

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE AMBIENTES
AQUÁTICOS CONTINENTAIS

**VARIAÇÃO INTERANUAL (2000-2005) DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO ISOLADO DO PARQUE ESTADUAL
DO RIO IVINHEMA (MS)**

Vânia Mara Bovo Scomparin

Maringá - Paraná

2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Vânia Mara Bovo Scomparin

**VARIAÇÃO INTERANUAL (2000-2005) DA
COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA EM UM LAGO
DE INUNDAÇÃO ISOLADO DO PARQUE ESTADUAL
DO RIO IVINHEMA (MS)**

**Dissertação apresentada ao Curso de
Mestrado do Programa de Pós-Graduação em
Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais,
do Departamento de Biologia, da Universidade
Estadual de Maringá, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em Ciências
Ambientais.**

Orientadora: Dr.^a Sueli Train

Maringá – Paraná

2007

*‘Não há nada como
um sonho para criar o
futuro’*

Victor Hugo

**À minha mãe Maria, ao
meu esposo Anderson e a minha
avó Ilda, Dedico.**

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambient

SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Introdução.....	1
Material e Métodos.....	3
Área de estudo.....	3
Metodologia de campo e laboratório.....	4
Resultados.....	7
Discussão.....	18
Referências.....	27

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo analisar a variação interanual da comunidade fitoplanctônica, quanto à composição, densidade (método de Utermöhl), biomassa, estimada pelo biovolume, estrutura de tamanho (GALD) e riqueza de espécies, em função de fatores ambientais, em um lago de inundação isolado (lagoa Ventura) do Parque Estadual do Rio Ivinhema (MS). As amostragens de fitoplâncton foram realizadas à sub-superfície da zona pelágica do lago, trimestralmente, no período de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, exceto no ano de 2003, quando a periodicidade foi semestral e no ano de 2005, quando também foi realizada uma amostragem no mês de fevereiro. Foram identificados 132 táxons, sendo Chlorophyceae o grupo mais especioso. A riqueza de espécies foi maior no mês de junho de 2005, ano em que a lagoa Ventura sofreu inundação. Os maiores valores de densidade fitoplanctônica foram registrados nos meses de novembro de 2001 (3068 ind.mL^{-1}), março de 2003 (2897 ind.mL^{-1}) e junho de 2005 (3171 ind.mL^{-1}), sendo dominantes espécies nanoplanctônicas ($<20\mu\text{m}$) de Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Cryptophyceae. Os maiores valores de biovolume ocorreram nos meses de agosto ($36,28 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) e novembro ($31,38 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) de 2002 e junho de 2005 ($28,23 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$). Espécies de cianobactérias de elevado tamanho apresentaram maior contribuição para o biovolume fitoplanctônico, com dominância de *Anabaena planctonica* e *Radiocystis fernandoi*. A variação sazonal da biomassa fitoplanctônica na lagoa Ventura indicou uma influência determinística do regime hidrossedimentológico dos rios Paraná e Ivinhema sobre este ambiente. Em geral, nos períodos em que foi observada a maior influência destes rios sobre a lagoa Ventura, foram verificados baixos valores de biovolume, sendo a maior contribuição de Bacillariophyceae e Cryptophyceae, enquanto que nos períodos de águas baixas, Cyanobacteria foi o principal grupo dominante. Os fenômenos *La Niña* e *El Niño*, provavelmente, contribuíram para a variação interanual da comunidade fitoplanctônica. Nos anos de 2000 e 2001, sob influência do fenômeno *La Niña*, houve dominância maciça de Cyanobacteria. Nos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, em períodos sob influência do fenômeno *El Niño*, além de Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Cryptophyceae também foram dominantes.

Palavras-chave: Fitoplâncton, variação sazonal e interanual, lago de inundação, Parque Estadual do Rio Ivinhema.

ABSTRACT

The aim of this research was to analyze the interannual variation of the phytoplanktonic community composition, density (Utermöhl method), biomass (estimated by the biovolume), size structure (GALD) and species richness in relation with environmental factors, in an isolated floodplain lake (Ventura lagoon) located at Ivinhema River State Park (Mato Grosso, Brazil). The phytoplankton samplings were realized quarterly, at subsurface of pelagic zone of the lagoon, between February of 2000 and March of 2006, except in 2003, when were done just two samplings, and in 2005, when was done an additional sampling in February. There were identified 132 taxa, with Chlorophyceae as the group presenting more species. The species richness was higher in June of 2005, the same year that this lagoon was flooded. The highest values of phytoplanktonic density were observed in November of 2001 (3068 ind.mL^{-1}), March of 2003 (2897 ind.mL^{-1}) and June of 2005 (3171 ind.mL^{-1}), with dominance of Cyanobacteria, Bacillariophyceae and Cryptophyceae nanoplanktonic species ($<20 \mu\text{m}$). The highest biovolume values occur in August ($36,28 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) and November of 2002 ($31,38 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$) and in June of 2005 ($28,23 \text{ mm}^3.\text{L}^{-1}$). High-size Cyanobacteria species presented the highest contribution for the phytoplanktonic biovolume, in which *Anabaena planctonica* and *Radiocystis fernandoi* were dominant. The seasonal variation of the phytoplanktonic biomass in Ventura lagoon suggests a deterministic influence of the hydro-sedimentological regime of Paraná and Ivinhema Rivers upon this environment. In general, during the periods that this influence was high, low biovolume values were verified, with Bacillariophyceae and Cryptophyceae as the groups with most contribution, whereas Cyanobacteria was the dominant group during the low-water periods. Probably, *La Niña* and *El Niño* phenomenon contributed to the interannual variation of the phytoplanktonic community. In 2000 and 2001, under the influence of *La Niña* phenomenon, Cyanobacteria was massively dominant. In 2002, 2003, 2004 and 2005, during the influence of *El Niño* phenomenon, besides Cyanobacteria, Bacillariophyceae and Cryptophyceae were also dominant.

Key-words: Phytoplankton, seasonal and interannual variation, floodplain lake, Ivinhema River State Park.

INTRODUÇÃO

A maioria dos rios de grande ou médio porte possui áreas alagáveis adjacentes, que em conjunto com a calha principal, constituem os sistemas denominados rios-planícies de inundação (Junk et al., 1989). Estes sistemas são caracterizados por apresentar uma notável heterogeneidade ambiental, produzida por complexas interações entre águas superficiais, subterrâneas e sistemas ripários, o que proporciona aos ambientes uma alta biodiversidade (Thomaz et al., 1997; Tockner et al., 1999; Ward et al., 1999; Ward & Tockner, 2001; Thomaz et al., 2004).

A planície de inundação do alto rio Paraná constitui uma área de acumulação de sedimento que ocupa toda a calha do rio no segmento compreendido entre a Usina Hidrelétrica (UHE) Engenheiro Sérgio Motta (Porto Primavera, SP) e o remanso do reservatório da UHE de Itaipu (Guairá, PR). Apresenta 230 Km de extensão, 20 Km de largura e nela se anastomosam numerosos canais secundários, lagos e rios (Souza Filho & Stevaux, 1997, 2004). A área das imediações da foz do rio Ivinhema, principal afluente do rio Paraná em sua margem direita neste trecho da planície, mantém maior grau de integridade das condições originais e está inserida no Parque Estadual do Rio Ivinhema (Agostinho et al., 2002). Deste modo, os lagos de inu.5(2)-9.83821(a)388(i)0.441715(r)4.01715(r)4.017424(o)-3.71568()-233.157(l)-9.83

águas altas geralmente são encontrados reduzidos valores de densidade e biomassa fitoplanctônica nos lagos de inundação, porém, podem ser registrados elevados valores de riqueza específica, o que indica a importância da influência lótica na estrutura da comunidade (Garcia de Emiliani, 1993, 1997; Espíndola et al., 1996; Train & Rodrigues, 2004; Henry et al., 2006). Neste período, espécies invasoras e aquisitivas (*sensu* Reynolds, 1988, 1997), adaptadas à mistura da coluna de água, são geralmente abundantes (Garcia de Emiliani, 1997; Huszar & Reynolds, 1997; Train, 1998).

Lagos de inundação isolados e mais distantes do canal principal do rio são alimentados exclusivamente pelo lençol freático, exceto em cheias excepcionais, quando podem sofrer influência lótica mais pronunciada (Thomaz et al., 1997, 2004). Depois de vários meses de isolamento desses ambientes, espécies aclimatáveis (*sensu* Reynolds, 1988, 1997), principalmente cianobactérias fixadoras de nitrogênio, são geralmente abundantes (Lewis et al., 2000; Train & Rodrigues, 2004; Train et al., 2004).

A maioria dos estudos desenvolvidos com o objetivo de entender a influência dos fatores ambientais sobre o fitoplâncton avalia as mudanças dessa comunidade abordando exclusivamente os grupos filogenéticos. No entanto, estudos que também abordam os grupos funcionais fitoplanctônicos são mais eficazes por agruparem espécies com semelhantes adaptações fisiológicas e comportamentais, independentemente dos grupos filogenéticos a que pertencem (Reynolds et al., 2002).

Os grupos funcionais fornecem informações adicionais sobre a ecologia do fitoplâncton e podem ser utilizados para confirmar os métodos quantitativos que descrevem a estrutura e a variação da comunidade fitoplanctônica (Fabro & Duivenvoorden, 2000; Kruk et al., 2002; Reynolds et al., 2002). Desta maneira, estudos que enfocam mudanças na biomassa fitoplanctônica abordando estes grupos permitem prever de maneira mais eficaz as condições do ambiente do que os que enfocam apenas os grupos filogenéticos (Reynolds, 1988; 1997; Huszar & Caraco, 1998; Padisák & Reynolds, 1998; Melo & Huszar, 2000; Huszar et al., 2000; Marinho & Huszar, 2002; Reynolds et al., 2002).

Existem poucos estudos sobre a comunidade fitoplanctônica de lagos isolados da planície de inundação do rio Paraná, podendo ser citados os trabalhos de Garcia de Emiliani (1993), Jati & Train (1993, 1994), Zalocar de Domitrovic (1990, 1993, 2003), Train & Rodrigues (1997), Izaguirre et al. (2004), Train et al. (2004) e Bovo-Scomparin et al. (2005).

A escassez de publicações sobre a estrutura e dinâmica do fitoplâncton em lagos isolados da planície de inundação do alto rio Paraná e a ausência de trabalhos enfocando a variação sazonal e interanual desta comunidade nesse tipo de ambiente ressaltam a necessidade de estudos de longa duração, enfocando a riqueza e a biomassa fitoplanctônica dos mesmos. Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a variação interanual da comunidade fitoplanctônica, em função de fatores ambientais, em um lago de inundação isolado (lagoa Ventura) do Parque Estadual do Rio Ivinhema (MS), último ecossistema de várzea livre de represamento, da bacia do alto rio Paraná. Assim têm-se como hipótese que as características geomorfológicas e hidrodinâmicas da lagoa Ventura são mais importantes na determinação das variações interanuais da composição, riqueza, densidade e biomassa das espécies fitoplanctônicas, do que a influência do regime hidrossedimentológico dos rios Ivinhema e Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O rio Ivinhema, importante tributário do rio Paraná, apresenta relação largura profundidade de 22:1, e alta velocidade de corrente (aproximadamente 0,85m/s), com padrão meândrico de drenagem. Em conjunto com o rio Paraná (principal canal ativo), rio Baía e canal Curutuba, é responsável pela drenagem da bacia hidrográfica do alto Paraná (Souza Filho & Stevaux, 1997, 2004). O presente estudo foi realizado em um lago de inundação isolado (lagoa Ventura), localizado na margem esquerda do baixo rio Ivinhema. Este ambiente, considerado um lago de canal abandonado, está inserido no Parque Estadual do Rio Ivinhema, que possui uma área de 73.315,15 ha (Guerra et al., 2004) e localiza-se na planície de inundação do alto rio Paraná (Figura 1).

A lagoa Ventura (22°51'S; 53°36'W) apresenta escassa vegetação arbórea em uma das margens, gramíneas na outra e poucos bancos de macrófitas aquáticas. Possui comprimento de 2.084,82m, área de 89,8ha e profundidade média de 2,5m. Distancia-se 200m do rio Ivinhema e apresenta um dique marginal com altura de 3m na margem paralela a este rio, sendo o restante do perímetro formado por margens baixas.

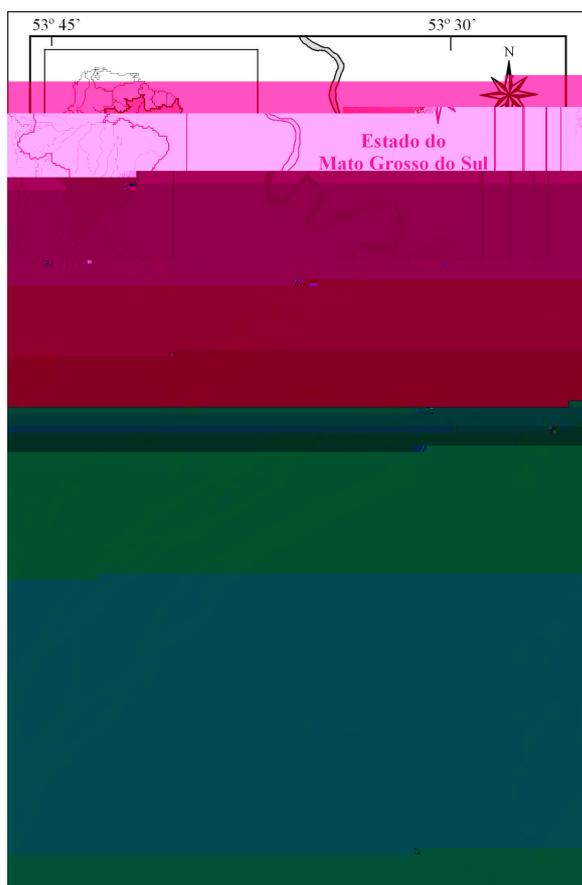


Figura 1: Mapa e localização da estação de amostragem na lagoa Ventura, planície de inundação do alto rio Paraná.

Metodologia de campo e laboratório

As amostragens de fitoplâncton foram efetuadas durante o período de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, sendo coletadas trimestralmente, exceto no ano de 2003, quando a periodicidade foi semestral (março e setembro) e no ano de 2005, quando em condições de cheia excepcional, foi coletado fitoplâncton no mês de fevereiro. As amostragens foram realizadas em uma estação, a sub-superfície (20cm de profundidade), no centro da zona pelágica do lago. As amostras de fitoplâncton total foram coletadas diretamente com frascos, fixadas com solução de lugol acético a 1% e mantidas no escuro. Paralelamente, amostras de fitoplâncton foram coletadas com rede de plâncton de abertura de malha de 15 μ m, fixadas com solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2006), visando concentrar o material para auxiliar na análise taxonômica.

O sistema de classificação proposto por Reviere (2003) foi adotado para o enquadramento taxonômico das algas eucarióticas ao nível de Classe. Para o enquadramento dos táxons de Cyanobacteria seguiu-se Komárek & Anagnostidis (1989, 1998, 2005). A densidade fitoplanctônica foi estimada mediante o uso de microscópio invertido, segundo o método de Utermöhl (1958). O volume sedimentado foi definido de acordo com a concentração de algas e/ou detritos presentes na amostra e o tempo de sedimentação conforme a altura da câmara, sendo de pelo menos três horas para cada centímetro de altura da câmara de sedimentação (Margalef, 1983). A contagem foi realizada aleatoriamente, por campos, até a obtenção de 100 indivíduos da espécie mais abundante, sendo o erro inferior a 20%, a um coeficiente de confiança de 95% (Lund et al., 1958). O cálculo da densidade foi realizado de acordo com APHA (1995), sendo o resultado expresso em indivíduos (células, cenóbios, colônias ou filamentos) por mililitro, ou seja, considerando as formas em que as algas ocorrem na natureza.

A biomassa fitoplanctônica foi estimada através do cálculo do biovolume, multiplicando-se a densidade de cada táxon pelo seu respectivo volume. O volume de cada célula foi calculado a partir de modelos geométricos aproximados à forma dos indivíduos como, esferas, cilindros, cones, paralelepípedos, pirâmides, elipses e outros (Edler, 1979; Wetzel & Linkens, 2000).

Para análise da estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica, as algas foram agrupadas de acordo com a máxima dimensão linear axial (GALD – “Greatest axial linear dimension”). Foram considerados quatro grupos de tamanho: >1-20 μm (Grupo 1); >20-40 μm (Grupo 2); >40-100 μm (Grupo 3) e >100 μm (Grupo 4) (Train & Rodrigues, 1998). As espécies que apresentaram contribuição acima de 10% para a biomassa fitoplanctônica foram enquadradas em grupos funcionais, de acordo com os critérios estabelecidos por Reynolds (1997), Huszar et al. (2000), Reynolds et al. (2002) e Padisak et al. (2006). As espécies dominantes foram consideradas como aquelas que ocorreram em densidades ou biovolumes superiores a 10% da densidade ou biovolume total da amostra, de acordo com Huszar & Caraco (1998). Para a riqueza de espécies foi considerado o número total de táxons de cada amostra.

A temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$), pH, condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) foram obtidos por meio de potenciômetros digitais portáteis. A transparência da

coluna d'água (m) foi obtida por meio do disco de Secchi e a turbidez com o auxílio de turbidímetro. Foram determinadas as concentrações de fósforo total – PT, fósforo solúvel reativo – PSR (Golterman et al., 1978), nitrogênio total - NT (Mackereth et al., 1978), nitrato – NO_3^- , nitrito - NO_2^- (Giné et al., 1980) e amônio – NH_4^+ (Koroleff, 1978). Para o ano de 2001, foram consideradas apenas as variáveis ambientais obtidas nos meses de fevereiro e agosto. A zona eufótica (Z_{eu}) foi calculada como sendo 2,7 vezes a profundidade do disco de Secchi (Cole, 1994) e a razão N:P foi calculada como sendo a razão molar entre nitrogênio ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^-$) e fósforo (PSR). Os períodos sob influência dos fenômenos *La Niña* e *El Niño* foram definidos de acordo com McPhaden et al. (2006).

As variáveis físicas e químicas foram fornecidas pelo Laboratório de Limnologia Básica do Nupélia, enquanto que os índices pluviométricos e os níveis hidrométricos dos rios Paraná e Ivinhema foram fornecidos, respectivamente, pela Agência Nacional de Águas (ANA) e Itaipu Binacional. Foram considerados períodos de cheia dos rios Ivinhema e Paraná aqueles em que os níveis hidrométricos destes rios foram superiores a 2,75 e 4,5 metros, respectivamente, por caracterizarem o início dos processos de inundação resultantes da ação destes hidrossistemas (Rocha, 2002; Comunello et al., 2003). Foram considerados períodos de águas altas na lagoa Ventura aqueles em que a profundidade deste ambiente foi superior a 3 metros.

As variáveis abióticas foram correlacionadas com os dados de riqueza, densidade e biomassa fitoplanctônica através da correlação de Spearman e os valores de profundidade da lagoa Ventura foram correlacionados com os níveis hidrométricos dos rios Ivinhema e Paraná, através da correlação de Pearson, utilizando o programa Statistica versão 7.1 (StatiSoft Inc., 2005). Foi realizada análise de regressão linear múltipla (usando para seleção das variáveis o procedimento “Forward-stepwise”) para construção de modelos com a finalidade de prever a biomassa fitoplanctônica total como variável resposta do ambiente. Para tanto, foram utilizados valores de temperatura, pH, condutividade elétrica, turbidez, nitrato (NO_3^-), amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrogênio total (NT), fósforo solúvel reativo (PSR), fósforo total (PT) e razão N:P. Os pressupostos da regressão linear múltipla (normalidade e homocedasticidade) foram analisados nos resíduos.

RESULTADOS

Foram observados padrões de sazonalidade quanto à variação da precipitação no período de 2000 a 2004, com maiores valores nos meses de setembro a maio. O regime hidrossedimentológico do rio Ivinhema mostrou ciclos anuais bastante irregulares, com os maiores valores de nível hidrométrico (acima de 2,75 metros) registrados nos meses de setembro de 2000, fevereiro e novembro de 2001, fevereiro e março de 2002, junho de 2004 e janeiro e dezembro de 2005 (Figura 2).

O regime hidrossedimentológico do rio Paraná também apresentou ciclos anuais irregulares (Figura 2), como já verificado em estudos anteriores (Thomaz et al., 2004). Não ocorreram cheias pronunciadas nos períodos de 2000, 2001 e 2004, quando os valores do nível hidrométrico do rio Paraná foram inferiores a 4,6 metros. O rio Paraná apresentou os maiores níveis hidrométricos nos meses de janeiro a março de 2002, 2003 e 2005, períodos sob influência do fenômeno *El Niño*, atingindo o valor máximo de 6,75 metros em janeiro de 2005, período em que ocorreu cheia excepcional neste rio.

Nos períodos em que foram observados os maiores valores do nível hidrométrico do rio Ivinhema (junho de 2004), do rio Paraná (março de 2003) e dos dois ocorrendo concomitantemente (fevereiro de 2002 e 2005), além dos meses de dezembro de 2004 (período que ocorreu elevada precipitação) e março de 2005 (período de retração da água após a cheia excepcional), foram verificados os maiores valores de profundidade da lagoa Ventura (Figura 2, Tabela 1). Apenas no mês de fevereiro de 2005, este lago sofreu influência lótica direta pelo rio Paraná, por ocasião da cheia excepcional do mesmo. A profundidade da lagoa Ventura esteve correlacionada positivamente com os níveis hidrométricos dos rios Ivinhema ($r= 0,62$) e Paraná ($r= 0,54$).

Foram identificados 132 táxons (Tabela 2), distribuídos nos grupos Chlorophyceae (33,3%), Cyanobacteria (21,9%), Bacillariophyceae (16,6%), Euglenophyceae (7,5%), Zygnemaphyceae (7,5%), Cryptophyceae (5,3%), Xanthophyceae (3,7%), Chrysophyceae (2,2%) e Dinophyceae (1,5%). Os gêneros *Trachelomonas* (Euglenophyceae), *Monoraphidium*, *Scenedesmus* e *Aulacoseira* (Bacillariophyceae) foram os mais representativos quanto ao número de táxons.

Os valores de riqueza de espécies foram em geral baixos, inferiores a 20 táxons, no entanto, foi verificado um aumento destes valores nos meses de maio a novembro de 2002 e

Tabela 1: Valores de temperatura da água (sub-superfície da zona pelágica), profundidade, zona eufótica (Z_{eu}), pH, condutividade elétrica (cond.), oxigênio dissolvido (O_2), turbidez (turb.), nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônio (NH_4^+), nitrogênio total (NT), fósforo solúvel reativo (PSR), fósforo total (PT) e razão N:P registrados na lagoa Ventura durante os períodos de águas altas (AA) e águas baixas (AB).

Ano	Mês	T (°C)	Prof (m)	Z_{eu} (m)	pH	Cond ($\mu S.cm^{-1}$)	O_2 ($mg.L^{-1}$)	Turb. (NTU)	NO_3^- ($\mu g.L^{-1}$)	NO_2^- ($\mu g.L^{-1}$)	NH_4^+ ($\mu g.L^{-1}$)	NT ($\mu g.L^{-1}$)	PSR ($\mu g.L^{-1}$)	PT ($\mu g.L^{-1}$)	N:P
2000	Fev-AB	25,6	2,2	0,27	6,79	38	7,2	128,7	98	0,0	3,7	499	10	65	16,9
	Mai-AB	23,5	2,3	0,40	6,78	50	6,7	126,5	15,8	2,7	0,1	435,3	1,3	96	23,3
	Ago-AB	17,7	2,2	0,54	7,04	46,1	8,1	101,3	211,4	1,5	10	422,8	19	38	19,7
	Nov-AB	27,4	1,9	0,54	6,65	43,8	6,6	73,2	209,4	2,0	2,8	687,4	17	67	19,9
2001	Fev-AB	29,5	2,7	0,54	6,9	42,8	6,9	72,9	4,2	1,8	5,2	856,1	7,6	56,2	4,9
	Ago-AB	21,8	2,5	0,40	6,6	35	6,9	86,7	131,6	2,1	5,6	529	17	52,5	13,8
2002	Fev-AA	28,4	5	1,35	7,8	30,3	7	5,3	64,4	2,4	8,5	501	12,9	40,3	11,5
	Mai-AB	26	2,4	1,62	6,9	44,4	6,8	8	2,5	16,6	7,8	575,5	3,1	51,7	25,5
	Ago-AB	20	2,7	1,08	7	35,2	7,7	17,6	6,4	2,5	2	446,1	4,4	44,9	5,8
	Nov-AB	30,3	2,4	2,40	6,7	36,1	6,8	42,8	13,5	4,2	5,9	789,3	2,9	106,3	20,8
2003	Mar-AA	32,3	3,1	0,54	6,17	49	4,01	30,4	93,9	8,4	2,9	556,8	12,3	122,9	14,3
	Set-AB	19,4	2,0	0,94	7,25	40,4	8,13	47,4	25,6	1,0	6,4	511,7	21,1	92,8	3,5
2004	Mar-AB	27,3	2	0,40	6,7	29,2	6,3	198	192	6,5	10,7	668,8	13,5	84,8	26,9
	Jun-AA	16,8	3,2	0,40	5,6	31,2	7,8	151	151,2	10,9	37,3	759,6	10,3	134,6	43,7
	Set-AB	23,9	2,3	0,54	6	37,8	7	121	199,9	13,1	5,9	1019,5	14,5	136,8	25,1
	Dez-AA	27,7	3,1	0,54	6,1	36,9	6,5	111	188,5	6,8	3,9	930,2	5	74,7	64,6
2005	Mar-AA	29,7	3,5	3,24	6,8	53,6	4,5	4,9	n.d	0,9	52,3	443,8	6,2	32,1	44,8
	Jun-AB	23,5	2,6	1,62	7,1	51,7	7,4	9,8	n.d	4,7	3,3	784,5	5,8	45	4,6
	Set-AB	17,8	2,0	0,40	6,3	30	8,3	141,9	105,1	1,1	30,1	1169,1	15,9	49,5	20,2
	Dez-AB	26,7	2,2	0,27	6,6	29,9	7,4	142,1	224,3	4,0	3,5	1210	8,1	57,3	45,7

n.d.= não detectado

Quanto à contribuição dos grupos taxonômicos à riqueza de espécies, Chlorophyceae, Cyanobacteria, Bacillariophyceae e Cryptophyceae foram os mais especiosos (Figura 3). A riqueza de espécies de Chlorophyceae e Cyanobacteria esteve correlacionada negativamente com a turbidez ($R= -0,63$ e $-0,46$, respectivamente) e a riqueza de espécies de Cyanobacteria também esteve correlacionada negativamente com as concentrações de nitrato ($R= -0,66$).

No ano 2005, os grupos fitoplanctônicos tiveram um incremento na riqueza de espécies, registrando-se a presença de espécies pertencentes à Classe Zygnemaphyceae, até então não registrada neste ambiente (Figura 3), assim como também de dezesseis espécies para o grupo Chlorophyceae, dez para Bacillariophyceae e sete para Cyanobacteria.

Tabela 2: Táxons fitoplanctônicos identificados na Lagoa Ventura durante período de estudo.

CYANOBACTERIA	
<i>Anabaena circinalis</i> Rab.	<i>Limnothrix</i> cf. <i>redekei</i> Anag. & Kom.
<i>Anabaena planctonica</i> Brun.	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.
<i>Anabaena solitaria</i> Kom.	<i>Microcystis protocystis</i> Crow.
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	<i>Microcystis smithii</i> Kom. et Anag.
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & West	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Kom.) Kom.
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.	<i>Planktolynghya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Kom. et Anag.
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Strom	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Huber-Pest. & Naum.) Bour.
<i>Chroococcus aphanocapsoides</i> Skuja	<i>Pseudanabaena</i> sp.
<i>Coelomoron pusillum</i> (Van Goor) Kom.	<i>Radiocystis fernandoi</i> Kom. & Kom.-Legn.
<i>Coelomoron tropicale</i> Sen. Peres & Kom. et al.	<i>Rhabdogloea ellipsoidea</i> Schr.
<i>Cyanostylon plancticum</i> Hind.	<i>Rhabdogloea smithii</i> (R. et al. F. Chod.) Kom.
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Wolosz.) Seen. & Sub. Raj.	<i>Snowella</i> cf. <i>atomus</i> Kom. & Hind
<i>Geitlerinema</i> sp.	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	
CHLOROPHYCEAE	
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.	<i>Kirchneriella contorta</i> (Schm.) Bohl.
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.
<i>Ankyra ancora</i> (G.W. Smith) Fott	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. – Legn.
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith.) Fott	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.
<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.
<i>Closteriopsis</i> sp.	<i>Monoraphidium tortile</i> (W. & G.S. West) Kom.- Legn.
<i>Coelastrum microporum</i> Näg. In A. Br.	<i>Oocystis borgei</i> Snow
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Kors.	<i>Oocystis lacustris</i> Chod.
<i>Coenochloris hindakii</i> Kom.	<i>Oocystis solitaria</i> Wittr. et Nordst.
<i>Coenocystis planctonica</i> Kors.	<i>Paradoxia multiseta</i> Swir.
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.	<i>Pteromonas variabilis</i> Huber-Pest.
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. & G. S. West	<i>Scenedesmus acunae</i> Com.
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Kom.	<i>Scenedesmus ecornis</i> (Her.) Chod.
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>spinus</i> (Fritsch et Rich) Hegew.	<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.
<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Scenedesmus obliquus</i> (Turp.) Kütz.
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.	<i>Scenedesmus ovalternos</i> Chod.
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.	<i>Schroederia antillarum</i> Kom.
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz	<i>Selenodictium brasiliense</i> Uherk. & Schm. ex. Com. & Kom.
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. sensu Kom.	<i>Sphaerellopsis</i> sp.
<i>Fusola</i> sp.	<i>Treubaria triappendiculata</i> Bern.
BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Achnanthisidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grun.) Holk & Klee
<i>Anomoeoneis</i> sp.	<i>Fragilaria capucina</i> Desm.
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim.	<i>Fragilaria</i> sp.
<i>Aulacoseira distans</i> (Her.) Sim.	<i>Melosira varians</i> C. Agardh.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i>	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>granulata</i>	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz. ex Rabenh.
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemm.) Sim.	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) Wm. Sm.
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Thalassiosira</i> sp.
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzs.) Comp.
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.
EUGLENOPHYCEAE	
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj. var. <i>tortus</i> Lemm.	<i>Trachelomonas sculpta</i> Balech.
<i>Phacus orbicularis</i> Hübn.	<i>Trachelomonas similis</i> Stokes
<i>Strombomonas scabra</i> (Playf.) Tell & Conf.	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.
<i>Trachelomonas planctonica</i> Swir.	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>volzii</i> Lemm.
<i>Trachelomonas scabra</i> Playf.	<i>Trachelomonas</i> sp.

ZYGNEMAPHYCEAE

Closterium calosporum Wittr.
Closterium toxon W. West.
Cosmarium regnesi Reins.
Gonatozygon kinahanii (Arch.) Rab.
Onychonema laeve Nordst.

Staurastrum leptocladum Nordst.
Staurastrum tetracerum (Kütz.) Ralfs ex Ralfs
Staurastrum sp.
Staurodesmus cuspidatus (Bréb.) Teil.
Staurodesmus triangularis (Lagerh.) Teil.

CRYPTOPHYCEAE

Chroomonas acuta Uterm.
Chroomonas sp.
Cryptomonas brasiliensis Castro, Bic. & Bic.
Cryptomonas curvata Ehr. Emend. Pen.

Cryptomonas marssonii Skuja
Cryptomonas sp.
Plagioselmis sp.

XANTHOPHYCEAE

Bracchiogonium ophiaster Pascher. In Ettl
Goniochloris contorta (Bourr.) Ettl
Isthmochloron neustonica Zal. & Pizz.

Tetraedriella jovetti (Bour) Bour
Tetraplektron torsum (Skuja) Dedus. Scæg.

CHRYSOPHYCEAE

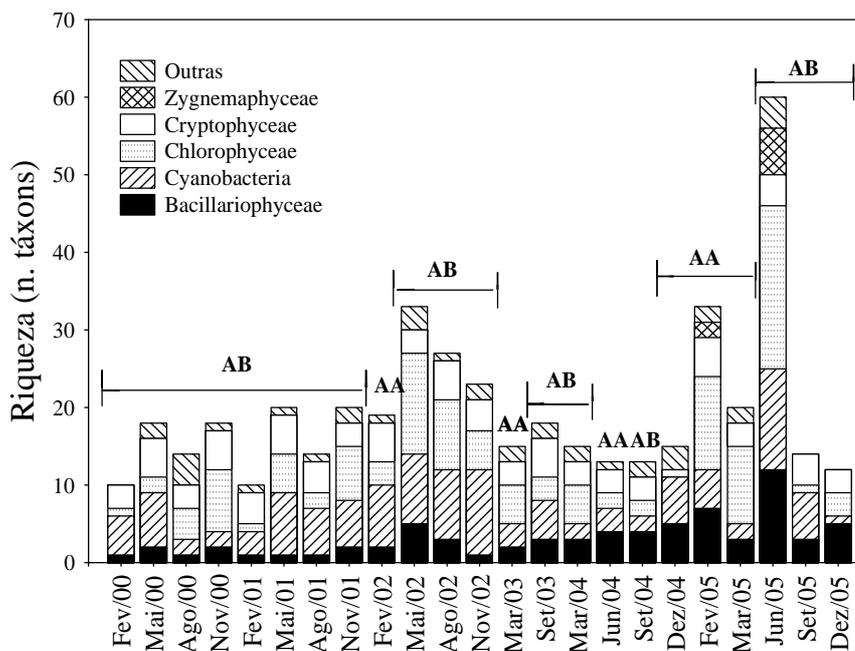
Dinobryon sertularia Ehr.
Mallomonas sp.

Synura sp.

DINOPHYCEAE

Peridinium sp.

Peridinium sp.1



(Cyanobacteria), *Aulacoseira distans* (Bacillariophyceae) e *Cryptomonas* spp. (Cryptophyceae) os táxons mais representativos.

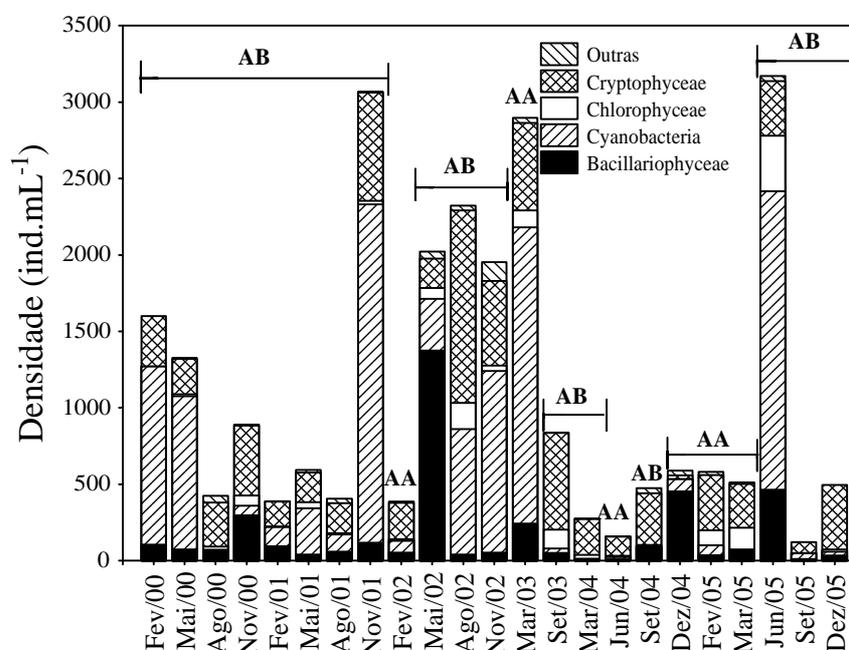


Figura 4: Variação interanual da densidade dos grupos taxonômicos fitoplanctônicos na lagoa Ventura, nos meses de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

Chlorophyceae não apresentou uma expressiva contribuição para a densidade fitoplanctônica, no entanto, pode-se destacar o mês de junho de 2005 (Figura 4), período em que foram observadas alta disponibilidade luminosa e baixa turbidez (Tabela 1), a qual apresentou correlação negativa com a densidade deste grupo ($R = -0,64$). Os grupos Cryptophyceae e Bacillariophyceae, além de apresentarem importante contribuição para a densidade, também foram importantes quanto à biomassa fitoplanctônica.

Cylindrospermopsis raciborskii, cianobactéria potencialmente tóxica e característica de ambientes eutróficos, apresentou importante contribuição para a densidade fitoplanctônica apenas no mês de junho de 2005 (579 ind.mL^{-1}), em condições de disponibilidade de PSR, baixas concentrações de amônio e carência de nitrato (Tabela 1).

Os maiores valores de biovolume foram observados durante os períodos de águas baixas, principalmente nos meses de agosto ($36,28 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) e novembro ($31,38 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) de 2002 e junho de 2005 ($28,23 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$) (Figura 5). A biomassa fitoplanctônica esteve

correlacionada negativamente com as concentrações de PSR ($R = -0,61$) e de nitrato ($R = -0,44$).

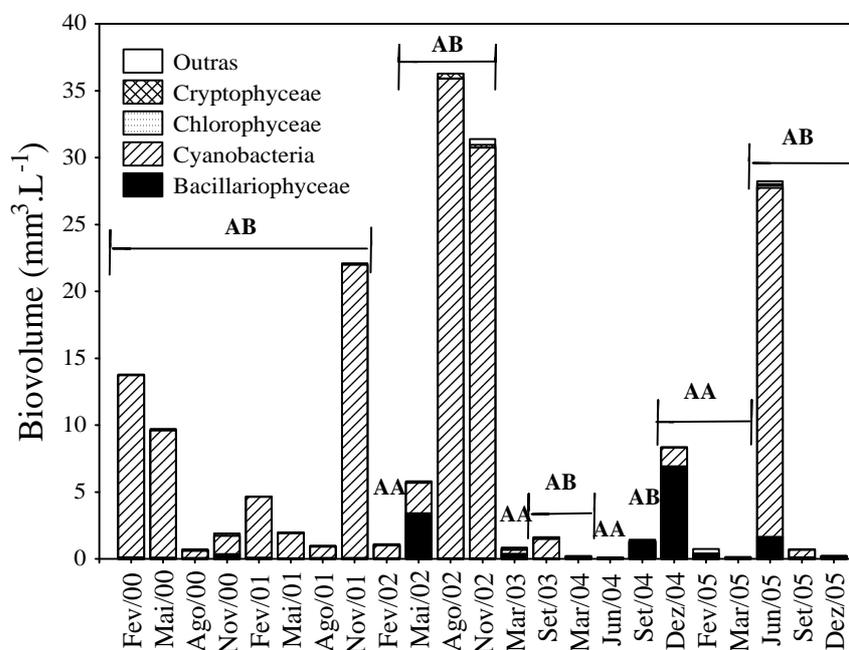


Figura 5: Variação interanual do biovolume dos grupos taxonômicos fitoplanctônicos na lagoa Ventura, nos meses de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

A Análise de Regressão Múltipla, realizada através do módulo “Forward-stepwise”, selecionou apenas a variável PSR como a principal preditora da biomassa fitoplanctônica na lagoa Ventura, sendo os valores de biomassa em relação às concentrações de PSR expressos pela equação: $\text{Biovolume} = 37,14 - 1,03 (\text{PSR})$. Com o coeficiente de determinação de 43%, verificou-se correlação negativa, ou seja, quanto menor a concentração de PSR, maior a biomassa fitoplanctônica (Figura 6).

As espécies que apresentaram contribuição acima de 10% para a biomassa fitoplanctônica foram agrupadas em 6 grupos funcionais (**D**, **H₁**, **H₂**, **M**, **MP** e **Y**) no ambiente estudado, sendo verificada a co-dominância de espécies pertencentes a diferentes grupos funcionais em um mesmo período (Figura 7, Tabela 3).

Cyanobacteria foi o grupo que apresentou maior contribuição para a biomassa fitoplanctônica (com mais de 65% para a biomassa total, em 60% dos meses estudados), principalmente nas fases de águas baixas, quando apresentou valores de biomassa superiores a $15 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ em alguns períodos, sendo *Anabaena planctonica* e *Radiocystis fernandoi* as

principais espécies dominantes. Nos períodos de águas altas foi observada uma redução nos valores de biovolume total e de Cyanobacteria, podendo-se destacar o mês de fevereiro de 2002 (Figura 3), primeiro período de estudo sob influência do fenômeno *El Niño*, após influência do fenômeno *La Niña*. Do mesmo modo que a biomassa total fitoplanctônica, a biomassa de Cyanobacteria também esteve correlacionada negativamente com as concentrações de PSR ($R = -0,55$).

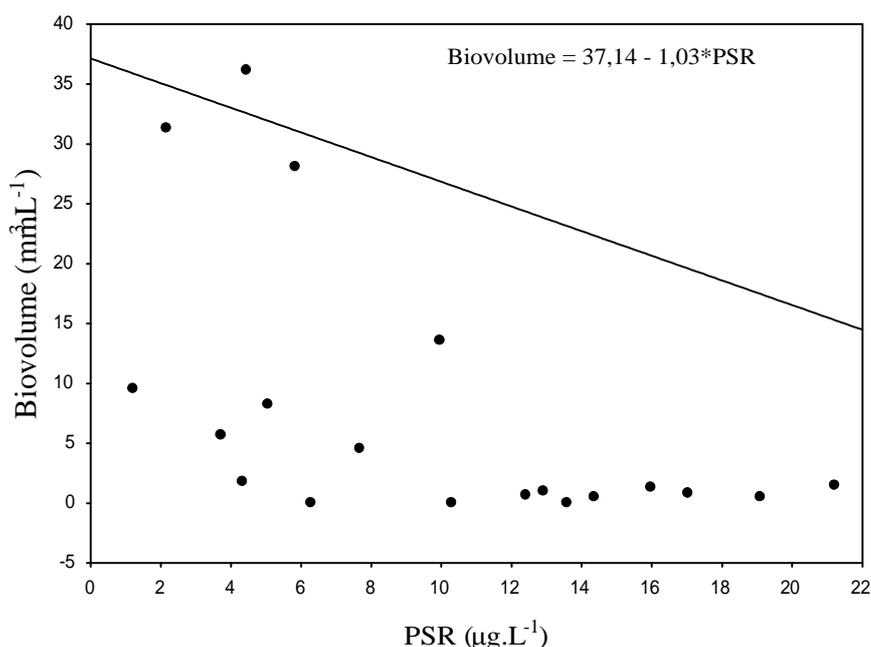


Figura 6: Relação entre os valores de PSR e o biovolume fitoplanctônico total.

A cianobactéria heterocitada *Anabaena planctonica*, pertencente ao grupo funcional **H₂**, foi dominante em diversos períodos de águas baixas e altas (Tabela 3), sendo responsável pelos valores mais elevados de biovolume. Florações desta espécie ocorreram em condições de altos valores de temperatura, baixas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido, e, em geral, razões N:P em torno de 5. *Anabaena circinalis*, representante do grupo **H₁**, apresentou escassa contribuição para a biomassa fitoplanctônica, no entanto, foi dominante no mês de maio de 2002 (Figura 7, Tabela 3) em condições de baixas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido e disponibilidade de luz ($Z_{eu} > 1,5m$) e de fósforo (Tabela 1).

A dominância de *Radiocystis fernandoi* (grupo **M**) esteve associada à baixas concentrações de nitrogênio dissolvido, razão N:P < 25, alta temperatura, baixa disponibilidade luminosa (Tabela 1) e mistura da coluna de água, condição verificada no mês de maio de

2000, período em que esta espécie apresentou maior contribuição para a biomassa fitoplanctônica (Figura 7, Tabela 3) e quando foi registrada a diferença de apenas 0,3°C entre os valores de temperatura da superfície e do fundo.

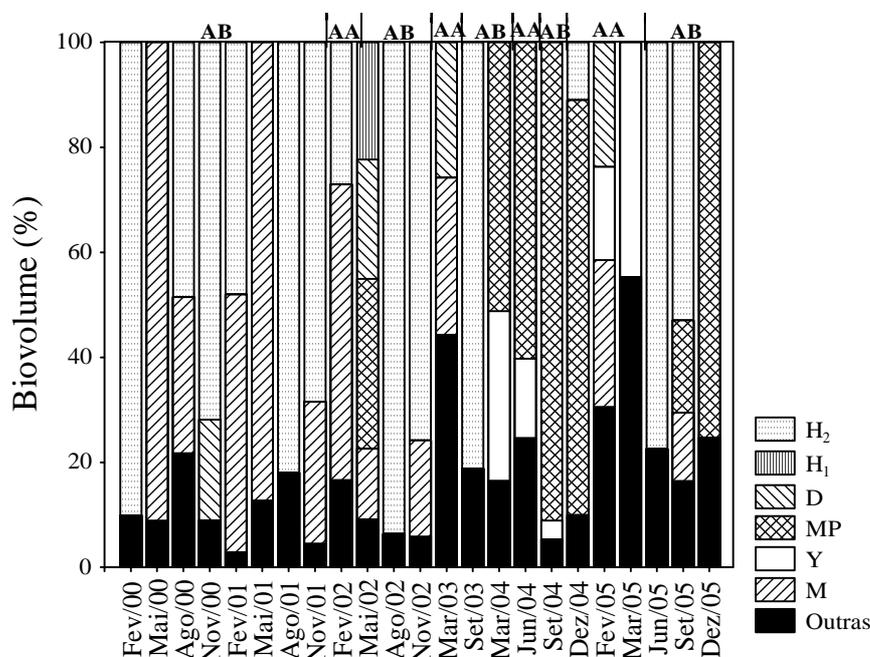


Figura 7: Variação interanual da contribuição relativa do biovolume dos grupos funcionais fitoplanctônicos na lagoa Ventura, nos meses de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, em períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

Bacillariophyceae esteve representado principalmente pelo grupo **MP** (*Aulacoseira ambigua* e *Aulacoseira granulata* var. *granulata*) e pelo grupo **D** (*Aulacoseira distans* e *Ulnaria ulna*), dominantes em diversos períodos de águas baixas e altas, entretanto, com maior contribuição nos períodos de águas altas (Figura 7, Tabela 3). Os grupos **D** e **MP** foram dominantes em condições de disponibilidade de PSR, altas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido, alta razão N:P (>25) e baixa disponibilidade luminosa ($Z_{eu} < 0,6m$).

Cryptophyceae esteve representado principalmente por *Cryptomonas marssonii*, dominante no mês de junho de 2004, período de águas altas e *Cryptomonas* sp., dominante em períodos de águas altas (fevereiro e março de 2005) e baixas (março de 2004), com maior contribuição no período de águas altas (Tabela 3). O grupo **Y**, constituído por *Cryptomonas* spp., foi dominante em condições de disponibilidade de PSR, altas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido e alta razão N:P (>25).

Tabela 3: Porcentagem da biomassa (biovolume) das espécies fitoplanctônicas com contribuição acima de 10% na lagoa Ventura e seus respectivos grupos funcionais para os períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

Espécies		2000	2001	2002	2003	2004	2005
Cyanobacteria							
<i>Anabaena circinalis</i>	H₁			Mai(AB)23%			
<i>Anabaena planctonica</i>	H₂	Fev(AB)93% Ago(AB)54% Nov(AB)71%	Fev(AB)48% Ago(AB)81% Nov(AB)68%	Fev(AA)26% Ago(AB)93% Nov(AB)74%	Set(AB)83%	Dez(AA)11%	Jun(AB)77% Set(AB)55%
<i>Radiocystis fernandoi</i>	M	Mai(AB)90% Ago(AB)29%	Fev(AB)49% Mai(AB)78% Nov(AB)26%	Fev(AA)56% Mai(AB)13% Nov(AB)18%	Mar(AA)29%		Fev(AA)17% Set(AB)12%
Bacillariophyceae							
<i>Aulacoseira ambigua</i>	MP					Mar(AB)10% Jun(AA)18% Set(AB)74%	Dez(AB)31%
<i>Aulacoseira distans</i>	D	Nov(AB)19%		Mai(AB)24%	Mar(AA)25%		
<i>A. granulata</i> var. <i>granulata</i>	MP			Mai(AB)34%		Mar(AB)35% Jun(AA)27% Set(AB)11% Dez(AA)78%	Set(AB)18% Dez(AB)40%
<i>Ulnaria ulna</i>	D						Fev(AA)15%
Cryptophyceae							
<i>Cryptomonas marssonii</i>	Y					Jun(AA)14%	
<i>Cryptomonas</i> sp.	Y					Mar(AB)20%	Fev(AA)13% Mar(AA)26%

Quanto à contribuição das classes de tamanho para a densidade fitoplanctônica, as algas pertencentes ao grupo 1 (*Aulacoseira distans*, *Chroomonas acuta*, *Cryptomonas* spp. e *Synechocystis aquatilis*) em geral, foram as que mais contribuíram para a densidade, principalmente no mês de março de 2003 (*Synechocystis aquatilis*), período de águas altas, com exceção apenas dos meses de dezembro de 2004 e junho de 2005, quando espécies pertencentes ao grupo 4 foram mais abundantes (*Aulacoseira granulata* var. *granulata* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, respectivamente) (Figura 8).

A classe de tamanho 4 (*Anabaena planctonica*, *Aulacoseira ambigua*, *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, *Radiocystis fernandoi* e *Ulnaria ulna*) foi a que mais contribuiu para os maiores valores de biovolume fitoplanctônico ao longo do período de estudo, com exceção apenas para o mês de março de 2003 e 2005, quando o grupo 1 representado por *Aulacoseira*

distans e *Cryptomonas* sp., respectivamente, foi o que mais contribuiu para os escassos valores de biovolume registrados (Figura 9).

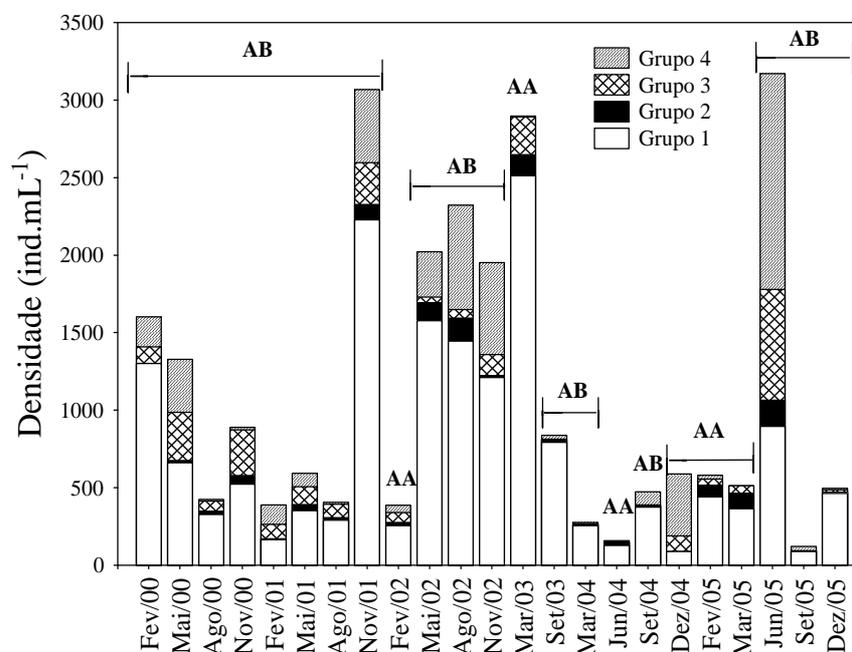


Figura 8: Contribuição das classes de tamanho do fitoplâncton para a densidade fitoplanctônica registrada na lagoa Ventura nos meses de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, em períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

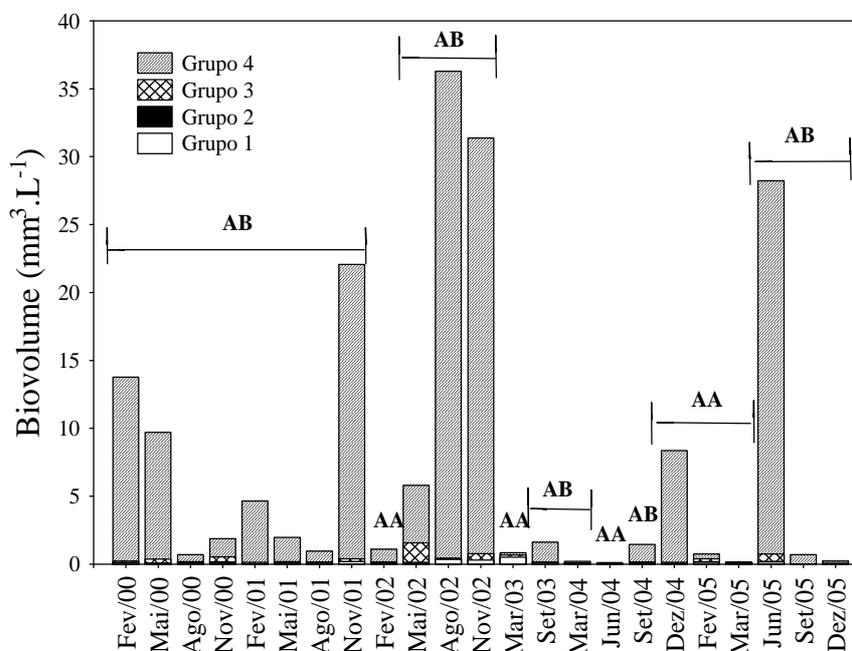


Figura 9: Contribuição das classes de tamanho do fitoplâncton para o biovolume fitoplanctônico registrado na lagoa Ventura no período de fevereiro de 2000 a dezembro de 2005, em períodos de águas baixas (AB) e águas altas (AA).

DISCUSSÃO

A correlação positiva entre a profundidade da lagoa Ventura e os níveis hidrométricos dos rios Ivinhema e Paraná indica que este lago de inundação é influenciado por ambos os rios, os quais podem atuar isoladamente ou em conjunto. A região do baixo rio Ivinhema, onde se localiza a lagoa Ventura, exibe uma complexidade hidrológica que é comandada por uma grande diversidade de ambientes terrestres, fluviais e lacustres, que se comportam de maneira diferente, frente a um sistema hidrológico comandado por diferentes fontes (lençol subterrâneo, chuvas locais, fluxo do rio Paraná e fluxo do rio Ivinhema) que tornam também complexa a sazonalidade dos eventos hidrológicos e hidrodinâmicos (Comunello, 2001; Rocha, 2002; Comunello et al., 2003; Queiroz et al., 2004).

Nos períodos em que ocorreu influência hidrológica dos rios Ivinhema e Paraná sobre a lagoa Ventura, os níveis hidrométricos destes rios estiveram acima de 2,75 e 4,6 metros, respectivamente, valores limites acima dos quais inicia a inundação da várzea da zona de inundação do rio Ivinhema por ambos (Rocha, 2002). Na lagoa Ventura, esta influência ocorreu pela elevação do lençol freático, na maioria dos períodos, com exceção apenas do mês de fevereiro de 2005, período em que este lago sofreu influência lítica direta pelo rio Paraná, por ocasião da cheia excepcional do mesmo. Desse modo, o valor de 3,5 metros, utilizado usualmente como o limite do nível hidrométrico, acima do qual o rio Paraná intensifica sua influência lítica sobre os ambientes lênticos (Thomaz et al., 1997), não se aplica para esta região da planície de inundação do alto rio Paraná, sobre a qual o rio Ivinhema também exerce forte ação hidrológica.

Embora tenha sido verificada influência conjunta dos níveis hidrométricos dos rios Ivinhema e Paraná sobre a lagoa Ventura, a influência isolada destes rios também em períodos diferenciados, pode ser atribuída à assincronia dos picos de inundação nos diferentes hidrossistemas da planície de inundação do alto rio Paraná, pois o regime de cheias do rio Ivinhema também é controlado pelas chuvas em suas cabeceiras, as quais desencadeiam inundações que coincidem ou não com as cheias do rio Paraná (Comunello, 2001; Comunello et al., 2003; Silva et al., 2004).

No presente estudo, além dos elevados níveis hidrométricos dos rios Paraná e Ivinhema observados nos meses de fevereiro e março, o rio Ivinhema apresentou altos valores também nos meses de setembro de 2000, novembro de 2001, junho de 2004 e dezembro de 2005, o que

pode ser atribuído ao fato de, ao contrário do rio Paraná, o mesmo apresentar um regime hidrológico bimodal, com um segundo evento de cheia, que geralmente ocorre entre o inverno e a primavera (Rocha, 2002; Silva et al., 2004).

As maiores concentrações de nutrientes observadas na lagoa Ventura durante os períodos de águas baixas podem ser atribuídas à própria ciclagem destes no ambiente, devido ao mesmo ser isolado. O número total de táxons observado na lagoa Ventura foi inferior aos registrados em outros ambientes lênticos que apresentam comunicação com sistemas lóticos, da planície de inundação do alto rio Paraná (Rodrigues, 1998; Train, 1998; Train et al., 2004), do médio rio Araguaia (Nabout et al., 2006), em um lago da planície de inundação do rio Amazonas (Huszar et al., 1998; Melo & Huszar, 2000) e em um lago da planície de inundação do rio Paraguai (Oliveira & Calheiros, 2000), o que pode ser atribuído à reduzida entrada de inóculos na lagoa Ventura, principalmente nos períodos de águas baixas.

O número total de táxons observado na lagoa Ventura também foi inferior aos registrados em outros lagos de inundação isolados, da planície de inundação do rio Isarzama, Bolívia (Cadima, 1990) e do médio rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1997; Zalocar de Domitrovic, 1993, 2003), o que pode ser atribuído à menor influência de sistemas lóticos sobre a lagoa Ventura, em relação a estes outros ambientes.

A maior contribuição do grupo Chlorophyceae à diversidade fitoplanctônica na lagoa Ventura, é similar ao observado em lagos com comunicação da bacia do alto rio Paraná, (Train & Rodrigues, 1997, 1998, 2004; Train et al., 2000; Train et al., 2004) do rio Paraguai (Oliveira & Calheiros, 2000) e do rio Amazonas (Melo & Huszar, 2000) e para lagos de inundação isolados da bacia do médio rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1997) e da área alagável do rio Paranapanema na zona de sua desembocadura no reservatório de Jurumirim (Henry et al., 2006). No entanto, estes resultados diferem dos observados por Zalocar de Domitrovic (1993, 2003) e Ibanez (1998), em outros ambientes isolados da planície de inundação do médio rio Paraná e do rio Amazonas, respectivamente, nos quais Euglenophyceae foi o mais representativo.

O aumento nos valores de riqueza de espécies verificado no ano de 2005, após a lagoa Ventura ter sofrido inundação, indica a importância da influência lótica na estrutura da comunidade fitoplanctônica, principalmente considerando o registro de Zygnemaphyceae e de várias espécies pertencentes aos outros grupos fitoplanctônicos, somente após este período. O

distúrbio da inundação, provavelmente, favoreceu a biodiversidade fitoplanctônica, especialmente de desmídias, as quais apresentam maior diversidade em lagos de maior circulação (Brook, 1981).

A influência do regime hidrossedimentológico sobre a riqueza fitoplanctônica foi discutida por diversos autores em outros ambientes da planície de inundação do rio Paraná, nos quais também foram encontrados elevados valores de riqueza em períodos de águas altas, atribuídos a maior entrada de inóculos e menores valores em períodos de águas baixas (Garcia de Emiliani, 1997; Train & Rodrigues, 1998, 2004; Zalocar de Domitrovic, 2003).

As correlações negativas entre a riqueza total de espécies, de Chlorophyceae e Cyanobacteria, grupos que apresentaram maior contribuição quanto a este atributo, e os valores de turbidez podem explicar o menor valor de riqueza verificado no mês de fevereiro de 2000, quando foi observada elevada turbidez e os maiores valores de riqueza nos meses de maio a novembro de 2002, fevereiro a junho de 2005 e março de 2006, em condições de maior disponibilidade de luz.

A correlação negativa entre a riqueza de espécies de Cyanobacteria e as concentrações de nitrato indica que, apesar das altas concentrações deste nutriente observadas no mês de dezembro de 2005, a maior riqueza deste grupo no mês de junho de 2005, ocorreu quando foi registrada depleção de nitrato, o que favoreceu principalmente o incremento de espécies de cianobactérias heterocitadas.

O fato das principais espécies dominantes em densidade na lagoa Ventura possuírem tamanho celular abaixo de 20µm justifica a reduzida contribuição destas espécies para o biovolume fitoplanctônico durante o período de estudo. *Synechocystis aquatilis*, cianobactéria que mais contribuiu para os valores de densidade, foi provavelmente favorecida por seu pequeno tamanho e alta razão superfície/volume, fatores que favorecem a absorção de nutrientes e a torna menos susceptível à adesão de partículas inorgânicas que aceleram a sedimentação (Guenther & Bozelli, 2004).

A abundância de *Synechocystis aquatilis* também tem sido freqüentemente associada às condições de mistura total da coluna de água (Huszar et al., 2000; Reynolds et al., 2002; Train & Rodrigues, 2004; Silva et al., 2005). No presente estudo, a reduzida profundidade média da lagoa Ventura e a ausência de vegetação ripária em seu entorno, provavelmente, favoreceram a ação dos ventos, propiciando condições de mistura da coluna de água e aumento da

disponibilidade de nutrientes, permitindo o desenvolvimento de *Synechocystis aquatilis*. Na lagoa Ventura, os eventos de mistura irregulares, desse modo, também constituem um dos principais fatores que influenciam a estrutura da comunidade fitoplanctônica.

Cylindrospermopsis raciborskii foi dominante apenas em densidade, em condições de disponibilidade de fósforo, reduzidas concentrações de amônio e carência de nitrato, como também observado por Padisák & Reynolds (1998), Huszar et al. (2000) e Train et al. (2004). Apesar da reduzida contribuição para a biomassa fitoplanctônica, quando comparada a *Anabaena planctonica*, *Cylindrospermopsis raciborskii* pode ter sido favorecido na lagoa Ventura, pela alta afinidade que esta espécie possui por amônio, podendo utilizar este nutriente, mesmo quando presente em baixas concentrações, situação em que outras espécies heterocitadas já necessitam fixar nitrogênio atmosférico (Présing et al., 1996; Padisák, 1997).

A correlação negativa entre a densidade de Chlorophyceae e a turbidez, juntamente com o aumento nos valores de densidade deste grupo no mês de junho de 2005, podem ser atribuídos aos táxons que apresentaram maior contribuição para este atributo, como por exemplo, espécies de *Scenedesmus*, as quais são sensíveis a condições de baixa intensidade luminosa (Reynolds et al., 2002).

Os menores valores de biomassa da lagoa Ventura observados nos períodos de águas altas podem ser atribuídos, provavelmente, principalmente ao efeito dilutivo provocado pelo aumento do volume de água da mesma, devido à elevação do lençol freático pelos rios Ivinhema e Paraná e influência lótica direta do rio Paraná sobre este lago de inundação no mês de fevereiro de 2005. Baixos valores de biomassa no período de águas altas também foram verificados para outros ambientes isolados da planície de inundação do rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1993, 1997; Zalocar de Domitrovic, 2003) e do rio Mary, na Austrália (Townsend, 2006).

A elevada correlação entre as concentrações de PSR e a biomassa fitoplanctônica observada na análise de regressão múltipla, juntamente com as correlações negativas de Spearman entre a biomassa total fitoplanctônica e de Cyanobacteria e as concentrações desse nutriente, indicam que a dominância das cianobactérias na lagoa Ventura deve-se à alta capacidade de assimilação e reserva de fósforo que as mesmas apresentam (Chorus & Bartran, 1999), além da capacidade de fixar nitrogênio atmosférico das cianobactérias heterocitadas.

A observação de heterocitos na maioria dos filamentos de *Anabaena planctonica* (grupo **H₂**) e *Anabaena circinalis* (grupo **H₁**) confirmam que o ambiente esteve limitado por nitrogênio inorgânico dissolvido na maior parte do período. Em um canal lateral do rio Paraná, não foram observados heterocitos na maioria dos filamentos de *Anabaena*, em condições de altas concentrações deste nutriente (Train et al., 2000). O aumento do número de heterocitos em populações naturais de *Anabaena* ocorre quando as concentrações de nitrato e amônio diminuem substancialmente a valores abaixo de 350µg/L (Horne & Goldman, 1972; Horne et al., 1972; Reynolds, 1987), condições também registradas na lagoa Ventura.

Além das baixas concentrações de nitrogênio e dos altos valores de temperatura, *Anabaena planctonica* ocorreu em condições de mistura da coluna de água, devido à ação dos ventos e à reduzida profundidade média da lagoa Ventura. A dominância desta espécie em outros ambientes isolados e com comunicação da planície de inundação do alto rio Paraná (Train et al., 2004) e em um lago isolado da planície de inundação do médio rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1993) nestas mesmas condições, confirmam o seu enquadramento no grupo **H₂**.

Anabaena circinalis (grupo **H₁**), diferentemente de *Anabaena planctonica*, é mais sensível a condições de mistura da coluna de água e característica de ambientes que apresentam baixo fluxo de água, ocorrendo em períodos de estratificação térmica (Reynolds, 1987; Train & Rodrigues, 1998; Train et al., 2000; Webster et al., 2000; Westwood & Ganf, 2004; Silva et al., 2005). Deste modo, a escassa contribuição de *Anabaena circinalis* para o biovolume fitoplanctônico no mês de maio de 2002 pode ser atribuída a condições desfavoráveis de mistura total da coluna de água, as quais favoreceram diatomáceas pertencentes aos grupos **D** (*Aulacoseira distans*) e **MP** (*Aulacoseira granulata* var. *granulata*), que apresentaram maior contribuição para os valores de biovolume neste período.

Diferentemente da lagoa Ventura, em ambientes lênticos isolados da planície de inundação do médio rio Paraná, Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cryptophyceae e Euglenophyceae têm sido registrados como os principais grupos dominantes em densidade (Zalocar de Domitrovic, 1990, 1993, 2003; Izaguirre et al., 2004) e biomassa (Garcia de Emiliani, 1993, 1997; Zalocar de Domitrovic, 2003), sendo Cyanobacteria pouco abundante e com maior contribuição quanto a estes atributos, no período de águas altas (Zalocar de Domitrovic, 1990, 2003).

A dominância de Cyanobacteria na lagoa Ventura, principalmente nos períodos de águas baixas, pode ser atribuída a baixas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido e baixa razão N:P, condições que favoreceram principalmente o desenvolvimento de *Radiocystis fernandoi* (**M**) e *Anabaena planctonica* (**H₂**), sendo a última dominante nos períodos em que foi observado um decréscimo destas concentrações, atingindo valores que provavelmente não permitiram o desenvolvimento de *Radiocystis fernandoi*. Florações de *Anabaena* também foram registradas em ambientes isolados da planície de inundação do rio Orinoco, em condições ambientais similares às encontradas no presente estudo (Lewis et al., 2000), confirmando o favorecimento das cianobactérias heterocitadas nessas condições.

A maior contribuição dos grupos **D**, **MP** e **Y** para os valores de biovolume nos períodos de águas altas pode ser atribuída às altas concentrações de nutrientes, observadas nestes períodos, sendo grande parte destes, provavelmente, oriundos da várzea circundante da lagoa Ventura. Esses nutrientes, provavelmente, foram carregados com o aumento do volume de água nesse ambiente, devido à elevação do lençol freático pelos rios Ivinhema e Paraná, aumento da precipitação e influência lótica direta do rio Paraná sobre a lagoa Ventura. Como também observado por Marinho & Huszar (2002), Bacillariophyceae (**D**, **MP**) e Cryptophyceae (**Y**) apresentaram maior contribuição para o biovolume fitoplanctônico em condições de altas concentrações de nitrogênio inorgânico dissolvido e alta razão N:P e Cyanobacteria (**H₂** e **M**), em condições opostas.

A dominância do grupo **MP**, formado quase que exclusivamente por diatomáceas meroplantônicas de grandes dimensões, que são mantidas em suspensão pela turbulência induzida pelo vento (Padisák & Dokulil, 1994; Padisák et al., 2006), no período de águas baixas e em condições de mistura da coluna de água, altas concentrações de nutrientes e baixa disponibilidade luminosa, confirma a estratégia de *Aulacoseira granulata* var. *granulata*, pertencente a este grupo. Esta espécie tem sido registrada em condições ambientais similares, em outros ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Train & Rodrigues, 1997, 1998; Train et al., 2000), do médio rio Paraná (Garcia de Emiliani, 1993, 1997), do rio Amazonas (Huszar & Reynolds, 1997) e do rio Araguaia (Nabout et al., 2006).

A dominância em biomassa de espécies de *Cryptomonas* (grupo **Y**) também foi observada para outros ambientes de planícies de inundação, em períodos de águas baixas (Zalocar de Domitrovic, 1993, 2003; Train & Rodrigues, 2004; Nabout et al., 2006) e águas

altas (Garcia de Emiliani, 1993; Huszar & Reynolds, 1997; Train e Rodrigues, 1998; Oliveira & Calheiros, 2000; Train et al., 2000; Townsend, 2006). No entanto, os valores de biomassa registrados na lagoa Ventura foram inferiores aos observados nesses ambientes, o que pode ser atribuído à alta vulnerabilidade destas algas a predação (Reynolds et al., 2002) pela comunidade zooplancônica, principalmente de copépodos e cladóceros, que foram abundantes nos períodos em que as criptofíceas foram dominantes (Universidade Estadual de Maringá/Nupélia/Peld, 2004, 2005).

Quanto à estrutura de tamanho da comunidade fitoplanctônica, a maior contribuição para os valores de densidade do grupo 1 ($< 20\mu\text{m}$), formado por espécies que possuem rápida absorção dos nutrientes disponíveis, principalmente no período de águas altas, pode ser atribuída à disponibilidade de nutrientes, às características morfométricas e à hidrodinâmica observada na lagoa Ventura durante este período. Segundo Cyr et al. (1997), a relação entre a densidade e a estrutura de tamanho de comunidades de lagos varia sistematicamente com os distúrbios, morfometria e produtividade destes ambientes. Maiores valores de densidade de espécies pertencentes ao grupo 1, no período de águas altas, também foram registrados em outros ambientes de planícies de inundação (Garcia de Emiliani, 1993; Huszar & Reynolds, 1997; Train & Rodrigues, 1998), nos quais é comum o incremento de espécies de pequenas dimensões, nesta fase do ciclo hidrossedimentológico.

Embora o grupo 1 tenha sido o principal representante para os valores de densidade, o mesmo apresentou baixa contribuição para a biomassa fitoplanctônica. Enquanto organismos de pequenas dimensões são favorecidos em condições de baixas concentrações de nutrientes, organismos maiores tendem a competir com estes em ambientes enriquecidos (Kiorboe, 1993; Kamenir et al., 2004; Irwin et al., 2006). Na lagoa Ventura, a dominância de espécies pertencentes ao grupo 4 ($> 100\mu\text{m}$) como *Aulacoseira* spp. seguiram este padrão, no entanto, as espécies de *Anabaena* foram dominantes em baixas concentrações de nutrientes, principalmente de nitrato, o que pode estar associado à capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico pelas mesmas.

Quanto ao nível trófico, considerando-se os valores de biovolume, a lagoa Ventura pode ser enquadrada como eutrófica, segundo os critérios de Vollenweider (1968 apud Lind et al., 1993), em todos os períodos que ocorreram os maiores valores de biomassa ($> 10\text{ mm}^3\cdot\text{L}^{-1}$), com dominância de Cyanobacteria. Estes resultados divergem da freqüente associação

deste grupo com ambientes impactados, considerando que a lagoa Ventura se situa em uma área da planície de inundação do alto rio Paraná, que ainda mantém as condições originais de integridade relativamente inalteradas.

Em geral, nos períodos em que foi observada maior influência dos rios Paraná e Ivinhema sobre a lagoa Ventura, foram verificados baixos valores de biovolume, sendo maior a contribuição de espécies de Bacillariophyceae (grupos **D** e **MP**) e Cryptophyceae (grupo **Y**), com alta razão superfície/volume, alto requisito por nutrientes e melhor adaptadas a distúrbios hidráulicos. Enquanto que nos períodos de águas baixas, espécies de Cyanobacteria (grupos **H₂** e **M**) com baixa razão superfície/volume, adaptadas a condições de baixa concentração de nutrientes e tolerantes à mistura foram dominantes.

Nos anos de 2000 e 2001, períodos sob influência do fenômeno *La Niña*, quando foram observados baixos valores de precipitação, dos níveis hidrométricos dos rios Paraná e Ivinhema e da profundidade da lagoa Ventura, houve dominância maciça de Cyanobacteria (grupos **H₂** e **M**). Já nos anos de 2002, 2003, 2004 e 2005, em períodos sob influência do fenômeno *El Niño*, foram observados altos valores de precipitação, dos níveis hidrométricos dos rios Paraná e Ivinhema e da profundidade da lagoa Ventura, além da dominância de Cyanobacteria (**H₁**, **H₂** e **M**), Bacillariophyceae (grupos **D** e **MP**) e Cryptophyceae (grupo **Y**). No médio rio Paraná, também foi observada a dominância de Bacillariophyceae e Cryptophyceae, em períodos de maior precipitação e vazão, sob influência do fenômeno *El Niño* (Garcia de Emiliani & Devercelli, 2003), enquanto que em um reservatório subtropical da Austrália, Cyanobacteria foi dominante em períodos de menor precipitação, devido à influência do fenômeno *El Niño* e Bacillariophyceae, em períodos de maior precipitação e vazão (Harris & Baxter, 1996), confirmando a contribuição da variabilidade climática para a variação interanual da comunidade fitoplanctônica.

Desse modo, além da influência das características geomorfológicas e hidrodinâmicas da lagoa Ventura na determinação das variações interanuais da composição, riqueza, densidade e biomassa das espécies fitoplanctônicas, o regime hidrossedimentológico dos rios Ivinhema e Paraná juntamente com as mudanças climáticas também desempenharam um importante papel na organização da comunidade fitoplanctônica. Estes resultados indicam a necessidade de estudos que avaliem a influência das mudanças climáticas sobre o regime hidrossedimentológico destes rios e a continuidade do estudo de longa duração para avaliação

das alterações na estrutura da comunidade fitoplanctônica, principalmente no trecho do baixo rio Ivinhema, da planície de inundação do alto rio Paraná, o que é fundamental para o entendimento do funcionamento desse importante ecossistema.

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A., S. M. Thomaz & K. Nakatani, 2002. A planície de inundação do alto rio Paraná. In Seeliger, U., C. Cordazzo & F. Barbosa. Os sites e o programa brasileiro de pesquisas ecológicas de longa duração. MCT/CNPq. Programa PELD, Belo Horizonte: 101-124.
- American Public Health Association, 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater, 19th ed. APHA, Washington DC.
- Bicudo, C. E. M. & M. Menezes, 2006. Gêneros de Algas de Águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2^a Edição. RIMA, São Carlos.
- Bovo-Scomparin, V. M., P. A. F. Borges, S. Train, L. C. Rodrigues, 2005. Xanthophyceae planctônicas da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum* 27(1): 9-20.
- Brook, A. J., 1981. The biology of desmids. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- Cadima, M. M., 1990. Fitoplancton de una laguna de varzea em el valle del Sajta (Cochabamba – Bolívia). *Acta Limnológica Brasiliensia* 111: 419-437.
- Carney, H. J., 1998. Biodiversity, conservation and global change: an algal perspective. In Congresso Latino-Americano de Ficologia, 4., 1998, Caxambu. Anais do IV Congresso Latino-americano de Ficologia. São Paulo: Sociedade Ficológica da América Latina e Caribe: 31-42.
- Chorus, I. & J. Bartram, 1999. Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. E & FN Spon, London.
- Cole, G. A., 1994. Textbook of limnology. Waveland Press Inc., Illinois.
- Comunello, E., 2001. Dinâmica de Inundação de Áreas Sazonalmente Alagáveis na Planície Aluvial na Planície Aluvial do Alto Rio Paraná. 2001. Dissertação (mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Comunello, E., E. E. Souza Filho, P. C. Rocha & M. R. Nanni, 2003. Dinâmica de inundação de áreas sazonalmente alagáveis na planície aluvial do alto rio Paraná: estudo preliminar. Anais XI SBSR. INPE, Belo Horizonte: 2459-2466.
- Cyr, H., R. H. Peters & J. A. Downing, 1997. Population density and community size structure: comparison of aquatic and terrestrial systems. *Oikos* 80: 139-149.
- Edler, L., 1979. Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea: phytoplankton and chlorophyll. Unesco, Paris (UNESCO, Working Group 11, Baltic Marine Biologists).
- Espíndola, E. G., T. Matsumura-Tundisi & L. D. Moreno, 1996. Estrutura da comunidade fitoplanctônica da lagoa Albuquerque (Pantanal Matogrossense), Mato Grosso do Sul, Brasil. *Acta Limnológica Brasiliensia* 8: 13-27.

- Fabbro, L. D. & L. J. Duivenvoorden, 2000. A two-part model linking multidimensional environment gradients and seasonal succession of phytoplankton assemblages. *Hydrobiologia* 438: 13-24.
- Garcia de Emiliani, M. O., 1993. Seasonal succession of phytoplankton in a lake of the Paraná river floodplain. *Hydrobiologia* 264: 101-114.
- Garcia de Emiliani, M. O., 1997. Effects of water level fluctuations on phytoplankton in a river-floodplain lake system (Paraná River, Argentina). *Hydrobiologia* 357: 1-15.
- Giné, M. F., H. Bergamin, E. A. G. Zagatto & B. F. Reis, 1980. Simultaneous determination of nitrite and nitrate by flow injection analysis. *Analytica Chimica Acta* 114: 191-197.
- Golterman, H. L., R. S. Clymo & M. A. M. Ohstad, 1978. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Blackwell Scientific Publication, Oxford.
- Guenther, M. & R. Bozelli, 2004. Effects of inorganic on the phytoplankton of an Amazonian Lake impacted by bauxite tailings. *Hydrobiologia* 511: 151-159.
- Guerra, G. L., D. P. Costa, V. V. Silva & A. M. M. Ferreira, 2004. Identificação de padrões de uso e cobertura do solo através da aplicação de geotecnologias: o caso do Parque Estadual das Várzeas do Rio Ivinhema, MS. http://igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_085.htm.
- Heaney, S. L., J. E. Parker, C. Butterwick & K. J. Clarke, 1996. Interannual variability of algal populations and their influence on lake metabolism. *Freshwater Biology* 35: 561-577.
- Henry, R., E. Ushinohama & R. M. R. Ferreira, 2006. Fitoplâncton em três lagoas marginais ao Rio Paranapanema e em sua desembocadura no Reservatório de Jurumirim (São Paulo, Brasil) durante um período prolongado de seca. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 399-414.
- Horne, A. J. & C. R. Goldman, 1972. Nitrogen fixation in clear lake, California. I. Seasonal variation and the role of heterocysts. *Limnology and Oceanography* 17: 678-692.
- Horne, A. J., J. E. Dillard, D. K. Fujita & C. R. Goldman, 1972. Nitrogen fixation in clear lake, California. II. Synoptic studies on the autumn *Anabaena* bloom. *Limnology and Oceanography* 17: 693-703.
- Huszar, V. L. M., 1994. Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (rc, um

- Huszar, V. L. M. & N. F. Caraco, 1998. The relationship between phytoplankton composition and physical-chemical variables: a comparison of taxonomic and morphological-functional descriptors in six temperate lakes. *Freshwater Biology* 40: 679-696.
- Huszar, V. L. M., L. H. S. Silva, P. Domingos, M. Marinho & S. Melo, 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., L. H. S. Silva, M. M. Marinho, P. Domingos & C. L. Sant`Anna, 2000. Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. *Hydrobiologia* 424: 67-77.
- Ibañez, M. S. R., 1998. Phytoplankton composition and abundance of a central Amazonian floodplain lake. *Hydrobiologia* 362: 79-83.
- Irwin, A. J., Z. V. Finkel, O. M. E. Schofield & P. G. Falkowski, 2006. Scaling-up from nutrient physiology to the size-structure of phytoplankton communities. *Journal of Plankton Research* 28: 459-471.
- Izaguirre, I., I. O'Farrel, F. Unrein, R. Sinistro, M. S. Afonso & G. Tell, 2004. Algal assemblages across a wetland, from a shallow lake to relictual oxbow lakes (Lower Paraná River, South America). *Hydrobiologia* 511: 25-36.
- Jati, S. & S. Train, 1993. Representantes do gênero *Trachelomonas* Ehrenbergh, de duas

- Komárek, J. & K. Anagnostidis, 2005. Cyanoprokaryota. 2. Teil Oscillatoriales. In Büdel, B., G. Gärtner, L. Krienitz & M. Schagerl, D. (eds.), Sübwasserflora von Mitteleuropa. Elsevier GmbH, München: 1-759.
- Koroleff, K., 1978. Determination of ammonia. In Grasshoff, K. & E. Kremling (eds), Methods of seawater analysis. Verlag Chemie, Weinheim.
- Kruk, C., N. Mazzeo, G. Lacerot, C. S. Reynolds, 2002. Classification schemes for phytoplankton: a local validation of functional approach to the analysis of species temporal replacement. *Journal of Plankton Research* 24: 901-912.
- Lewis, W. M., S. K. Hamilton, M. A. Lasi, M. Rodrigues & J. F. Saunders, 2000. Ecological Determinism on the Orinoco Floodplain. *Bioscience* 50: 681-692.
- Lind, O. T., T. T. Terrell & B. L. Kimmel, 1993. Problems in reservoir trophic-state classification and implications for reservoir management. In Straskraba, M., J. G. Tundisi & A. Ducan (eds), Comparative reservoir limnology and water quality management. Kluwer Academic Press, Netherlands: 57-67.
- Lund, J. W. G., C. Kipling & E. D. Lecren, 1958. The inverted microscope method of estimating algal number and the statistical basis of estimating by counting. *Hydrobiologia* 11: 980-985.
- Mackereth, F. Y. H., J. R. Heron & J. F. Tailing, 1978. Water analysis: Some revised methods for limnologists. *Freshwater Biological Association (Scientific Publication, 36)*.
- Margalef, R., 1983. *Limnologia*. Omega, Barcelona.
- Marinho, M. M. & V. L. M. Huszar, 2002. Nutrient availability and physical conditions as controlling factors of phytoplankton composition and biomass in a tropical reservoir (Southeastern Brazil). *Archives fur Hydrobiologie* 153: 443-468.
- McPhaden, M. J., S. E. Zebiak & M. H. Glantz, 2006. ENSO as an Integrating Concept in Earth Science. *Science* 314: 1740-1745.
- Melo, S. & V. L. M. Huszar, 2000. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research* 22: 63-76.
- Nabout, J. C., I. S. Nogueira & L. G. Oliveira, 2006. Phytoplankton community of floodplain lakes of the Araguaia River, Brazil, in the rainy and dry seasons. *Journal of Plankton Research* 28: 181-193.
- Oliveira, M. D. & D. F. Calheiros, 2000. Flood pulse influence on phytoplankton communities of the south Pantanal floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 727: 101-112.
- Oliver, R. L., 1994. Floating and sinking in gas-vacuolate cyanobacteria. *Journal of Phycology* 30: 161-173.

Padisák, J., 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya et Subba Raju, an

- Sant'Anna, C. L., L. Sormus, A. Tucci & M. T. P. Azevedo, 1997. Variação sazonal do fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoehnea* 24: 67-86.
- Silva, J. L., F. L. L. Queiroz, I. R. A. Andrade & P. C. Rocha, 2004. Avaliação do regime hidrológico dos rios Paraná e Ivinhema e as interações com os processos de inundação na região da foz do rio Ivinhema. http://www.igeo.uerj.br/VICBG-2004/Eixo2/E2_357.htm.
- Silva, C. A., S. Train & L. C. Rodrigues, 2005. Phytoplankton assemblages in a Brazilian subtropical cascading reservoir system. *Hydrobiologia* 537: 99-109.
- Souza Filho, E. E. & J. C. Stevaux, 1997. Geologia e geomorfologia do complexo rio Baía, Curutuba, Ivinhema. In Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos limnológicos e sócio-econômicos*. EDUEM, Maringá: 3-43.
- Souza Filho, E. E. & J.C. Stevaux, 2004. Geology and geomorphology of the Baía-Curutuba-Ivinhema river complex. In Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn. (eds), *The Upper Paraná river and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden: 1-29.
- Statisoft Inc. 2005. Statistica (data analysis software system) version 7.1, www.statsoft.inc.
- Thomaz, S. M., M. C. Roberto & L. M. Bini, 1997. Caracterização limnológica dos ambientes aquáticos e influência dos níveis fluviométricos. In Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds), *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos limnológicos e sócio-econômicos*. EDUEM, Maringá: 73-102.
- Thomaz, S. M., T. A. Pagioro, L. M. Bini, M. C. Roberto & R. R. A. Rocha, 2004. Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels. In Thomaz, S. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds), *The upper Paraná river and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation*. Backhuys Publishers, Leiden: 75-102.
- Tockner, K., F. Schiemer, C. Baumgartner, G. Kum, E. Weigand, I. Zweimüller & J. V. Ward, 1999. The Danube restoration project: species diversity patterns across connectivity gradients in the floodplain system. *Regulated Rivers: Research & Management* 15: 245-258.
- Townsend, S. A., 2006. Hydraulic phases, persistent estratification and phytoplankton in a tropical floodplain lake (Mary River, Northern Australia). *Hydrobiologia* 556: 163-179.
- Train, S., 1998. Flutuações temporais da comunidade fitoplanctônica do subsistema rio Baía – Lagoa do Guaraná, Planície de inundação do alto rio Paraná (Bataiporã, MS). 1998. Tese (doutorado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos.
- Train, S. & L. C. Rodrigues, 1997. Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. In Vazzoler, A. E. A. M., A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds), *A planície de*

inundação do alto rio Paraná: aspectos limnológicos e sócio-econômicos. EDUEM, Maringá:103-113.

Zalocar de Domitrovic, Y., 1990. Efecto de las fluctuaciones del nivel hidrométrico sobre el fitoplancton en tres lagunas isleñas en el área de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguai. *Ecosur*.16: 1-23.

Zalocar de Domitrovic, Y., 1993. Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eicchornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). *Ambiente Subtropical* 3: 39-67.

Zalocar de Domitrovic, Y., 2003. Effect of fluctuations in water level on phytoplankton development in three lakes of the Paraná river floodplain (Argentina). *Hydrobiologia* 510: 175-193.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)