigos são publicados em Português, Espanhol e Inglês e devem ser motivados por uma pergunta central que mostre a originalidade e o potencial interesse dos mesmos aos leitores nacionais e internacionais da Revista. A Revista possui um espectro amplo, abrangendo todas as áreas da Botânica. Os artigos submetidos à Acta Botanica Brasilica devem ser inéditos, sendo vedada a apresentação simultânea em outro periódico. Sumário do Processo de Submissão. Manuscritos deverão ser submetidos por um dos autores, em português, inglês ou espanhol. Para facilitar a rápida publicação e minimizar os custos administrativos, a Acta Botanica Brasilica aceita somente Submissões On-line. Não envie documentos impressos pelo correio. O processo de submissão on-line é compatível com os navegadores Internet Explorer versão 3.0 ou superior, Netscape Navigator e Mozilla Firefox. Outros navegadores não foram testados. O autor da submissão será o responsável pelo manuscrito no envio eletrônico e por todo o acompanhamento do processo de avaliação. Figuras e tabelas deverão ser organizadas em arquivos que serão submetidos separadamente, como documentos suplementares. Documentos suplementares de qualquer outro tipo, como filmes, animações, ou arquivos de dados originais, poderão ser submetidos como parte da publicação. Se você estiver usando o sistema de submissão on-line pela primeira vez, vá para a página de 'Cadastro' e registre-se, criando um 'login' e 'senha'. Se você está realmente registrado, mas esqueceu seus dados e não tem como acessar o sistema, clique em 'Esqueceu sua senha'. O processo de submissão on-line é fácil e auto-explicativo. São apenas 5 (cinco) passos. Tutorial do processo de submissão pode ser obtido em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/tutorialautores.pdf>. Se você tiver problemas de acesso ao sistema, cadastro ou envio de manuscrito (documentos principal e suplementares), por favor, entre em contato com o nosso Suporte Técnico (acta@botanica.org.br). Custos de publicação. O artigo terá publicação gratuita, se pelo menos um dos autores do manuscrito for associado da SBB, quite com o exercício correspondente ao ano de publicação, e desde que o número de páginas impressas (editadas em programa de editoração eletrônica) não ultrapasse o limite máximo de 14 páginas (incluindo figuras e tabelas). Para cada página excedente assim impressa, será cobrado o valor de R\$ 35,00. A critério do Corpo Editorial, mediante entendimentos prévios, artigos mais extensos que o limite poderão ser aceitos, sendo o excedente de páginas impressas custeado pelo(s) autor(es). Aos autores não-associados ou associados em atraso com as anuidades, serão cobrados os custos da publicação por página impressa (R\$ 35,00 por página), a serem pagos quando da solicitação de leitura de prova editorada, para correção dos autores. No caso de submissão de figuras coloridas, as despesas

de impressão a cores serão repassadas aos autores (associados ou não-associados), a um custo de R\$ 600,00 reais a página impressa. Seguindo a política do Open Access do Public Knowledge Project, assim que publicados, os autores receberão a URL que dará acesso ao arquivo em formato Adobe® PDF (Portable Document Format). Os autores não mais receberão cópias impressas do seu manuscrito publicado. Publicação e processo de avaliação. Durante o processo de submissão, os autores deverão enviar uma carta de submissão (como um documento suplementar), explicando o motivo de publicar na Revista, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo. Os manuscritos submetidos serão enviados para assessores, a menos que não se enquadrem no escopo da Revista. Os manuscritos serão sempre avaliados por dois especialistas que terão a tarefa de fornecer um parecer, tão logo quanto possível. Um terceiro assessor será consultado caso seja necessário. Os assessores não serão obrigados a assinar os seus relatórios de avaliação, mas serão convidados a fazê-lo. O autor responsável pela submissão poderá acompanhar o progresso de avaliação do seu manuscrito, a qualquer tempo, desde que esteja logado no sistema da Revista. Preparando os arquivos. Os textos do manuscrito deverão ser formatados usando a fonte Times New Roman, tamanho 12, com espaçamento entre linhas 1,5 e numeração contínua de linhas, desde a primeira página. Todas as margens deverão ser ajustadas para 1,5 cm, com tamanho de página de papel A4. Todas as páginas deverão ser numeradas seqüencialmente. O manuscrito deverá estar em formato Microsoft® Word DOC (versão 2 ou superior). Arquivos em formato RTF também serão aceitos. Arquivos em formato Adobe® PDF não serão aceitos. O documento principal não deverá incluir qualquer tipo de figura ou tabela. Estas deverão ser submetidas como documentos suplementares, separadamente. O manuscrito submetido (documento principal, acrescido de documentos suplementares, como figuras e tabelas), poderá conter até 25 páginas (equivalentes a 14 páginas impressas, editadas em programa de editoração eletrônica). Assim, antes de submeter um manuscrito com mais de 25 páginas, entre em contato com o Editor-Chefe. Todos os manuscritos submetidos deverão ser subdivididos nas seguintes seções:

1. Documento principal

1.1. Primeira página. Deverá conter as seguintes informações:

- a) Título do manuscrito, conciso e informativo, com a primeira letra em maiúsculo, sem abreviações. Nomes próprios em maiúsculo. Citar nome científico completo.
- b) Nome(s) do(s) autor(es) com iniciais em maiúsculo, com números sobrescritos que indicarão, em rodapé, a afiliação Institucional. Créditos de financiamentos deverão vir em Agradecimentos, assim como vinculações do manuscrito a programas de pesquisa mais amplos (não no rodapé). Autores deverão fornecer os endereços completos, evitando abreviações.
- c) Autor para contato e respectivo e-mail. O autor para contato será sempre aquele que submeteu o manuscrito.

1.2. Segunda página. Deverá conter as seguintes informações:

- a) **RESUMO:** em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Português, entre parênteses. Ao final do resumo, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem alfabética, não repetindo palavras do título.
- b) **ABSTRACT:** em maiúsculas e negrito. O texto deverá ser corrido, sem referências bibliográficas, em um único parágrafo. Deverá ser precedido pelo título do manuscrito em Inglês, entre parênteses. Ao final do abstract, citar até 5 (cinco) palavras-chave à escolha do(s) autor(es), em ordem de alfabética. Resumo e abstract deverão conter cerca de 200 (duzentas) palavras, contendo a abordagem e o contexto da proposta do estudo, resultados e conclusões.

1.3. Terceira página e subseqüentes. Os manuscritos deverão estar estruturados em Introdução, Material e métodos, Resultados e discussão, Agradecimentos e Referências bibliográficas, seguidos de uma lista completa das legendas das figuras e tabelas (se houver), lista das figuras e tabelas (se houver) e descrição dos documentos suplementares (se houver).

1.3.1. Introdução. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter: a) abordagem e contextualização do problema; b) problemas científicos que levou(aram) o(s) autor(es) a desenvolver o trabalho; c) conhecimentos atuais no campo específico do assunto tratado; d) objetivos.

1.3.2. Material e métodos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá conter descrições breves, suficientes à repetição do trabalho.

Técnicas já publicadas deverão ser apenas citadas e não descritas. Indicar o nome da(s) espécie(s) completo, inclusive com o autor. Mapas poderão ser incluídos (como figuras na forma de documentos suplementares) se forem de extrema relevância e deverão apresentar qualidade adequada para impressão (ver recomendações para figuras). Todo e qualquer comentário de um procedimento utilizado para a análise de dados em Resultados deverá, obrigatoriamente, estar descrito no item Material e métodos.

1.3.3. Resultados e discussão. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Tabelas e figuras (gráficos, fotografias, desenhos, mapas e pranchas), se citados, deverão ser estritamente necessários à compreensão do texto. Não insira figuras ou tabelas no texto. Os mesmos deverão ser enviados como documentos suplementares. Dependendo da estrutura do trabalho, Resultados e discussão poderão ser apresentados em um mesmo item ou em itens separados.

1.3.4. Agradecimentos. Título com a primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. O texto deverá ser sucinto. Nomes de pessoas e Instituições deverão ser escritos por extenso, explicitando o motivo dos agradecimentos.

1.3.5. Referências bibliográficas. Título com primeira letra em maiúsculo, em negrito, alinhado à esquerda. Se a referência bibliográfica for citada ao longo do texto, seguir o esquema autor, ano (entre parênteses). Por exemplo: Silva (1997), Silva & Santos (1997), Silva et al. (1997) ou Silva (1993; 1995), Santos (1995; 1997) ou (Silva 1975; Santos 1996; Oliveira 1997). Na seção Referências bibliográficas, seguir a ordem alfabética e cronológica de autor(es). Nomes dos periódicos e títulos de livros deverão ser grafados por extenso e em negrito.

Exemplos:

Santos, J.; Silva, A. & Oliveira, B. 1995. Notas palinológicas. *Amaranthaceae*. *Hoehnea* 33: 38-45. Santos, J. 1995. Estudos anatômicos em *Juncaceae*. Pp. 5-22. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Botânica. Aracaju 1992. v.I. São Paulo, Hucitec Ed. Silva, A. & Santos, J. 1997. *Rubiaceae*. Pp. 27-55. In: F.C. Hoehne (ed.). *Flora Brasílica*. São Paulo, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Endress, P.K. 1994. *Diversity and evolutionary biology of tropical flowers*. Oxford, Pergamon Press. Furness, C.A.; Rudall, P.J. & Sampson, F.B. 2002. *Evolution of microsporogenesis in Angiosperms*.

<http://www.journals.uchicago.edu/IJPS/journal/issues/v163n2/020022/020022.html> (Acesso em: 3/01/2006). Não serão aceitas referências bibliográficas de monografias de conclusão de curso de graduação, de citações de resumos de Congressos, Simpósios, Workshops e assemelhados. Citações de Dissertações e Teses deverão ser evitadas ao máximo e serão aceitas com justificativas consistentes.

1.3.6. Legendas das figuras e tabelas. As legendas deverão estar incluídas no fim do documento principal, imediatamente após as Referências bibliográficas. Para cada figura, deverão ser fornecidas as seguintes informações, em ordem numérica crescente: número da figura, usando algarismos arábicos (Figura 1, por exemplo; não abrevie); legenda detalhada, com até 300 caracteres (incluindo espaços). Legendas das figuras necessitam conter nomes dos táxons com respectivos autores, informações da área de estudo ou do grupo taxonômico. Itens da tabela, que estejam abreviados, deverão ser escritos por extenso na legenda. Todos os nomes dos gêneros precisam estar por extenso nas legendas das tabelas. Normas gerais para todo o texto. Palavras em latim no título ou no texto, como por exemplo: *in vivo*, *in vitro*, *in loco*, et al. deverão estar grafadas em itálico. Os nomes científicos, incluindo os gêneros e categorias infragenéricas, deverão estar em itálico. Citar nomes das espécies por extenso, na primeira menção do parágrafo, acompanhados de autor, na primeira menção no texto. Se houver uma tabela geral das espécies citadas, o nome dos

autores deverá aparecer somente na tabela. Evitar notas de rodapé. As siglas e abreviaturas, quando utilizadas pela primeira vez, deverão ser precedidas do seu significado por extenso. Ex.: Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Usar abreviaturas das unidades de medida de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (por exemplo 11 cm, 2,4 μm). O número deverá ser separado da unidade, com exceção de porcentagem, graus, minutos e segundos de coordenadas geográficas (90%, 17°46'17"S, por exemplo).

Para unidades compostas, usar o símbolo de cada unidade individualmente, separado por um espaço apenas. Ex.: mg kg⁻¹, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mg L⁻¹. Litro e suas subunidades deverão ser grafados em maiúsculo. Ex.: L, mL, μL . Quando vários números forem citados em seqüência, grafar a unidade da medida apenas no último (Ex.: 20, 25, 30 e 35 °C). Escrever por extenso os números de zero a nove (não os maiores), a menos que sejam acompanhados de unidade de medida. Exemplo: quatro árvores; 10 árvores; 6,0 mm; 1,0-4,0 mm; 125 exsiccatas. Para normatização do uso de notações matemáticas, obtenha o arquivo contendo as instruções específicas em <http://www.botanica.org.br/ojs/public/matematica.pdf>. O Equation, um acessório do Word, está programado para obedecer as demais convenções matemáticas, como espaçamentos entre sinais e elementos das expressões, alinhamento das frações e outros. Assim, o uso desse acessório é recomendado. Em trabalhos taxonômicos, o material botânico examinado deverá ser selecionado de maneira a citarem-se apenas aqueles representativos do táxon em questão, na seguinte ordem e obedecendo o tipo de fonte das letras: PAÍS. Estado: Município, data, fenologia, coletor(es) número do(s) coletor(es) (sigla do Herbário). Exemplo: BRASIL. São Paulo: Santo André, 3/XI/1997, fl. fr., Milanez 435 (SP). No caso de mais de três coletores, citar o primeiro seguido de et al. Ex.: Silva et al. Chaves de identificação deverão ser, preferencialmente, indentadas. Nomes de autores de táxons não deverão aparecer. Os táxons da chave, se tratados no texto, deverão ser numerados seguindo a ordem alfabética. Exemplo:

- 1. Plantas terrestres
- 2. Folhas orbiculares, mais de 10 cm diâm. 2. *S. orbicularis*
- 2. Folhas sagitadas, menos de 8 cm compr. 4. *S. sagittalis*
- 1. Plantas aquáticas
- 3. Flores brancas 1. *S. albicans*
- 3. Flores vermelhas 3. *S. purpurea*

O tratamento taxonômico no texto deverá reservar o itálico e o negrito simultâneos apenas para os nomes de táxons válidos. Basiônimo e sinonímia aparecerão apenas em itálico.

Autores de nomes científicos deverão ser citados de forma abreviada, de acordo com o índice taxonômico do grupo em pauta (Brummit & Powell 1992 para Fanerógamas).

Exemplo:

- 1. *Sepulveda albicans* L., Sp. pl. 2: 25. 1753. *Pertencia albicans* Sw., Fl. bras. 4: 37, t. 23, f. 5. 1870. Fig. 1-12 Subdivisões dentro de Material e métodos ou de Resultados e/ou Discussão deverão ser grafadas com a primeira letra em maiúsculo, seguida de um traço (-) e do texto na mesma linha. Exemplo: Área de estudo - localiza-se ...

2. Documentos suplementares

- 2.1. Carta de submissão. Deverá ser enviada como um arquivo separado. Use a carta de submissão para explicitar o motivo da escolha da Acta Botanica Brasilica, a importância do seu trabalho para o contexto de sua área e a relevância científica do mesmo.
- 2.2. Figuras. Todas as figuras apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. Todas as imagens (ilustrações, fotografias, eletromicrografias e gráficos) são consideradas como 'figuras'. Figuras coloridas poderão ser aceitas, a critério do Corpo Editorial, que deverá ser previamente consultado. O(s) autor(es) deverão se responsabilizar pelos custos de impressão. Não envie figuras com legendas na base das mesmas. As legendas deverão ser enviadas no final do documento principal. As figuras deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Fig. 1, por exemplo). As

figuras deverão ser numeradas seqüencialmente, com algarismos arábicos, colocados no canto inferior direito. Na editoração final, a largura máxima das figuras será de: 175 mm, para duas colunas, e de 82 mm, para uma coluna. Cada figura deverá ser editada para minimizar as áreas com espaços em branco, otimizando o tamanho final da ilustração. Escalas das figuras deverão ser fornecidas com os valores apropriados e deverão fazer parte da própria figura (inseridas com o uso de um editor de imagens, como o Adobe® Photoshop, por exemplo), sendo posicionadas no canto inferior esquerdo, sempre que possível. Ilustrações em preto e branco deverão ser fornecidas com aproximadamente 300 dpi de resolução, em formato TIF. Ilustrações mais detalhadas, como ilustrações botânicas ou zoológicas, deverão ser fornecidas com resoluções de, pelo menos, 600 dpi, em formato TIF. Para fotografias (em preto e branco ou coloridas) e eletromicrografias, forneça imagens em formato TIF, com pelo menos, 300 dpi (ou 600 dpi se as imagens forem uma mistura de fotografias e ilustrações em preto e branco). Contudo, atenção! Como na editoração final dos trabalhos, o tamanho útil destinado a uma figura de largura de página (duas colunas) é de 170 mm, para uma resolução de 300 dpi, a largura das figuras não deverá exceder os 2000 pixels. Para figuras de uma coluna (82 mm de largura), a largura máxima das figuras (para 300 dpi), não deverá exceder 970 pixels. Não fornecer imagens em arquivos Microsoft® PowerPoint, geralmente geradas com baixa resolução, nem inseridas em arquivos DOC. Arquivos contendo imagens em formato Adobe® PDF não serão aceitos. Figuras deverão ser fornecidas como arquivos separados (documentos suplementares), não incluídas no texto do trabalho. As imagens que não contiverem cor deverão ser salvas como ‘grayscale’, sem qualquer tipo de camada (‘layer’), como as geradas no Adobe® Photoshop, por exemplo. Estes arquivos ocupam até 10 vezes mais espaço que os arquivos TIF e JPG. A Acta Botanica Brasílica não aceitará figuras submetidas no formato GIF ou comprimidas em arquivos do tipo RAR ou ZIP. Se as figuras no formato TIF forem um obstáculo para os autores, por seu tamanho muito elevado, estas poderão ser convertidas para o formato JPG, antes da sua submissão, resultando em uma significativa redução no tamanho. Entretanto, não se esqueça que a compressão no formato JPG poderá causar prejuízos na qualidade das imagens. Assim, é recomendado que os arquivos JPG sejam salvos nas qualidades ‘Máxima’ (Maximum). O tipo de fonte nos textos das figuras deverá ser o Times New Roman. Textos deverão ser legíveis. Abreviaturas nas figuras (sempre em minúsculas) deverão ser citadas nas legendas e fazer parte da própria figura, inseridas com o uso de um editor de imagens (Adobe® Photoshop, por exemplo). Não use abreviaturas, escalas ou sinais (setas, asteriscos), sobre as figuras, como “caixas de texto” do Microsoft® Word. Recomenda-se a criação de uma única estampa, contendo várias figuras reunidas, numa largura máxima de 175 milímetros (duas colunas) e altura máxima de 235 mm (página inteira). No caso de estampa, a letra indicadora de cada figura deverá estar posicionada no canto inferior direito. Inclua “A” e “B” para distingui-las, colocando na legenda, Fig. 1A, Fig. 1B e assim por diante. Não use bordas de qualquer tipo ao redor das figuras. É responsabilidade dos autores obter permissão para reproduzir figuras ou tabelas que tenham sido previamente publicadas.

2.3. Tabelas. As tabelas deverão ser referidas no texto com a primeira letra em maiúsculo, de forma abreviada e sem plural (Tab. 1, por exemplo). Todas as tabelas apresentadas deverão, obrigatoriamente, ter chamada no texto. As tabelas deverão ser seqüencialmente numeradas, em arábico (Tabela 1, 2, 3, etc.; não abrevie), com numeração independente das figuras. O título das tabelas deverá estar acima das mesmas. Tabelas deverão ser formatadas usando as ferramentas de criação de tabelas (‘Tabela’) do Microsoft® Word. Colunas e linhas da tabela deverão ser visíveis, optando-se por usar linhas pretas que serão removidas no processo de edição final. Não utilize padrões, tons de cinza, nem qualquer tipo de cor nas tabelas. Dados mais extensos poderão ser enviados como documentos suplementares, os quais estarão disponíveis como links para consulta pelo público. Mais detalhes poderão ser consultados nos últimos números da Revista.

ANEXO B- NORMAS DA REVISTA
Manuscrito II – Acta Oecologica

ACTA OECOLOGICA

Guide for Authors

Aims & Scope

Acta Oecologica is venue for the publication of original research articles in ecology. We encourage studies in all areas of ecology, including ecosystem ecology, community ecology, population ecology, conservation ecology and evolutionary ecology. There is no bias with respect to taxon, biome or geographic area. Both theoretical and empirical papers are welcome, but combinations are particularly sought. Priority is given to papers based on explicitly stated hypotheses.

The forum section is reserved for short papers with critical discussion of current issues in ecology, as well as comments and viewpoints on previously published papers. Acta Oecologica does not publish book reviews, but comments on new books are welcome in the forum section.

Submission of Articles

General Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

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/wps/find/authorshome.authors/funding>

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to sign a "Journal Publishing Agreement" (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>. Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail (or letter) will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: contact Elsevier's Rights Department, Oxford, UK: phone (+44) 1865 843830, fax (+44) 1865 853333, permissions@elsevier.com . Requests may also be completed online via the Elsevier homepage <http://www.elsevier.com/permissions>.

Authors' rights

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Ethical approval

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/authorethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see

<http://www.elsevier.com/wps/find/authorshome.authors/funding> **Contributors**

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>

Acknowledgements

List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proofreading the article, etc.).

Submission Instructions

The text should be written in English.

There are no page charges.

Submission to this journal proceeds totally online. Use the following guidelines to prepare your article. Via the homepage of this journal <http://www.elsevier.com/journals> you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. The system automatically converts source files to a single Adobe Acrobat PDF version of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail and via the author's homepage, removing the need for a hard-copy paper trail. After acceptance, the manuscript will be edited according to the style of the journal, and authors must read the proofs carefully.

The above represents a very brief outline of this form of submission. It can be advantageous to print this "Guide for Authors" section from the site for reference in the subsequent stages of article preparation.

If you have difficulty with your submission or any other questions, please contact the editorial office: acta.oecologica@agroparistech.fr In case of necessity, our postal address is:

Acta Oecologica

Ecologie des populations et communautés

AgroParisTech

16, rue Claude-Bernard

75231 Paris cedex 05

France

Tel. +33 1 44 08 86 34

Fax. +33 1 44 08 72 57

General points

We accept most wordprocessing formats, but Word, WordPerfect or LaTeX is preferred. Always keep a backup copy of the electronic file for reference and safety. Save your files using the default extension of the program used.

Authors are invited to suggest the names of one to three potential referees.

Language Editing

Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/locate/languagepolishing> or contact authorsupport@elsevier.com for more information. Please note Elsevier neither endorses nor takes responsibility for any products, goods or services offered by outside vendors through our services or in any advertising. For more information please refer to our Terms & Conditions <http://www.elsevier.com/termsandconditions>

Manuscript preparation

Manuscripts should be double spaced, with 2.5 cm margins. All pages must be numbered consecutively. In the main text, lines must also be numbered continuously. The title page should contain the title, author's name(s), complete affiliation address(es), address for correspondence, fax number, e-mail. A running title should also be suggested.

Full papers

Articles should be divided into sections in the following sequence: title page, abstract, keywords, introduction, materials and methods, results, discussion, conclusion, acknowledgements, references, tables, legends of figures and figures.

Methods should be explained in sufficient detail to permit replication.

An abstract not exceeding 250 words is required for articles. The abstract should indicate the main results and conclusions.

Forum

The Forum section is reserved for short papers containing critical discussion of current issues in ecology, and welcomes comments and viewpoints on previously published papers.

Units

Use the form: mL⁻¹mg⁻¹. Use standard international units (SI).

References

Journal titles should be abbreviated according to the list of serial title word abbreviations (standard ISO) published by the ISSN International Centre, 20, rue Bachaumont, 75002 Paris, France.

In the text, refer to author(s) names(s) and year of publication. References cited together should be arranged chronologically, for example (Petal, 1978; Grant and Dunham, 1988), or Petal (1978) and Grant and Dunham (1988). Citations such as 'submitted for publication', 'in preparation', and 'personal communication' should be included parenthetically in the text and must not appear in the reference section.

The reference list should be arranged in alphabetical order.

The following examples for the reference list cover most situations. The punctuation must be followed exactly.

Begon M., Harper J., Towsend C., 1990. Ecology. Individuals, Populations and Communities,

Blackwell Scientific Publications, London.

Grant B., Dunham A., 1988. Thermally imposed time constraints on the activity of the desert lizard *Sceloporus meriami*. *Ecology* 69, 167-176.

Petal J., 1978. The role of ants in ecosystems. In: Brian M.V. (Ed.), *Production Ecology of Ants and Termites*. IBP 13, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 293-325.

Figure captions, tables, figures, schemes. Present these, in this order, at the end of the article. They are described in more detail below. If you are working with LaTeX and have such features embedded in the text, these can be left, but such embedding should not be done specifically for publishing purposes. Further, high-resolution graphics files must be provided separately (see Preparation of illustrations).

Electronic Illustrations

General points

- Always supply high-quality printouts of your artwork, in case conversion of the electronic artwork is problematic.
- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and the software used.
- Provide all illustrations as separate files and as hardcopy printouts on separate sheets.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions> **You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

Formats Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.): EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics". TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi. TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi. TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required. DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Captions Ensure that each illustration has a caption. Supply captions on a separate sheet, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Colour illustrations

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. 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. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. Please indicate your preference for colour in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to "grey scale" (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white versions of all the colour illustrations.

Preparation of supplementary data.

Elsevier accepts supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

Page proofs

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post). Elsevier now sends PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs. The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/acrrsystemreqs.html#70win>. If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post.

Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the

publication of your article if no response is received.

Offprints The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. 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 paper offprints can be ordered by the authors. An order form with prices will be sent to the corresponding author.

Submission checklist

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's Editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

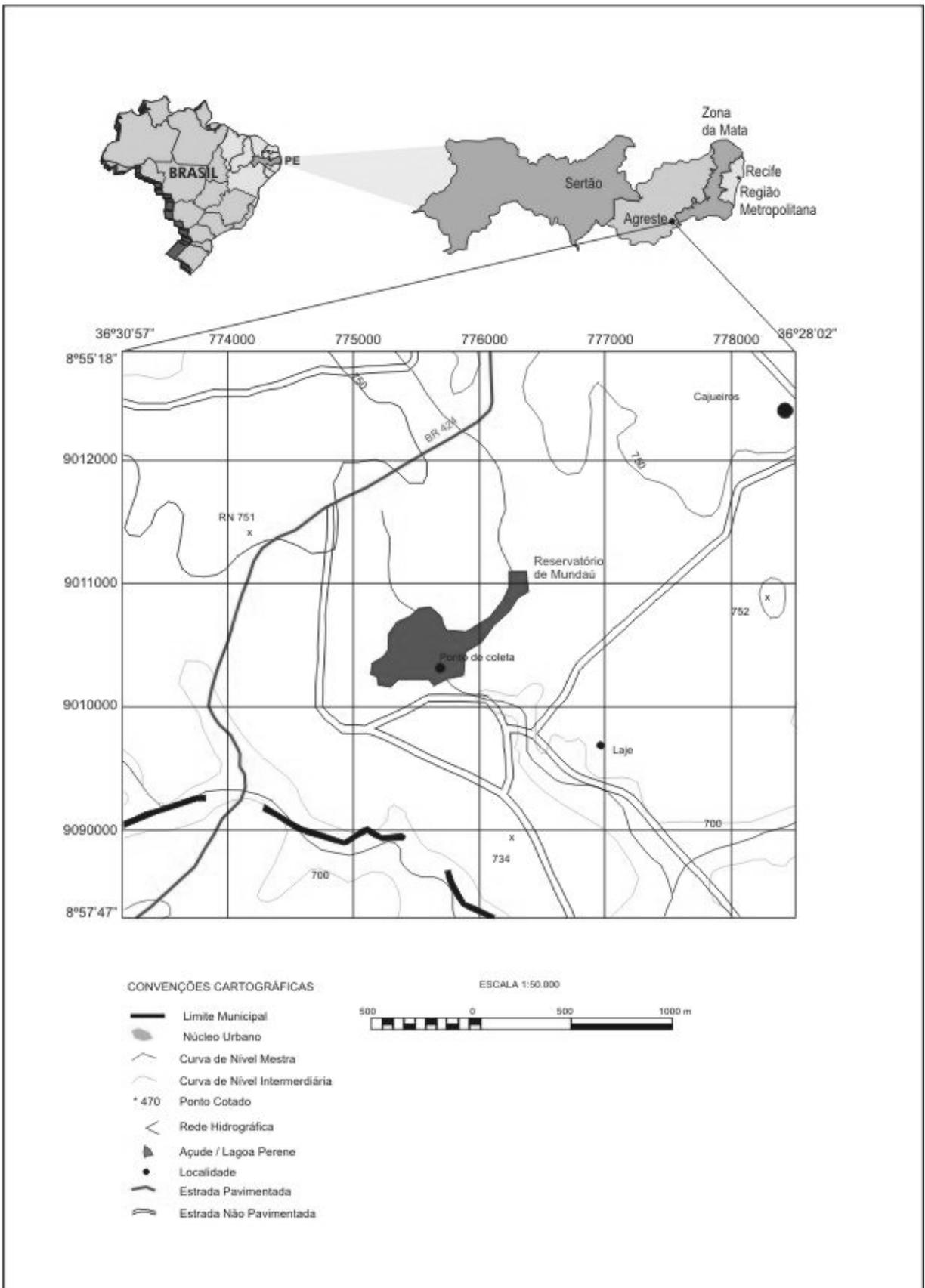
Ensure that the following items are present:

- One author designated as corresponding author:
- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers
- All necessary files have been uploaded
- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been "spell-checked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Colour figures are clearly marked as being intended for colour reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in colour on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only colour on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes

Anexos - Manuscrito I



ANEXO C - Mapa de localização do reservatório de Mundaú (PE) com indicação do ponto de coleta.

ANEXO D - Variáveis hidrológicas analisadas no reservatório de Mundaú (PE) entre janeiro e novembro de 2006.

			Meses	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Média	Desv.Pad.	Coef.Var.	
Temperatura (°C)	PS	Janeiro	25,3	25,3	25,2	25,1	25	24,9	24,8	24,8	24,8	25,1	0,21	0,83	
		Setembro	25,1	24,9	24,8	24,4	23,7	23,1	23,0	22,9	22,9	24	0,92	3,84	
		Novembro	26,9	26,5	26	25,4	24,8	24,4	24,4	24,3	24,3	25,3	1,03	4,05	
	PC	Março	28,3	27,7	27,2	26,6	25,7	25,3	25,2	25,2	25,2	26,4	1,23	4,65	
		Maior	25,4	25,4	25,4	25,2	25,1	24,8	24,6	24,6	24,6	25,1	0,35	1,40	
		Julho	22,6	22,5	22,5	22,3	22,3	22,3	22,2	22,2	22,2	22,4	0,15	0,67	
	Oxigênio (mg.L-1)	PS	Janeiro	4,65	4,42	4,23	4,01	3,95	2,84	0,17	0,17	0,00	3,00	1,90	62,5
			Setembro	6,44	6,61	6,47	6,16	2,82	0,42	0,13	0,13	0,10	3,60	3,09	84,9
			Novembro	11,1	10,9	10,4	8,30	2,40	0,20	0,10	0,10	0,10	5,40	5,19	95,4
PC		Março	5,57	5,60	5,63	4,33	0,30	0,20	0,17	0,17	0,14	2,70	2,75	100	
		Maior	6,88	6,60	6,40	5,70	4,10	0,22	0,11	0,11	0,08	3,80	3,12	82,9	
		Julho	3,35	3,18	3,18	1,92	1,43	0,85	0,31	0,31	0,45	1,80	1,27	69,3	
Cond. elétrica (µS.cm-1)	PS	Janeiro	639	642	644	631	639	648	666	666	672	647,6	14,2	2,19	
		Setembro	585	573	576	577	574	580	581	581	582	578,5	4,17	0,72	
		Novembro	606	609	612	611	610	614	615	615	618	611,9	3,76	0,61	
	PC	Março	786	780	910	785	787	803	1030	1030	1035	864,5	112	13,0	
		Maior	803	790	974	804	801	809	777	777	799	819,6	63,2	7,71	
		Julho	560	589	592	589	598	597	592	592	592	588,6	12,0	2,04	
STD (mg.L-1)	PS	Janeiro	414	417	419	410	416	421	433	433	437	421	8,77	2,08	
		Setembro	380	373	375	375	373	377	377	378	378	376	2,37	0,63	
		Novembro	395	396	398	397	396	399	399	399	401	398	1,87	0,47	
	PC	Março	707	704	815	706	709	722	905	905	943	776	92,4	11,9	
		Maior	724	716	881	723	722	728	698	698	719	739	54,4	7,36	
		Julho	384	383	385	383	389	388	385	385	385	385	2,05	0,53	
Turbidez (NTU)	PS	Janeiro	15,7	19,1	17,5	16,5	15,5	14,1	17,8	17,8	31,9	18,5	5,27	28,5	
		Setembro	100	100	100	100	98,8	51,1	39,4	39,4	44,2	79,2	26,7	33,8	
		Novembro	75,2	78,6	76,2	79,7	63,4	60,9	53,7	53,7	56,0	68,0	9,93	14,6	
	PC	Março	46,5	30,9	31,6	33,0	28,4	29,2	43,6	43,6	30,6	34,2	6,44	18,8	
		Maior	46,8	37,4	39,4	39,0	41,4	88,0	90,0	90,0	86,0	58,5	23,0	39,4	
		Julho	27,8	26,2	30,8	34,1	22,9	29,7	21,4	21,4	21,3	26,8	4,38	16,4	
pH	PS	Janeiro	7,83	7,90	7,80	7,73	7,71	7,89	7,25	7,25	6,71	7,60	0,39	5,12	
		Setembro	9,00	9,08	9,05	8,80	7,83	7,45	7,29	7,29	7,21	8,21	0,79	9,63	
		Novembro	9,12	9,14	9,02	8,96	8,03	7,74	7,65	7,65	7,61	8,41	0,66	7,89	
	PC	Março	8,38	8,43	8,38	8,18	7,66	7,55	7,20	7,20	7,16	7,87	0,50	6,40	
		Maior	8,80	8,83	8,82	8,65	8,59	7,28	7,09	7,09	7,13	8,15	0,77	9,40	
		Julho	7,81	7,73	7,78	7,69	7,54	7,48	7,35	7,35	7,32	7,59	0,18	2,37	

ANEXO E - Sinopse dos táxons inventariados no reservatório de Mundaú (PE) entre janeiro e novembro de 2006.

SINOPSE DOS TÁXONS		
CYANOBACTERIA	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck
CYANOPHYCEAE	FRAGILARIOPHYCEAE	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák
CHROOCOCCALES	FRAGILARIOPHYCIDAE	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
CHROOCOCCACEAE	FRAGILARIALES	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	FRAGILARIACEAE	<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	<i>Synedra rumpens</i> Kützing	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	<i>Kirchneriella lunaris</i> var. <i>irregularis</i> G.M. Smith
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	BACILLARIOPHYCEAE	SPHAEROPLEALES
MERISMOPEDIACEAE	BACILLARIOPHYCIDAE	NEOCHLORIDACEAE
<i>Aphanocapsa</i> sp.	BACILLARIALES	<i>Schroederia</i> sp.1
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	BACILLARIACEAE	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
<i>Merismopedia minima</i> Beck	Nitzschia sp.1	TETRASPORALES
MICROCYSTACEAE	CHLOROPHYTA	PALMELLACEAE
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	CHLOROPHYCEAE	<i>Sphaerocystis</i> sp.
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	CHLOROCOCCALES	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith
<i>Microcystis robusta</i> (Clark) Nygaard	GOLENKINIACEAE	ZYGNEMATALES
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	CLOSTERIACEAE
SYNECHOCOCCACEAE	MICRACTINIACEAE	<i>Closterium</i> sp.1
NOSTOCALES	<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	DESMIDIACEAE
NOSTOCACEAE	<i>Phytelios viridis</i> Frenzel	<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	SCENEDESMACEAE	VOLVOCALES
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	<i>Crucigeria fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	CHLAMINOMONADACEAE
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	<i>Crucigeria tetrapedia</i> (Kirchner) W. West & G.S. West	<i>Chlamydomonas</i> sp.1
OSCILLATORIALES	<i>Crucigeria quadrata</i> Morren	DINOPHYTA
OSCILLATORIACEAE	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	DINOPHYCEAE
<i>Lyngbya</i> sp.	<i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemmermann	PERIDINIALES
<i>Oscillatoria princeps</i> V. aucher ex Gomont	<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	GYMNODINIACEAE
PHORMIDIACEAE	<i>Scenedesmus bijugus</i> (Turpin) Kützing	<i>Gymnodinium</i> sp.1
<i>Phormidium</i> sp.	<i>Scenedesmus denticulatus</i> Lagerheim	PERIDINIACEAE
<i>Spirulina</i> sp.	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	<i>Peridinium</i> sp.1
PSEUDANABAENACEAE	<i>Scenedesmus quadricauda</i> var. <i>quadripinna</i> (Chodat) G.M. Smith	CHRYSOPHYTA
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagnostidis	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	CHRYSOPHYCEAE
<i>Pseudanabaena</i> sp.	<i>Tetrastrum</i> sp.	OCHROMONADALES
SYNECHOCOCCACEAE	<i>Tetrademus wisconsinensis</i> G.M. Smith	DINOBRYACEAE
<i>Synechocystis</i> sp.	COELASTRACEAE	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg
<i>Radiocystis</i> sp.	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	EUGLENOPHYTA
BACILLARIOPHYTA	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	EUGLENOPHYCEAE
COSCIDISCOPHYCEAE	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	EUGLENALES
THALASSIOSIROPHYCIDAE	<i>Coelastrum sphaericum</i> Nägeli	EUGLENACEAE
THALASSIOSIRALES	BOTRYOCOCCACEAE	<i>Euglena</i> sp.1
STEPHANODISCACEAE	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood	<i>Euglena acus</i> Ehrenberg
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	CHLORELLACEAE	<i>Phacus curvicauda</i> Světenko
AULACOSEIRALES	<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg
AULACOSEIRACEAE	<i>Ankistrodesmus bibrarianus</i> (Reinsch) Korshikov	

ANEXO F - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de janeiro de 2006.

Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Aphanocapsa</i> sp.	12	9	7	17	17	7	6	6	80	0,34
<i>Chroococcus limneticus</i>	—	71	58	69	32	27	22	32	311	1,33
<i>Chroococcus minutus</i>	178	132	72	69	27	32	13	12	535	2,29
<i>Chroococcus minimus</i>	116	204	222	261	214	154	109	64	1344	5,76
<i>Chroococcus turgidus</i>	32	13	17	12	7	2	4	4	90	0,38
<i>Merismopedia punctata</i>	394	603	528	677	596	710	801	936	5246	22,48
<i>Merismopedia minima</i>	2	1	—	—	—	—	—	—	4	0,02
<i>Microcystis aeruginosa</i>	149	—	—	—	—	—	—	—	149	0,64
<i>Microcystis flos-aquae</i>	—	25	25	39	33	25	21	17	184	0,79
<i>Microcystis wessenbergii</i>	24	165	239	208	222	239	174	222	1493	6,4
<i>Anabaena constricta</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	119	148	174	25	118	160	61	108	913	3,91
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	—	—	—	—	1	—	—	1	2	0,01
<i>Lyngbya</i> sp.	—	—	5	—	—	—	—	—	5	0,02
<i>Oscillatoria princeps</i>	6	5	21	—	5	8	4	—	48	0,21
<i>Phormidium</i> sp.	70	79	67	48	32	24	26	34	381	1,63
<i>Geitlerinema amphibium</i>	251	173	194	142	171	115	160	124	1329	5,69
<i>Pseudanabaena</i> sp.	234	191	253	227	226	187	190	234	1742	7,47
Total / Divisão	1586	1820	1882	1793	1701	1689	1591	1794	13857	59,38
BACILLARIOPHYTA										
<i>Aulacoseira granulata</i>	1	—	—	—	—	—	—	1	2	0,01
<i>Synedra rumpens</i>	566	746	927	862	857	676	597	590	5820	24,94
<i>Unaria ulna</i>	79	97	98	65	39	41	19	33	472	2,02
<i>Nitzschia</i> sp.	13	46	85	90	65	95	48	50	492	2,11
Total / Divisão	660	889	1110	1017	961	812	664	674	6786	29,08
CHLOROPHYTA										
<i>Golenkiana radicata</i>	113	157	148	143	92	51	18	4	726	3,11
<i>Microactinium pusillum</i>	46	27	40	37	58	17	6	4	234	1
<i>Phytelios viridis</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Schroederia</i> sp.	—	2	—	1	—	—	1	—	5	0,02
<i>Tetraedron minimum</i>	41	89	60	45	45	39	22	11	352	1,51
<i>Crucigeria tetrapeda</i>	9	19	5	6	1	4	—	8	52	0,22
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	6	12	7	4	4	1	4	—	37	0,16
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	2	—	—	—	—	—	—	—	2	0,01
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	2	8	1	1	1	6	1	1	22	0,1
<i>Scenedesmus bijugus</i>	13	6	4	4	5	2	—	1	34	0,15
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	8	5	2	4	8	6	7	4	44	0,19
<i>Tetrastrum triangulare</i>	12	12	8	14	12	5	1	2	66	0,28
<i>Tetrademus wisconsinensis</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,01
<i>Coelastrum microporum</i>	1	4	—	—	—	—	—	—	5	0,02
<i>Coelastrum astroideum</i>	—	1	—	1	—	—	—	—	2	0,01
<i>Coelastrum sphaericum</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	2	0,01
<i>Chlorella vulgaris</i>	33	65	56	64	65	48	19	12	362	1,55
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	14	2	9	6	13	12	4	1	61	0,26
<i>Monoraphidium contortum</i>	52	44	51	51	41	34	28	20	322	1,38
<i>Monoraphidium griffithii</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Kirchneriella obesa</i>	37	34	44	15	11	7	4	2	154	0,66
<i>Kirchneriella lunaris</i>	8	2	13	6	7	4	2	2	45	0,19
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	6	8	11	1	1	1	—	4	32	0,14
<i>Sphaerocystis</i> sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Planctosphaeria gelatinosa</i>	15	22	13	11	4	—	—	2	67	0,29
<i>Closterium</i> sp.	4	6	1	1	1	1	1	—	15	0,07
Total / Divisão	428	526	475	414	370	239	118	78	2648	11,35
CHRYSOPHYTA										
<i>Dinobryon sertularia</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,01
Total / Divisão	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,01
EUGLENOPHYTA										
<i>Trachelomonas volvocina</i>	4	2	8	6	13	5	5	—	43	0,18
Total / Divisão	4	2	8	6	13	5	5	—	43	0,18
Fito Total									23335	

ANEXO G - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de março de 2006.

Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Aphanocapsa</i> sp.	46	21	35	24	15	3	1	1	146	0,54
<i>Chroococcus limneticus</i>	17	8	11	8	10	17	15	37	123	0,46
<i>Chroococcus minutus</i>	7	7	9	6	17	19	6	11	82	0,30
<i>Chroococcus minimus</i>	29	13	30	18	10	18	21	6	144	0,53
<i>Chroococcus turgidus</i>	1	1	1	1	—	1	—	3	9	0,03
<i>Merismopedia punctata</i>	96	76	79	74	575	995	826	684	3406	12,6
<i>Merismopedia minima</i>	6	—	—	—	—	—	—	9	15	0,06
<i>Microcystis aeruginosa</i>	35	43	39	27	11	10	31	29	226	0,84
<i>Microcystis wesenbergii</i>	10	5	8	3	1	1	3	21	53	0,19
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	2945	2119	2454	2276	2764	2124	1571	1076	17330	64,1
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	50	37	33	42	25	22	16	6	231	0,85
<i>Geitlerinema amphibium</i>	88	72	88	63	83	61	46	41	541	2,00
<i>Pseudanabaena</i> sp.	127	63	83	78	68	130	87	41	677	2,50
<i>Spirulina</i> sp.	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,004
<i>Synechocystis</i> sp.	17	11	13	10	34	39	40	—	164	0,61
Total / Divisão	3474	2476	2884	2631	3615	3442	2662	1965	23148	85,6
BACILLARIOPHYTA										
<i>Synedra rumpens</i>	363	305	387	372	233	199	160	115	2134	7,89
<i>Ulnaria ulna</i>	9	9	8	9	11	10	9	9	75	0,279
<i>Nitzschia</i> sp.	7	5	2	8	5	3	2	8	40	0,148
Total / Divisão	379	318	397	389	249	212	171	132	2249	8,3
CHLOROPHYTA										
<i>Golenkia radicata</i>	—	1	—	1	—	—	—	—	2	0,008
<i>Micractinium pusillum</i>	1	1	—	1	—	—	1	—	5	0,02
<i>Tetraedron minimum</i>	10	10	15	8	7	17	7	3	78	0,29
<i>Crucigeria fenestrata</i>	—	—	—	—	—	—	—	5	5	0,02
<i>Crucigeria quadrata</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,00
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	2	1	—	—	1	10	5	—	19	0,07
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	3	3	2	2	—	6	1	2	21	0,08
<i>Scenedesmus bijugus</i>	—	—	1	—	—	1	—	—	2	0,01
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	—	1	—	—	—	3	1	5	10	0,04
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	8	6	11	6	19	14	11	8	83	0,31
<i>Tetrastrum</i> sp.	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,004
<i>Tetrastrum triangulare</i>	2	—	—	—	9	16	74	35	137	0,51
<i>Coelastrum microporum</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	2	0,008
<i>Coelastrum astroideum</i>	1	1	—	2	—	—	—	—	5	0,02
<i>Ankistrodesmus bibracianus</i>	—	—	—	—	1	—	—	—	1	0,004
<i>Chlorella vulgaris</i>	9	9	1	8	1	5	7	13	53	0,19
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	16	7	14	13	2	5	2	1	59	0,22
<i>Monoraphidium contortum</i>	63	23	54	27	29	38	16	19	268	0,99
<i>Monoraphidium griffithii</i>	48	37	56	41	16	5	6	5	212	0,79
<i>Kirchneriella obesa</i>	3	3	6	—	1	7	6	1	27	0,10
<i>Kirchneriella lunaris</i>	7	3	—	3	2	2	—	1	19	0,07
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	—	1	—	1	—	—	—	—	2	0,01
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	5	1	2	3	9	9	2	6	38	0,14
<i>Closterium</i> sp.	—	1	6	—	5	1	1	3	17	0,06
<i>Chlamydomonas</i> sp.	50	33	64	21	1	—	—	—	169	0,63
Total / Divisão	229	144	232	138	104	139	142	110	1237	4,6
DINOPHYTA										
<i>Peridinium</i> sp.	—	—	6	—	—	—	—	—	6	0,02
Total / Divisão	—	—	6	—	—	—	—	—	6	0,02
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena acus</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,004
<i>Euglena</i> sp.	9	10	31	21	8	96	95	76	346	1,28
<i>Phacus curvicauda</i>	—	5	2	6	—	1	1	5	19	0,07
<i>Trachelomonas volvocina</i>	7	5	9	8	1	2	—	2	34	0,13
Total / Divisão	16	19	42	35	9	99	96	83	401	1,5
Fito Total									27041	

ANEXO H - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de maio de 2006.

Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Aphanocapsa</i> sp.	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,001
<i>Chroococcus limneticus</i>	12	6	—	—	8	—	4	2	32	0,03
<i>Chroococcus minutus</i>	17	21	26	30	26	19	20	11,8203	170	0,18
<i>Chroococcus minimus</i>	58	57	47	54	45	22	26	27,1868	337	0,36
<i>Chroococcus turgidus</i>	8	4	2	2	6	2	4	—	28	0,03
<i>Merismopedia punctata</i>	106	90	74	145	89	38	59	23,6407	625	0,68
<i>Microcystis aeruginosa</i>	14	11	13	8	5	1	—	2	54	0,06
<i>Microcystis wesenbergii</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,001
<i>Anabaena constricta</i>	—	—	—	—	2	1	1	1	6	0,006
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	9903	9745	8791	9835	10742	2521	2768	2796	57100	61,6
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	162	174	149	141	158	38	25	46	892	0,96
<i>Oscillatoria princeps</i>	—	—	—	—	—	1,182	1,182	—	2	0,003
<i>Spirulina</i> sp.	—	1,182	—	—	—	—	2,3641	—	4	0,004
<i>Geitlerinema amphibium</i>	366	285	164	222	277	119	78	100	1612	1,74
<i>Pseudanabaena</i> sp.	2	—	—	1	—	—	4	—	7	0,008
<i>Synechocystis</i> sp.	2	5	4	2	12	2	1	4	32	0,03
<i>Radiocystis</i> sp.	—	—	—	—	—	5	—	—	5	0,005
Total / Divisão	10651	10400	9271	10441	11370	2771	2993	3014	60910	65,7
BACILLARIOPHYTA										
<i>Synedra nonpens</i>	5018	4861	5067	6320	6494	774	1026	1061	30622	33,05
<i>Ulnaria ulna</i>	—	—	1	—	—	2	1	—	5	0,005
<i>Nitzschia</i> sp.	7	5	5	4	2	1	1	—	25	0,027
Total / Divisão	5025	4865	5073	6324	6496	778	1028	1061	30651	33,1
CHLOROPHYTA										
<i>Tetraedron minimum</i>	31	41	20	37	28	8	12	8	186	0,2
<i>Crucigenia fenestrata</i>	1	—	—	—	1	—	—	—	2	0,003
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	32	33	32	32	27	2	5	7	170	0,18
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	—	—	—	2	1	—	1	—	5	0,005
<i>Scenedesmus bijugus</i>	—	1	2	1	—	—	1	2	8	0,009
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1	5	4	2	—	1	1	1	15	0,02
<i>Tetrastrum</i> sp.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,001
<i>Tetrastrum triangulare</i>	1	—	—	—	1	—	1	—	4	0,004
<i>Coelastrum microporum</i>	1	1	—	—	—	—	—	—	2	0,003
<i>Coelastrum astroideum</i>	2	1	1	—	—	—	—	—	5	0,005
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,001
<i>Chlorella vulgaris</i>	2	5	—	6	6	6	4	6	34	0,04
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	2	1	4	—	—	1	4	1	13	0,01
<i>Monoraphidium contortum</i>	44	58	48	30	45	35	32	31	323	0,35
<i>Monoraphidium griffithii</i>	—	2	2	—	—	4	2	7	18	0,02
<i>Kirchneriella obesa</i>	—	5	5	4	2	2	1	1	20	0,02
<i>Kirchneriella lunaris</i>	—	2	1	2	—	1	—	—	7	0,008
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	1	6	2	4	—	—	1	1	15	0,02
<i>Schroederia</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	1,182	1	0,001
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	17	15	12	17	6	5	2	1	74	0,08
<i>Closterium</i> sp.	—	5	1	—	1	—	—	—	7	0,008
<i>Staurastrum</i> sp.	—	—	—	1	—	1	—	—	2	0,003
Total / Divisão	136	182	136	138	119	67	67	69	915	1
DINOPHYTA										
<i>Gymnodinium</i> sp.	—	1	1	—	—	—	—	—	2	0,003
Total / Divisão	—	1	1	—	—	—	—	—	2	
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena</i> sp.	51	45	17	8	9	1	2	2	136	0,15
<i>Phacus curvicauda</i>	2	1	—	—	1	—	—	1	6	0,006
<i>Trachelomonas volvocina</i>	4	5	—	5	4	4	2	—	22	0,02
Total / Divisão	57	51	17	13	14	5	5	4	164	0,2
Fito Total									92643	

ANEXO I - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de julho de 2006.

Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Aphanocapsa</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	2	2	0,02
<i>Chroococcus limneticus</i>	4	1	1	2	9	9	—	1	28	0,22
<i>Chroococcus minutus</i>	6	1	7	4	1	7	5	20	51	0,39
<i>Chroococcus minimus</i>	28	22	31	15	20	28	17	11	173	1,34
<i>Chroococcus turgidus</i>	2	1	4	2	1	—	1	6	18	0,14
<i>Merismopedia punctata</i>	4	8	—	4	9	8	24	27	84	0,65
<i>Merismopedia minima</i>	7	21	13	7	14	20	5	2	90	0,70
<i>Microcystis aeruginosa</i>	6	4	4	4	4	11	2	2	35	0,27
<i>Microcystis robusta</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,009
<i>Microcystis wesenbergii</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	4	0,03
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	868	987	1077	1251	1002	826	639	642	7292	56,4
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	80	77	77	87	54	45	27	22	470	3,64
<i>Lyngbya</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,009
<i>Geitlerinema amphibium</i>	80	77	77	87	54	45	27	24	472	3,65
<i>Pseudanabaena</i> sp.	31	13	8	20	25	8	13	6	124	0,96
<i>Synechocystis</i> sp.	15	6	1	7	2	—	—	18	50	0,38
Total / Divisão	1132	1219	1299	1491	1200	1008	760	786	0	68,8
BACILLARIOPHYTA										
<i>Synedra rumpens</i>	245	265	331	246	242	216	151	164	1861	14,4
<i>Ulnaria ulna</i>	2	1	—	1	1	1	—	2	9	0,07
<i>Nitzschia</i> sp.	1	1	1	1	2	1	1	1	11	0,08
Total / Divisão	248	267	332	248	246	219	152	168	0	14,6
CHLOROPHYTA										
<i>Golenkia radicata</i>	—	—	6	—	—	6	—	—	12	0,09
<i>Microactinium pusillum</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,009
<i>Tetraedron minimum</i>	13	8	6	19	18	11	5	14	93	0,72
<i>Crucigenia fenestrata</i>	—	—	—	—	—	—	—	2	2	0,02
<i>Crucigenia quadrata</i>	—	5	4	1	7	—	1	1	19	0,15
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	4	1	4	—	1	—	1	2	13	0,10
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	1	—	1	—	4	—	2	2	11	0,08
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,009
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	12	9	20	18	18	9	7	12	105	0,81
<i>S. quadricauda</i> var. <i>quadrispina</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,009
<i>Tetrastrum</i> sp.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,009
<i>Tetrastrum triangulare</i>	—	—	1	—	—	—	1	—	2	0,02
<i>Coelastrum microporum</i>	—	—	1	—	—	1	—	2	5	0,04
<i>Coelastrum astroideum</i>	—	—	1	—	1	—	—	—	2	0,02
<i>Dichyosphaerium pulchellum</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,009
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,009
<i>Chlorella vulgaris</i>	2	—	—	—	—	—	1	12	15	0,12
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	1	4	1	1	1	2	2	4	17	0,13
<i>Monoraphidium contortum</i>	26	14	24	22	24	14	17	13	154	1,19
<i>Monoraphidium griffithii</i>	9	14	12	9	4	6	1	9	65	0,50
<i>Kirchneriella obesa</i>	2	1	2	—	—	6	1	—	13	0,10
<i>Kirchneriella lunaris</i>	11	5	7	5	7	5	5	7	51	0,39
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	20	18	19	27	20	8	—	9	122	0,94
<i>Sphaerocystis</i> sp.	9	17	9	21	18	12	8	1	96	0,74
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	—	—	2	1	—	1	—	2	7	0,05
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1	1	6	1	—	—	—	—	9	0,07
Total / Divisão	113	98	129	128	122	83	53	95	0	6,35
DINOPHYTA										
<i>Gymnodinium</i> sp.	—	—	2	—	—	—	—	1	4	0,03
<i>Peridinium</i> sp.	—	1	2	2	1	6	1	—	14	0,11
Total / Divisão	—	1	5	2	1	6	1	1	0	0,14
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena</i> sp.	274	240	290	371	45	39	15	11	1285	9,95
<i>Phacus curvicauda</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,009
<i>Trachelomonas volvocina</i>	5	1	6	4	—	2	1	—	19	0,15
Total / Divisão	280	241	296	375	45	41	16	11	1305	10,1
Fito Total									12918	

ANEXO J - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de setembro de 2006.

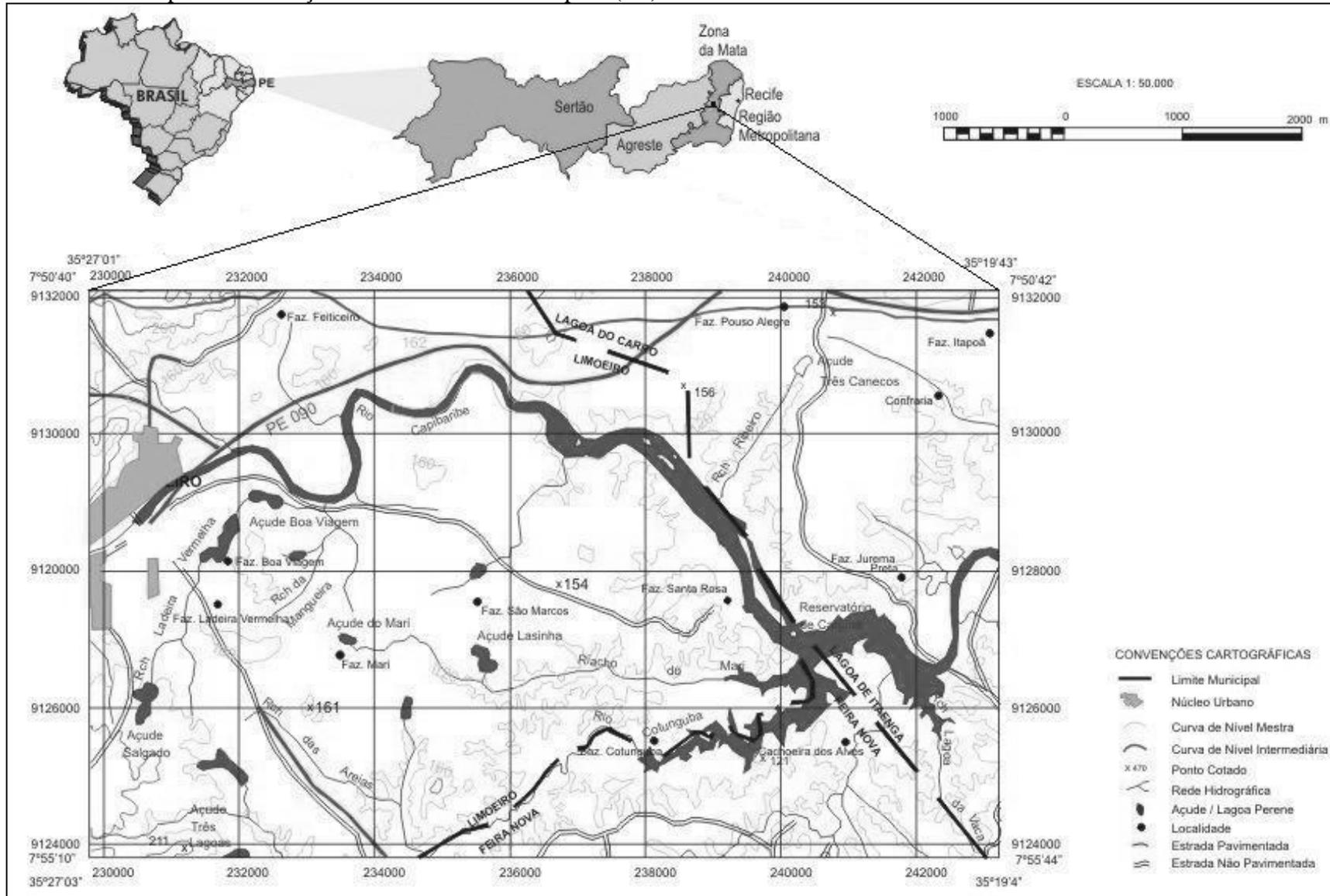
Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Chroococcus limneticus</i>	—	—	—	1	—	12	14	6	33	0,08
<i>Chroococcus minutus</i>	39	30	17	28	14	22	13	17	180	0,43
<i>Chroococcus mirimus</i>	28	8	6	7	1	14	6	6	77	0,18
<i>Chroococcus turgidus</i>	—	—	5	4	4	—	1	1	14	0,03
<i>Merismopedia punctata</i>	4	13	27	12	6	41	59	48	210	0,50
<i>Merismopedia minima</i>	20	19	13	18	26	126	189	274	686	1,64
<i>Microcystis aeruginosa</i>	46	41	61	65	72	47	47	32	413	0,99
<i>Microcystis flos-aquae</i>	8	2	6	5	—	1	—	—	22	0,05
<i>Microcystis robusta</i>	—	17	28	12	6	5	2	1	71	0,17
<i>Microcystis wesenbergii</i>	28	33	26	26	15	12	1	28	170	0,41
<i>Anabaena constricta</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,003
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	3831	5033	6171	5364	3870	3636	2941	2011	32857	78,48
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	322	379	320	343	119	188	163	90	1924	4,60
<i>Geitlerinema amphibium</i>	416	413	145	194	408	452	515	215	2758	6,59
<i>Pseudanabaena</i> sp.	25	40	34	20	33	61	51	70	335	0,80
<i>Synechocystis</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,003
Total / Divisão	4767	6028	6861	6098	4574	4619	4004	2800	39752	94,9
BACILLARIOPHYTA										
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	—	—	—	—	—	1	1	1	4	0,008
<i>Synedra rumpens</i>	105	145	105	189	87	128	113	149	1022	2,44
<i>Ulnaria ulna</i>	4	—	—	—	—	—	1	—	5	0,01
<i>Nitzschia</i> sp.	4	—	—	—	—	—	2	1	7	0,02
Total / Divisão	112	145	105	189	87	129	118	151	1038	2,5
CHLOROPHYTA										
<i>Golenkiania radiata</i>	—	—	—	—	2	—	—	—	2	0,006
<i>Microactinium pusillum</i>	4	—	—	—	—	—	—	—	4	0,008
<i>Tetraedron minimum</i>	11	11	39	25	8	8	7	8	117	0,28
<i>Crucigeria fenestrata</i>	—	1	—	—	—	—	5	—	6	0,01
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	4	6	7	9	6	8	5	1	46	0,11
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	—	—	6	—	—	5	—	—	11	0,03
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,003
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	18	7	12	12	11	11	1	7	78	0,19
<i>Tetrastrum triangulare</i>	—	1	—	—	—	—	4	7	12	0,03
<i>Coelastrum macroporum</i>	—	1	—	—	—	—	1	4	6	0,01
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	—	—	4	—	1	—	2	2	9	0,02
<i>Chlorella vulgaris</i>	5	—	6	1	2	—	1	2	18	0,04
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	—	—	—	—	—	1	5	2	8	0,02
<i>Monoraphidium contortum</i>	17	22	20	12	4	15	31	19	139	0,33
<i>Monoraphidium griffithii</i>	22	32	28	19	9	19	14	9	154	0,37
<i>Kirchneriella obesa</i>	—	4	—	—	1	2	—	—	7	0,02
<i>Kirchneriella lunaris</i>	4	1	5	—	4	6	1	4	24	0,06
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	—	2	4	1	6	8	8	1	31	0,07
<i>Sphaerocystis</i> sp.	6	8	8	14	2	8	9	2	59	0,14
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	5	5	20	12	15	11	6	2	76	0,18
<i>Closterium</i> sp.	—	6	13	17	13	8	9	7	73	0,18
Total / Divisão	93	108	173	122	85	111	110	79	881	2,1
DINOPHYTA										
<i>Gymnodinium</i> sp.	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,003
Total / Divisão	—	1	—	—	—	—	—	—	1	0,003
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena</i> sp.	24	41	32	78	5	—	1	2	183	0,44
<i>Phacus curvicauda</i>	—	2	—	1	—	—	—	—	4	0,008
<i>Trachelomonas volvocina</i>	2	1	4	1	—	—	1	—	9	0,02
Total / Divisão	26	45	35	80	5	0	2	2	196	0,47
Fito Total									41868	

ANEXO K - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Mundaú (PE) durante a amostragem de novembro de 2006.

Táxons	Sup	0.5m	1.0m	2.0m	4.0m	6.0m	8.0m	9.0m	Total	%
CYANOBACTERIA										
<i>Chroococcus limneticus</i>	—	4	1	11	—	9	8	1	34	0,06
<i>Chroococcus minutus</i>	35	9	11	11	19	9	11	11	116	0,19
<i>Chroococcus minimus</i>	15	20	25	21	14	21	17	15	149	0,24
<i>Chroococcus turgidus</i>	2	4	1	1	1	—	—	—	9	0,02
<i>Merismopedia punctata</i>	15	17	11	14	14	12	1	28	112	0,18
<i>Merismopedia minima</i>	69	65	52	33	229	407	572	612	2039	3,34
<i>Microcystis aeruginosa</i>	843	111	83	270	379	488	414	643	3230	5,29
<i>Microcystis flos-aquae</i>	47	53	43	53	25	25	2	1	249	0,41
<i>Microcystis robusta</i>	170	441	411	193	161	82	78	35	1571	2,57
<i>Microcystis wesenbergii</i>	30	47	27	18	14	1	—	2	139	0,23
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	5480	5649	5299	5275	4319	3961	4227	3948	38158	62,5
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	139	161	122	143	207	134	204	194	1304	2,14
<i>Geitlerinema amphibium</i>	325	326	242	174	182	162	155	213	1779	2,91
<i>Pseudanabaena</i> sp.	11	24	19	24	20	5	8	18	128	0,21
Total / Divisão	7182	6930	6346	6240	5585	5316	5697	5722	49019	80,3
BACILLARIOPHYTA										
<i>Synechra rumpens</i>	1566	1482	1687	1325	1158	965	995	1013	10191	16,7
<i>Ulnaria ulna</i>	1	1	5	—	—	2	—	—	9	0,02
<i>Nitzschia</i> sp.	—	—	—	4	—	—	1	1	6	0,01
Total / Divisão	1567	1483	1691	1329	1158	967	996	1014	10207	16,7
CHLOROPHYTA										
<i>Micractinium pusillum</i>	—	—	—	—	—	—	1	—	1	0,002
<i>Tetraedron minimum</i>	33	44	47	43	22	27	18	30	264	0,43
<i>Actinastrum hantzschii</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	1	0,002
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	65	34	52	45	28	22	27	28	303	0,50
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	—	—	—	1	2	—	—	1	5	0,008
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	7	12	6	13	7	8	22	2	78	0,13
<i>S. quadricauda</i> var. <i>quadrispina</i>	1	—	—	—	—	—	—	—	1	0,002
<i>Tetrastrum triangulare</i>	—	—	—	—	1	—	1	—	2	0,004
<i>Coelastrum microporum</i>	—	—	—	—	—	1	—	—	1	0,002
<i>Coelastrum astroideum</i>	—	—	5	4	2	0	—	1	12	0,02
<i>Chlorella vulgaris</i>	4	9	9	7	12	7	24	4	76	0,12
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	1	0,002
<i>Monoraphidium contortum</i>	26	47	28	27	37	27	31	28	252	0,41
<i>Monoraphidium griffithii</i>	7	5	12	5	13	17	1	22	82	0,13
<i>Kirchneriella obesa</i>	2	4	2	4	7	1	4	—	24	0,04
<i>Kirchneriella lunaris</i>	1	—	—	1	8	7	1	—	19	0,03
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	37	31	13	26	9	12	22	34	184	0,30
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	83	14	13	9	8	6	5	5	143	0,23
<i>Closterium</i> sp.	8	13	5	99	4	6	6	13	154	0,25
<i>Chlamydomonas</i> sp.	—	—	—	2	1	—	—	—	4	0,006
Total / Divisão	274	213	193	287	163	142	163	170	1605	2,6
DINOPHYTA										
<i>Gymnodinium</i> sp.	—	2	2	1	—	—	—	—	6	0,01
Total / Divisão	—	2	2	1	—	—	—	—	6	0,01
EUGLENOPHYTA										
<i>Euglena</i> sp.	24	46	58	58	5	1	2	—	194	0,32
<i>Phacus curvicauda</i>	—	1	—	1	—	—	—	—	2	0,004
<i>Trachelomonas volvocina</i>	6	9	7	5	5	1	2	—	35	0,06
Total / Divisão	30	57	65	64	9	2	5	—	232	0,38
Fito Total									61069	

Anexos - Manuscrito II

ANEXO L - Mapa de localização do reservatório de Carpina (PE).



ANEXO M - Variáveis hidrológicas analisadas no reservatório de Carpina (PE) entre janeiro e novembro de 2006.

		Meses	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Média	Desv.Pad.	Coef.Var.
Temperatura (°C)	PS	Janeiro	28,2	28,1	27,9	27,8	27,6	27,6	27,9	0,25	0,90
		Setembro	27,1	26,9	26,5	26,5	26,3	26,3	26,6	0,33	1,24
		Novembro	28,4	28,1	27,9	27,9	27,8	27,8	28,0	0,23	0,83
	PC	Março	29,9	29,2	28,9	28,8	28,5	28,4	29,0	0,55	1,89
		Maió	28,9	28,9	28,9	28,8	28,7	28,6	28,8	0,13	0,44
		Julho	26,8	26,8	26,7	26,6	26,4	26,4	26,6	0,18	0,69
Oxigênio (mg.L-1)	PS	Janeiro	5,88	5,63	4,92	3,85	2,91	2,87	4,34	1,33	30,6
		Setembro	5,18	5,07	3,75	3,54	2,10	3,14	3,80	1,18	31,0
		Novembro	8,30	6,10	4,00	3,80	4,10	3,70	5,00	1,85	36,9
	PC	Março	11,7	9,20	6,10	5,90	2,90	1,10	6,15	3,90	63,5
		Maió	6,03	5,76	5,75	5,30	3,46	2,69	4,83	1,40	29,0
		Julho	5,72	5,65	5,30	3,95	3,47	3,24	4,56	1,13	24,8
Cond. elétrica (µS.cm-1)	PS	Janeiro	1773	1717	1701	1715	1702	1723	1722	26,5	1,54
		Setembro	1943	1956	1969	1940	1952	1969	1955	12,4	0,64
		Novembro	2027	2003	2005	2000	1992	2010	2006	11,8	0,59
	PC	Março	2090	2090	2110	2100	2060	1980	2072	47,9	2,31
		Maió	2190	2180	2490	2210	2170	2200	2240	123,3	5,50
		Julho	1899	1826	1829	1804	1834	1808	1833	34,3	1,87
STD (mg.L-1)	PS	Janeiro	1156	1116	1106	1115	1107	1120	1120	18,4	1,65
		Setembro	1263	1277	1281	1261	1268	1279	1272	8,62	0,68
		Novembro	1318	1303	1303	1300	1295	1306	1304	7,73	0,59
	PC	Março	1881	1891	1898	1894	1877	1789	1872	41,3	2,20
		Maió	1981	1965	2000	1995	1956	1981	1980	16,9	0,85
		Julho	1234	1187	1189	1172	1192	1175	1192	22,3	1,87
Turbidez (NTU)	PS	Janeiro	12,2	13,0	11,7	12,9	11,8	12,2	12,3	0,54	4,42
		Setembro	52,7	34,7	34,6	50,0	28,7	29,7	38,4	10,4	27,0
		Novembro	17,8	17,1	13,3	16,6	14,8	11,6	15,2	2,41	15,9
	PC	Março	20,1	19,7	16,9	19,9	13,4	11,9	17,0	3,57	21,1
		Maió	26,9	26,8	27,4	26,7	26,0	23,5	26,2	1,41	5,36
		Julho	26,9	26,6	30,5	28,4	21,9	21,5	26,0	3,58	13,8
pH	PS	Janeiro	8,76	8,66	8,68	8,54	8,48	8,43	8,59	0,13	1,49
		Setembro	8,72	8,72	8,54	8,52	8,50	8,50	8,58	0,11	1,25
		Novembro	8,90	8,83	8,66	8,61	8,62	8,60	8,70	0,13	1,48
	PC	Março	8,93	8,81	8,73	8,72	8,51	8,41	8,69	0,19	2,22
		Maió	8,55	8,62	8,62	8,58	8,47	8,44	8,55	0,08	0,89
		Julho	8,52	8,48	8,48	8,33	8,16	8,12	8,35	0,17	2,09

ANEXO N - Sinopse dos táxons inventariados no reservatório de Carpina (PE) entre janeiro e novembro de 2006.

SINOPSE DOS TÁXONS		
CYANOBACTERIA	COSCIODISCOPHYCIDAE	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> H.C. Wood
CYANOPHYCEAE	AULACOSEIRALES	CHLORELLACEAE
CHROOCOCCALES	AULACOSEIRACEAE	<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov
CHROOCOCCACEAE	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	<i>Chlorella vulgaris</i> Beijerinck
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemmermann	FRAGILARIOPHYCEAE	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák
<i>Chroococcus minutus</i> (Kützing) Nägeli	FRAGILARIOPHYCIDAE	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	FRAGILARIALES	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	FRAGILARIACEAE	<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S. West) Schmidle
MERISMOPEDIACEAE	<i>Synedra rumpens</i> Kützing	<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchner) K. Möbius
<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P. Compère	<i>Kirchneriella lunaris</i> var. <i>irregularis</i> G.M. Smith
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	BACILLARIOPHYCEAE	SPHAEROPLEALES
<i>Merismopedia minima</i> Beck	BACILLARIOPHYCIDAE	NEOCHLORIDACEAE
MICROCYSTACEAE	NAVICULALES	<i>Schroederia</i> sp.2
<i>Microcystis aeruginosa</i> (Kützing) Kützing	PINNULARIACEAE	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg
<i>Microcystis flos-aquae</i> (Wittrock) Kirchner	<i>Fimularia</i> sp.	TE TRASPORALES
<i>Microcystis robusta</i> (Clark) Nygaard	NAVICULINEAE	PALMELLACEAE
<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	PLEUROSIGMATACEAE	<i>Sphaerocystis</i> sp.
SYNECHOCOCCACEAE	<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M. Smith
<i>Synechocystis</i> sp.	BACILLARIALES	ZYGNEMATALES
NOSTOCALES	BACILLARIACEAE	CLOSTERIACEAE
NOSTOCACEAE	<i>Nitzschia</i> sp.2	<i>Closterium</i> sp.2
<i>Anabaena constricta</i> (Szafer) Geitler	CHLOROPHYTA	VOLVOCALES
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenhorst	CHLOROPHYCEAE	CHLAMINOMONADACEAE
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju	CHLOROCOCCALES	<i>Chlamydomonas</i> sp.2
<i>Raphidiopsis mediterranea</i> Skuja	GOLENKINIACEAE	DINOPHYTA
OSCILLATORIALES	<i>Golenkiania radiata</i> Chodat	DINOPHYCEAE
OSCILLATORIACEAE	SCENEDESMACEAE	PERIDINIALES
<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	GYMNODINIACEAE
PHORMIDIACEAE	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) W. West & G.S. West	<i>Gymnodinium</i> sp.2
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	<i>Crucigenia quadrata</i> Morren	PERIDINIACEAE
PSEUDANABAENACEAE	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat	<i>Peridinium</i> sp.2
<i>Geitlerinema amphibium</i> (C. Agardh) Anagnostidis	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	EUGLENOPHYTA
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	EUGLENOPHYCEAE
BACILLARIOPHYTA	<i>Tetradismus wisconsinensis</i> G.M. Smith	EUGLENALES
COSCIODISCOPHYCEAE	COELASTRACEAE	EUGLENACEAE
THALASSIOSIROPHYCIDAE	<i>Actinastrum gracilliman</i> Smith	<i>Euglena</i> sp.2
THALASSIOSIRALES	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	<i>Phacus curvicauda</i> Svirenko
STEPHANODISCACEAE	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehrenberg
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	<i>Coelastrum astroideum</i> DeNotaris	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Coscinodiscus</i> sp.	BOTRYOCOCCACEAE	

ANEXO O - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de janeiro de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Aphanocapsa</i> sp.	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Chroococcus limneticus</i>	—	6	6	5	—	4	20	0,33
<i>Chroococcus minutus</i>	2	6	5	—	8	—	21	0,35
<i>Chroococcus minimus</i>	5	6	6	6	2	4	28	0,47
<i>Chroococcus turgidus</i>	2	2	2	4	—	1	12	0,20
<i>Merismopedia punctata</i>	2	12	18	—	2	—	34	0,57
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1	1	—	—	—	—	2	0,04
<i>Microcystis flos-aquae</i>	—	4	5	—	—	6	14	0,24
<i>Microcystis wesenbergii</i>	—	—	—	—	1	1	2	0,04
<i>Anabaena constricta</i>	21	8	18	20	11	21	99	1,65
<i>Anabaena circinalis</i>	—	—	—	5	—	—	5	0,08
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	809	551	599	608	459	590	3615	60,2
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	—	1	8	8	1	5	24	0,39
<i>Planktothrix agardhii</i>	43	32	39	22	18	27	181	3,01
<i>Geitlerinema amphibiaum</i>	305	156	142	171	89	58	921	15,3
<i>Pseudanabaena catenata</i>	6	25	38	37	12	13	130	2,17
Total / Divisão	1196	810	887	885	603	729	5110	85,2
BACILLARIOPHYTA								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,02
<i>Aulacoseira granulata</i>	—	—	—	1	1	2	5	0,08
<i>Synedra rumpens</i>	13	60	76	25	7	104	285	4,75
<i>Ulnaria ulna</i>	5	4	8	1	4	—	21	0,35
<i>Gyrosigma</i> sp.	—	—	—	1	2	—	4	0,06
<i>Nitzschia</i> sp.	1	1	5	2	—	1	11	0,18
Total / Divisão	19	66	89	31	14	108	326	5,4
CHLOROPHYTA								
<i>Golenkinia radiata</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,02
<i>Schroederia</i> sp.	1	—	—	1	1	—	4	0,06
<i>Tetraedron minimum</i>	5	2	1	—	4	—	12	0,20
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Tetrastrum triangulare</i>	2	—	—	—	—	—	2	0,04
<i>Tetradesmus wisconsinensis</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Actinastrum hantzschii</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,02
<i>Coelastrum microporum</i>	—	—	1	—	1	2	5	0,08
<i>Coelastrum astroideum</i>	4	—	—	—	—	1	5	0,08
<i>Chlorella vulgaris</i>	5	2	8	6	8	2	32	0,53
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	18	15	20	24	17	9	103	1,71
<i>Monoraphidium contortum</i>	8	14	28	32	9	26	118	1,97
<i>Monoraphidium griffithii</i>	26	46	50	43	22	22	209	3,49
<i>Kirchneriella obesa</i>	—	2	2	—	—	1	6	0,10
<i>Kirchneriella lunaris</i>	—	5	—	—	—	1	6	0,10
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	6	4	4	6	4	—	22	0,37
<i>Closterium</i> sp.	2	5	4	5	1	1	18	0,30
<i>Chlamydomonas</i> sp.	13	—	—	—	—	—	13	0,22
Total / Divisão	91	97	122	116	67	67	560	9,3
DINOPHYTA								
<i>Peridinium</i> sp.	—	—	1	1	—	—	2	0,04
Total / Divisão	—	—	1	1	—	—	2	0,04
EUGLENOPHYTA								
<i>Trachelomonas volvocina</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,02
Total / Divisão	—	1	—	—	—	—	1	0,02
Fito Total							6000	

ANEXO P - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de março de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Aphanocapsa</i> sp.	5	1	2	9	1	1	20	0,18
<i>Chroococcus minutus</i>	2	6	5	7	15	12	47	0,42
<i>Chroococcus minimus</i>	13	9	5	13	7	2	50	0,44
<i>Chroococcus turgidus</i>	5	6	5	1	2	1	20	0,18
<i>Microcystis aeruginosa</i>	1	—	1	1	—	—	4	0,03
<i>Synechocystis</i> sp.	—	—	2	—	—	—	2	0,02
<i>Anabaena constricta</i>	113	117	51	64	78	50	473	4,21
<i>Anabaena circinalis</i>	7	1	1	1	0	0	11	0,09
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1079	1007	720	790	736	518	4850	43,2
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	4	7	6	7	6	1	31	0,27
<i>Planktothrix agardhii</i>	77	74	45	63	41	34	335	2,98
<i>Geitlerinema amphibium</i>	436	417	287	346	342	106	1935	17,2
<i>Pseudanabaena catenata</i>	270	279	195	174	167	72	1156	10,3
Total / Divisão	2012	1926	1325	1476	1396	798	8933	79,5
BACILLARIOPHYTA								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	—	—	—	—	1	—	1	0,01
<i>Synedra rumpens</i>	102	125	60	117	95	38	537	4,78
<i>Ulnaria ulna</i>	20	18	12	17	13	6	85	0,76
<i>Pinnularia</i> sp.	—	—	—	—	—	1	1	0,01
Total / Divisão	122	143	72	134	109	45	624	5,55
CHLOROPHYTA								
<i>Schroederia</i> sp.	5	18	6	6	—	—	34	0,31
<i>Tetraedron minimum</i>	1	—	1	2	—	—	5	0,04
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,01
<i>Tetrastrum triangulare</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Tetrademus wisconsinensis</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Actinastrum gracillimum</i>	—	—	1	2	—	—	4	0,03
<i>Coelastrum astroideum</i>	—	—	—	2	—	—	2	0,02
<i>Chlorella vulgaris</i>	14	6	5	6	14	12	57	0,50
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	7	9	1	6	19	9	52	0,46
<i>Monoraphidium contortum</i>	22	17	7	12	54	34	147	1,30
<i>Monoraphidium griffithii</i>	313	242	222	135	135	35	1083	9,64
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	—	2	—	—	—	1	4	0,03
<i>Closterium</i> sp.	—	1	—	—	—	0	1	0,01
<i>Chlamydomonas</i> sp.	—	—	—	—	—	1	1	0,01
Total / Divisão	365	297	243	171	222	95	1394	12,4
DINOPHYTA								
<i>Peridinium</i> sp.	—	4	1	—	1	—	6	0,05
Total / Divisão	—	4	1	—	1	—	6	0,05
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	202	54	15	—	—	—	272	2,42
<i>Trachelomonas volvocina</i>	8	1	—	—	1	2	13	0,12
Total / Divisão	210	56	15	—	1	2	285	2,54
Fito Total							11235	

ANEXO Q - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de maio de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Aphanocapsa</i> sp.	—	—	—	4	—	—	4	0,04
<i>Chroococcus limneticus</i>	6	5	5	6	4	4	28	0,36
<i>Chroococcus minutus</i>	4	4	7	14	14	5	47	0,60
<i>Chroococcus minimus</i>	1	5	1	4	8	—	19	0,24
<i>Chroococcus turgidus</i>	7	11	5	6	5	2	35	0,45
<i>Merismopedia punctata</i>	—	1	5	1	—	—	7	0,09
<i>Microcystis aeruginosa</i>	2	1	—	—	—	1	5	0,06
<i>Synechocystis</i> sp.	—	1	18	—	—	—	19	0,24
<i>Anabaena constricta</i>	20	9	27	15	20	18	110	1,39
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	645	538	540	509	545	487	3265	41,3
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	15	11	9	11	7	7	60	0,76
<i>Oscillatoria princeps</i>	—	1	1	—	—	—	2	0,03
<i>Planktothrix agardhii</i>	365	313	329	337	299	310	1953	24,7
<i>Geitlerinema amphibium</i>	202	222	227	180	215	165	1212	15,3
<i>Pseudanabaena catenata</i>	19	18	20	11	21	15	104	1,32
Total/ Divisão	1287	1139	1194	1097	1138	1014	6870	87,0
BACILLARIOPHYTA								
<i>Synedra numpens</i>	27	31	22	24	30	24	157	1,99
<i>Ulnaria ulna</i>	6	2	2	2	2	5	20	0,25
<i>Nitzschia</i> sp.	47	38	32	32	30	24	202	2,56
Total/ Divisão	80	71	57	58	61	52	379	4,80
CHLOROPHYTA								
<i>Schroederia</i> sp.	1	1	2	2	5	1	13	0,16
<i>Tetraedron minimum</i>	2	2	—	—	—	—	5	0,06
<i>Crucigenia fenestrata</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Tetrastrum triangulare</i>	—	1	1	—	—	—	2	0,03
<i>Actinastrum hantzschii</i>	2	—	1	—	—	—	4	0,04
<i>Coelastrum microponum</i>	2	1	—	2	2	—	8	0,10
<i>Coelastrum astroideum</i>	1	1	—	—	—	—	2	0,03
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Chlorella vulgaris</i>	4	—	6	1	7	4	21	0,27
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	4	1	4	6	5	—	19	0,24
<i>Monoraphidium contortum</i>	18	18	9	24	13	18	99	1,26
<i>Monoraphidium griffithii</i>	31	53	47	52	41	32	257	3,25
<i>Kirchneriella obesa</i>	—	—	1	—	4	—	5	0,06
<i>Kirchneriella lunaris</i>	1	—	1	—	1	2	6	0,07
<i>Closterium</i> sp.	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Chlamydomonas</i> sp.	6	—	—	6	4	—	15	0,19
Total/ Divisão	76	79	73	93	82	59	462	5,85
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	25	37	38	53	21	2	176	2,23
<i>Phacus curvicauda</i>	1	2	—	2	1	4	11	0,13
<i>Trachelomonas volvocina</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,01
Total/ Divisão	26	39	39	56	22	6	188	2,38
Fito Total							7900	

ANEXO R - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de julho de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Chroococcus limneticus</i>	1	—	—	—	2	1	5	0,07
<i>Chroococcus minutus</i>	4	5	6	4	—	—	18	0,28
<i>Chroococcus minimus</i>	8	6	14	4	7	4	43	0,66
<i>Microcystis aeruginosa</i>	—	—	6	1	1	—	8	0,13
<i>Microcystis robusta</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Microcystis wesenbergii</i>	6	4	1	—	—	—	11	0,17
<i>Anabaena constricta</i>	7	7	12	13	7	7	53	0,83
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	837	708	910	717	755	641	4569	71,1
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	27	31	27	30	38	22	175	2,72
<i>Oscillatoria princeps</i>	—	—	—	—	—	4	4	0,06
<i>Planktothrix agardhii</i>	12	15	14	14	32	24	111	1,73
<i>Geitlerinema amphibium</i>	106	93	109	139	111	135	694	10,8
<i>Pseudanabaena catenata</i>	14	15	14	22	20	19	105	1,64
Total/ Divisão	1022	884	1115	944	974	856	5796	90,1
BACILLARIOPHYTA								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	28	26	34	25	27	19	160	2,48
<i>Synedra numpens</i>	—	1	4	—	7	—	12	0,18
<i>Ulnaria ulna</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,02
<i>Pinnularia</i> sp.	—	1	—	—	—	—	1	0,02
<i>Gyrosigma</i> sp.	—	—	—	—	1	—	1	0,02
<i>Nitzschia</i> sp.	—	—	2	—	1	2	6	0,09
Total/ Divisão	28	30	40	25	37	21	181	2,81
CHLOROPHYTA								
<i>Crucigenia quadrata</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,02
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	—	—	—	1	—	—	1	0,02
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Tetrastrum triangulare</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,02
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	2	1	1	—	—	—	5	0,07
<i>Chlorella vulgaris</i>	—	1	1	2	2	—	7	0,11
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,02
<i>Monoraphidium contortum</i>	—	—	—	—	1	—	1	0,02
<i>Monoraphidium griffithii</i>	6	5	4	8	5	18	45	0,70
<i>Kirchneriella lunaris</i>	2	—	—	—	—	1	4	0,06
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	—	—	—	—	4	—	4	0,06
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	—	—	—	4	1	—	5	0,07
<i>Sphaerocystis</i> sp.	2	—	—	—	—	—	2	0,04
<i>Closterium</i> sp.	6	6	8	1	5	6	32	0,50
Total/ Divisão	21	13	15	17	18	26	110	1,71
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	117	84	73	32	19	12	337	5,24
<i>Trachelomonas volvocina</i>	2	—	2	—	—	—	5	0,07
<i>Trachelomonas</i> sp.	—	—	—	1	—	—	1	0,02
Total/ Divisão	119	84	76	33	19	12	343	5,33
Fito Total							6429	

ANEXO S - Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de setembro de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Chroococcus limneticus</i>	4	2	1	6	1	1	15	0,22
<i>Chroococcus minutus</i>	20	24	25	2	8	8	87	1,24
<i>Chroococcus minimus</i>	—	2	—	—	5	1	8	0,12
<i>Chroococcus turgidus</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Merismopedia minima</i>	—	—	—	—	1	—	1	0,02
<i>Microcystis aeruginosa</i>	20	11	9	5	4	6	54	0,77
<i>Microcystis flos-aquae</i>	—	—	—	—	—	2	2	0,03
<i>Microcystis robusta</i>	—	—	—	2	—	—	2	0,03
<i>Microcystis wesenbergii</i>	5	7	5	—	2	5	24	0,33
<i>Anabaena constricta</i>	11	9	6	4	7	8	45	0,64
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1057	989	995	684	976	840	5543	78,5
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	26	28	24	14	19	17	128	1,81
<i>Planktothrix agardhii</i>	22	31	18	14	30	20	135	1,91
<i>Geitlerinema amphibium</i>	137	126	132	121	113	102	732	10,4
<i>Pseudanabaena catenata</i>	19	24	11	13	28	34	129	1,82
Total/ Divisão	1320	1254	1227	865	1195	1045	6907	97,8
BACILLARIOPHYTA								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	2	2	6	6	8	2	27	0,39
<i>Aulacoseira granulata</i>	—	1	—	1	—	—	2	0,03
<i>Synedra rumpens</i>	—	—	2	2	1	1	7	0,10
Total/ Divisão	2	4	8	9	9	4	37	0,52
CHLOROPHYTA								
<i>Tetraedron minimum</i>	—	1	—	—	—	—	1	0,02
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Tetrastrum triangulare</i>	—	—	—	—	1	1	2	0,03
<i>Chlorella vulgaris</i>	—	—	4	—	1	1	6	0,08
<i>Monoraphidium contortum</i>	—	—	1	1	—	1	4	0,05
<i>Monoraphidium griffithii</i>	1	2	1	4	2	2	13	0,18
<i>Kirchneriella lunaris</i>	4	2	—	—	1	1	8	0,12
<i>K. lunaris</i> var. <i>irregularis</i>	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	1	—	—	—	—	2	4	0,05
<i>Sphaerocystis</i> sp.	—	—	1	—	—	—	1	0,02
<i>Closterium</i> sp.	1	—	4	—	2	4	11	0,15
Total/ Divisão	7	6	13	5	8	13	52	0,74
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	22	28	7	—	4	1	63	0,89
<i>Trachelomonas volvocina</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,02
<i>Trachelomonas</i> sp.	—	—	—	1	—	—	1	0,02
Total/ Divisão	22	28	7	1	4	2	65	0,92
Fito Total							7060	

ANEXO T- Distribuição da densidade ($\times 10^4$ org.L⁻¹) dos táxons e percentual de contribuição (%) no reservatório de Carpina (PE) durante a amostragem de novembro de 2006.

Táxons	Sup	1.0m	2.0m	4.0m	8.0m	10.0m	Total	%
CYANOBACTERIA								
<i>Chroococcus limneticus</i>	1	1	—	1	2	—	5	0,06
<i>Chroococcus minutus</i>	5	8	4	2	2	3	23	0,26
<i>Chroococcus minimus</i>	5	5	—	—	4	1	14	0,16
<i>Chroococcus turgidus</i>	5	4	—	—	—	—	8	0,09
<i>Microcystis robusta</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Anabaena constricta</i>	17	11	15	18	16	28	105	1,16
<i>Anabaena circinalis</i>	4	—	—	1	1	1	7	0,07
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	1067	902	843	980	1052	1260	6104	67,5
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	21	20	15	16	11	13	97	1,07
<i>Oscillatoria princeps</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Planktothrix agardhii</i>	100	51	65	81	70	78	444	4,92
<i>Geitlerinema amphibium</i>	189	204	207	236	204	269	1309	14,5
<i>Pseudanabaena catenata</i>	59	91	90	104	82	85	511	5,65
Total/ Divisão	1475	1297	1239	1438	1445	1737	8631	95,5
BACILLARIOPHYTA								
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	—	—	—	—	2	1	3	0,03
<i>Aulacoseira granulata</i>	—	—	—	—	1	1	2	0,02
<i>Coscinodiscus</i> sp.	1	2	2	5	—	1	12	0,14
<i>Synedra rumpens</i>	2	2	—	1	3	2	11	0,12
<i>Ulnaria ulna</i>	1	4	4	2	4	1	15	0,16
<i>Nitzschia</i> sp.	—	8	2	4	2	9	26	0,29
Total/ Divisão	5	17	8	13	11	15	69	0,76
CHLOROPHYTA								
<i>Tetraedron minimum</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Chlorella vulgaris</i>	2	9	6	10	12	8	48	0,53
<i>Monoraphidium contortum</i>	2	0	1	5	1	1	10	0,11
<i>Monoraphidium griffithii</i>	45	21	38	27	25	34	190	2,10
<i>Kirchneriella lunaris</i>	1	—	—	—	—	—	1	0,01
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	—	—	—	1	—	1	2	0,02
<i>Closterium</i> sp.	2	1	—	1	2	3	9	0,10
<i>Chlamydomonas</i> sp.	7	—	—	—	—	—	7	0,08
Total/ Divisão	60	32	45	45	40	47	269	2,97
DINOPHYTA								
<i>Gymnodinium</i> sp.	—	—	1	—	—	—	1	0,01
Total/ Divisão	—	—	1	—	—	—	1	0,01
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	28	12	8	14	2	4	68	0,75
<i>Phacus curvicauda</i>	—	—	—	—	—	1	1	0,01
<i>Trachelomonas volvocina</i>	—	—	—	—	3	—	3	0,03
Total/ Divisão	28	12	8	14	5	5	72	0,79
Fito Total							9040	

5. Considerações Finais

Pesquisas relacionadas à distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica necessitam de uma análise conjunta dos fatores abióticos e das estratégias de vida dos grupos de algas ou espécies presentes nos ambientes aquáticos. Além disso, as características morfológicas dos táxons, poder de competitividade, juntamente às adaptações evolutivas destes organismos são prerrogativas importantes para o estabelecimento e conseqüente domínio no ecossistema (GIANE e LEONARDO, 1988).

Nesse sentido, o estudo dos fatores que controlam a distribuição, composição e densidade fitoplanctônica em ecossistemas eutróficos constitui uma ferramenta importante para um melhor aproveitamento da água, sendo possível estabelecer no tempo e no espaço as melhores condições para o gerenciamento deste recurso, de forma mais segura e com diminuição dos custos durante o tratamento.

No presente trabalho os reservatórios de Mundaú e Carpina, apesar de estarem inseridos em distintas regiões fitogeográficas (Agreste e Zona da Mata, respectivamente) do estado de Pernambuco, apresentaram períodos climáticos semelhantes com a ocorrência das chuvas entre os meses de fevereiro e agosto. A diferença entre essas regiões se estabelece no volume e frequência das precipitações, que geralmente ocorrem com maior intensidade na zona da mata. Com o desenvolvimento das pesquisas foi observado, em relação às características hidrológicas, que as semelhanças continuaram com a ocorrência de baixa transparência e zona eufótica, pH alcalino, déficit de oxigênio em regiões do hipolímnio, temperatura variando entre 22 e 30°C e elevados valores de condutividade e turbidez.

As semelhanças, quanto aos aspectos climatológicos e hidrológicos observados para os dois mananciais, refletiram na composição fitoplanctônica, que apresentou de um total de 86 táxons identificados (71 em Mundaú e 61 em Carpina) mais de 50% (46spp.) comuns aos dois reservatórios. A riqueza de espécies relativamente alta apresentou as Chlorophyta como principal representante da comunidade para os dois ecossistemas e predomínio populacional das Cyanobacteria, com altas densidades durante todo o desenvolvimento das pesquisas.

As maiores densidades de Cyanobacteria são comuns e esperadas em ecossistemas eutrofizados. Nos reservatórios de Mundaú e Carpina a condição de trofia verificada nos dois mananciais acarretou características hidrológicas relativamente próximas, que adicionadas às climáticas propiciaram o melhor desenvolvimento das Cyanobacteria, indicando vantagem competitiva quanto aos demais grupos. Além das condições ambientais favoráveis amplamente difundidas, como elevadas concentrações de nutrientes, principalmente N e P, pH levemente ácido e águas com elevadas temperaturas, a possibilidade de assimilar luz em baixa intensidade, regulação da flutuação através de vacúolos gasosos, condição pouco palatável,

maior velocidade reprodutiva e produção de toxinas são algumas outras características, inatas às Cyanobacteria, que as favorecem quanto ao domínio, nos mais variados ecossistemas aquáticos (DOKULIL e TEUBNER, 2000; BITTENCOURT-OLIVEIRA e MOLICA, 2003; CALIJURI et al., 2006).

Nos dois mananciais estudados as densidades médias fitoplanctônicas apresentaram-se maiores durante o período chuvoso. Tal padrão foi uma característica análoga para todos os grupos observados no reservatório de Carpina e para as Bacillariophyta, Euglenophyta e Dinophyta de Mundaú. A dinâmica sazonal fitoplanctônica, de uma forma geral, demonstra o estabelecimento de maiores concentrações de populações, em estações climáticas com elevadas temperaturas (BITTENCOURT-OLIVEIRA e MOLICA, 2003; BOUVY et al., 2006). No entanto, para os ecossistemas de clima tropical, principalmente em ambientes eutrofizados da região semiárida, que apresentam maior concentração de nutrientes e altas temperaturas durante todo o ano, não há padrões definidos para o crescimento da densidade. As populações fitoplanctônicas nesses ambientes encontram-se sempre elevadas, com pequenas diferenças entre os períodos sazonais, apresentando maiores concentrações ora no seco, ora no chuvoso.

Apesar da sazonalidade não estabelecer um padrão determinado para regulação da densidade fitoplanctônica, pois como já foi observado, os organismos podem apresentar aumento ou decréscimo de suas populações, deve-se considerar que de qualquer forma as mudanças climáticas provocam alterações na sua estrutura e, nos mananciais estudados foi observado relação entre a precipitação pluviométrica e o desenvolvimento populacional da comunidade.

Dessa forma, considerando o grupo de maior representatividade da comunidade, foi observado que na presença das precipitações a população de Cyanobacteria diminuiu no reservatório de Mundaú, enquanto em Carpina apresentou situação inversa. Analisando a espécie dominante nos mananciais, a Cyanobacteria *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju, demonstrou desempenho oposto, com aumento em Mundaú e diminuição em Carpina. Tal diferenciação pode está relacionada à morfologia de *Cylindrospermopsis raciborskii*, que apresentou dois morfotipos nos ambientes estudados: o reto, com maior densidade em Mundaú e o espiralado, apresentando maiores populações em Carpina. De acordo com Padisak et al. (2003), as formas fitoplanctônicas filamentosas retas apresentam maior flutuabilidade do que as filamentosas espiraladas, nesse sentido pode-se supor que devido às alterações de mistura provocadas pela intensidade das precipitações, as espécies filamentosas retas passaram a ter vantagem sobre as espiraladas. Essa hipótese foi reforçada no período chuvoso de Carpina quando as espécies coexistentes retas, *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Pseudanabaena catenata* Lauterborn,

Geitlerinema amphibium (C. Agardh) Anagnostidis e *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler, passaram a apresentar maiores populações em detrimento à *Cylindrospermopsis raciborskii* espiralada. Entre os morfotipos de *Cylindrospermopsis raciborskii*, as relações de crescimento populacional foram diretamente proporcionais. Tais observações sugerem estudos mais aprofundados. Ainda é válido salientar que não se sabe ao certo qual seria a razão evolutiva para espiralar, no entanto sabe-se que não está relacionada com a flutuabilidade (PADISAK et al., 2003).

Quanto à distribuição vertical ocorreram distintos padrões nos mananciais, definidos pelo estabelecimento de estratificações da temperatura. No reservatório de Mundaú onde foram observadas estratificações mais acentuadas ao longo de todo o período estudado os grupos fitoplanctônicos concentraram a maior parte de suas populações até a profundidade de dois metros (2,0m). Em Carpina, ocorreram algumas alterações em função da sazonalidade: no período seco, a ocorrência de estratificações melhor definidas propiciou distribuição homogênea para as Cyanobacteria e Chlorophyta; Bacillariophyta mostrou maiores densidades nas profundidades intermediárias (1,0 e 2,0m) e na mais profunda (10,0m); e Euglenophyta apresentou-se mais densa nas superficiais (Sup. e 1,0m); no chuvoso, todos os grupos apresentaram maiores densidades nas profundidades superficiais (Sup. e 1,0m).

A distribuição vertical da comunidade fitoplanctônica é regulada por inúmeros fatores como circulação da massa d'água, disponibilidade de luz, concentração de nutrientes e predação (BERGER et al., 2006; BOUVY et al., 2006). No presente estudo, a condição trófica dos mananciais nos permite supor que a disponibilidade de nutrientes talvez não tenha sido considerada como um fator limitante ou regulador da distribuição fitoplanctônica. De acordo com as nossas observações e análises estatísticas, tais eventos estiveram associados à mistura da coluna d'água, influenciada pela morfometria e fatores climáticos (precipitação pluviométrica e velocidade dos ventos), assim como pela disponibilidade de luz, sendo esta regulada pela turbidez e sólidos totais dissolvidos.

Apesar disso, outro importante fator deve ser considerado: os atributos das espécies abundantes que regulam as distribuições verticais e reforçam o prevaletimento destes táxons dentro da comunidade. No presente estudo, os táxons abundantes foram responsáveis por mais de 90% do total das densidades observadas nos mananciais. Dentre os dezesseis táxons mais representativos no reservatório de Mundaú e onze de Carpina, três foram comuns aos dois mananciais (*Cylindrospermopsis raciborskii*, *Synedra rumpens* Kützing e *Geitlerinema amphibium*), os quais contribuíram com as maiores densidades. Algumas espécies abundantes apresentaram distribuições diferenciadas, como às do gênero *Merismopedia* que concentraram suas populações nas camadas mais profundas; as do grupo das Cyanobacteria, de uma

maneira geral, que apresentam recursos de regulação vertical como os vacúolos gasosos; e a diatomácea de maior representatividade, *Synedra rumpens*, que apresenta pequenas dimensões com densidade absoluta próxima a da água concentrando suas populações nas camadas superficiais. Dessa forma, as características morfológicas assim como os aspectos fisiológicos desses táxons também definiram a regulação vertical da comunidade.

Dentro desse contexto, as tendências de distribuição fitoplanctônica nos mananciais estudados demonstraram que durante o período chuvoso as menores densidades apresentadas nas profundidades do hipolímnio podem indicar uma fonte alternativa de captação de água na presença de florações de Cyanobacteria, comprovadamente não tóxicas. Nesse sentido, salienta-se que no presente estudo a ocorrência de espécies desse grupo que apresentam histórico na produção de toxinas (*Cylindrospermopsis raciborskii*, *Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing, *Planktothrix agardhii*, *Anabaena circinalis* Rabenhorst) foi constante, o que representa eminente risco à saúde pública (CHORUS e BARTRAM, 1999). Estudos em reservatórios do estado de Pernambuco têm relatado o aparecimento de florações tóxicas (JOCHIMSEN et al., 1998; MOLICA et al., 2002; MOLICA et al., 2005).

Portanto o estudo da distribuição vertical e sazonal da comunidade fitoplanctônica em dois reservatórios eutróficos do estado de Pernambuco revelou importantes características do desenvolvimento destes organismos, além de relevante diagnóstico da situação dos mananciais quanto à presença de Cyanobacteria, contribuindo para o conhecimento de corpos d'água eutrofizados da região semiárida do Brasil, utilizados no abastecimento público.