

## Comunidades fitoplanctônicas

### Resumo.

A comunidade fitoplanctônica dos diversos biótopos da planície de inundação do alto rio Paraná caracterizou-se por apresentar alta biodiversidade, com um total de 552 táxons identificados, referentes ao período de estudo compreendido entre os anos de 2000 a 2006, com o registro de 102 novos táxons para este sistema. Chlorophyceae foi o grupo mais especioso, com 147 táxons, seguido de Cyanobacteria com 89 táxons. Os valores médios mais elevados de riqueza de espécies e biomassa (biovolume) foram registrados no rio Baía e em biótopos lênticos a ele associados. No canal principal do rio Paraná, foram obtidos os menores valores médios de riqueza e biovolume, principalmente nos períodos de águas altas ou potamofase. Cyanobacteria e Bacillariophyceae foram os grupos taxonômicos que apresentaram maior contribuição à biomassa fitoplanctônica. Foram registradas florações de *Anabaena* spp, *Synechocystis aquatilis*, *Aphanizomenon gracile*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Radioistis fernandoi* em diversos ambientes lênticos e no rio Baía. Considerando-se os valores de biovolume fitoplanctônico registrados, o rio Paraná e o rio Ivinhema caracterizaram-se como oligotróficos e o rio Baía como eutrófico na maior parte do período de estudo. A variabilidade interanual da comunidade fitoplanctônica observada nos seis anos de estudo, indicam que a comunidade ainda é fortemente influenciada pelo regime hidrossedimentológico natural do rio Paraná, tendo sido afetada também, provavelmente, nos últimos anos, pela crescente influência antropogênica e pelas mudanças climáticas, o que deverá ser objeto de estudo na fase final de desenvolvimento do projeto de longa duração.

### Introdução

O rio Paraná tem sofrido mudanças no seu regime hidrossedimentológico ao longo das últimas décadas, devido principalmente à construção de inúmeros barramentos (Agostinho *et al.*, 1995), além de alterações climáticas regionais. Estas modificações se refletem nas características físicas, químicas e hidrológicas (Thomaz *et al.*, 2004; Souza-Filho *et al.*, 2004) do rio Paraná, e na estrutura e dinâmica das diversas comunidades dos biótopos localizados em sua planície de inundação, especialmente da comunidade fitoplanctônica (Train e Rodrigues, 2004).

Estudos de longa duração permitem verificar as modificações hidrológicas provocadas por flutuações climáticas e ações antropogênicas em ambientes de planície de inundação, além de aumentar o poder preditivo, possibilitando gerar soluções para problemas práticos nos mesmos, além de auxiliar nos estudos de conservação da biodiversidade.

Este trabalho visa avaliar as variações interanuais do fitoplâncton em ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná, incluindo o rio Baía e alguns biótopos a ele associados (lagoa do Guaraná e lagoa Fechada), o canal principal do rio Paraná e biótopos associados (lagoa das Garças, lagoa do Osmar e lagoa Pau Véio) e o rio Ivinhema e alguns biótopos a ele associados (lagoa Ventura e lagoa dos Patos), em resposta às alterações no regime hidrossedimentológico do rio Paraná.

Neste relatório, também são apresentados, de forma mais detalhada os resultados obtidos para a estação de amostragem localizada no canal principal do rio Paraná, em resposta às alterações sazonais no regime hidrossedimentológico.

## Metodologia

No período de fevereiro de 2000 a setembro de 2006, foram realizadas amostragens de água a subsuperfície na zona pelágica de 10 (dez) biótopos da planície de inundação do alto rio Paraná (Rio Baía e as lagoas Fechada e Guaraná, associadas a ele, rio Paraná e as lagoas Pau Véio, Garças e Osmar, associadas a ele e rio Ivinhema e as lagoas Ventura e Patos associadas a este último). Nos anos de 2001 e 2003 as amostragens foram realizadas semestralmente e nos anos de 2000, 2002 e entre 2004 e 2006 as amostras foram realizadas com periodicidade bimestral.

As amostras para o estudo quantitativo e taxonômico do fitoplâncton foram coletadas diretamente em frascos de vidro e fixadas com lugol acético e mantidas na obscuridade até o momento da identificação e contagem dos organismos. Paralelamente, foram efetuadas coletas de água com rede de plâncton de 15  $\mu\text{m}$  de abertura de malha e fixadas com solução de Transeau (Bicudo & Menezes, 2006), com a finalidade de concentrar o material fitoplanctônico e, deste modo, facilitar o estudo taxonômico do microfitoplâncton.

A densidade fitoplanctônica foi estimada segundo o método de Utermöhl (1958) e APHA (1995). A biomassa específica foi estimada multiplicando-se a densidade fitoplanctônica pelo volume médio dos indivíduos (Edler, 1979; Wetzel e Likens, 2000). O volume celular de cada espécie ( $\mu\text{m}^3$ ) foi calculado, aplicando-se as fórmulas estereométricas mais apropriadas às formas das algas fitoplanctônicas. Como riqueza de espécies foi considerado o número de espécies presente em cada amostra.

Os níveis fluviométricos do rio Paraná, tomados no distrito de Porto São José (Município de São Pedro do Paraná, PR) foram fornecidos pela Agência nacional de Águas (ANA).

As variáveis abióticas temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ), pH, condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), transparência da coluna de água (m), fósforo solúvel reativo, fósforo total, nitrato e íon amônio ( $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), foram correlacionadas com os atributos da comunidade fitoplanctônica por meio da análise de correlação de Spearman e Pearson, utilizando o programa Statistica (Statsoft Inc., 2005).

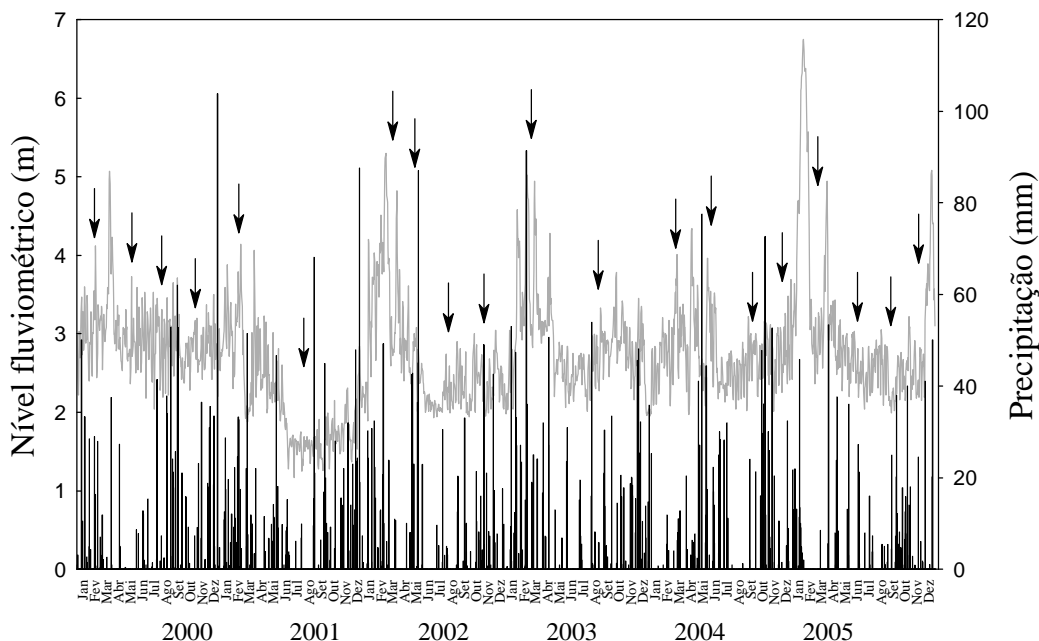
## Resultados e Discussão

### Nível fluviométrico do rio Paraná

Os dados de variação diária do nível fluviométrico do rio Paraná, fornecidos pela Agência Nacional de águas (ANA), são restritos a dados coletados entre os anos de 2000 e 2005 e mostraram ciclos anuais bastante irregulares, como já verificado em estudos prévios (Thomaz *et al.*, 1997). Destaca-se a ausência de cheias pronunciadas nos anos de 2000 e 2001 (maioria dos valores máximos do nível hidrométrico menores de 3,5 metros), o que pode ser atribuído aos procedimentos operacionais das barragens existentes no rio Paraná à montante, especialmente o reservatório de Porto Primavera que tem promovido alterações significativas no regime hidrossedimentológico desse rio (Souza-Filho *et al.*, 2004; Thomaz *et al.*, 2004), além da provável influência negativa do fenômeno La Niña neste período, sobre a precipitação pluviométrica nesta bacia.

Os maiores níveis hidrométricos do rio Paraná ocorreram, em geral, nos meses de janeiro a março, atingindo o valor máximo (6,7 m) no mês de janeiro de 2005, sob

influencia do fenômeno El Niño, quando se registrou conexão máxima entre o rio Paraná e as lagoas associadas a ele. Em função do regime de chuvas na região, estes meses têm sido caracterizados, ao longo dos últimos anos, como períodos de águas altas (Thomaz *et al.*, 2004; Train & Rodrigues, 2004), assim como os menores níveis fluviométricos têm sido comumente registrados nos meses de junho a agosto. No período de abrangência deste relatório este padrão se repetiu, tendo sido registrado valores mínimos no mês de agosto de 2001 (Figura 1).



**Figura 1: Níveis fluviométricos (linha) e pluviométricos (barra) do rio alto Paraná nos anos de 2000 a 2006. As flechas indicam os períodos de coleta.**

### Composição fitoplanctônica

O estudo taxonômico da comunidade fitoplanctônica, relativo ao período de fevereiro de 2000 a setembro de 2006, nos rios Paraná, Baía, Ivinhema e biótopos associados, evidenciaram a alta biodiversidade desta comunidade na planície de inundação do alto rio Paraná (Tabela 1). Foram inventariados 552 táxons fitoplanctônicos, distribuídos entre as classes Chlorophyceae (147), Cyanobacteria (89), Euglenophyceae (85), Bacillariophyceae (85), Zygnemaphyceae (101), Xanthophyceae (23), Chrysophyceae (9), Cryptophyceae (6) e Dinophyceae (4). Estudos taxonômicos referentes aos dois primeiros anos de estudo (2001/2002), geraram “check list” com 450 táxons (Train e Rodrigues, 2004), deste modo, a continuidade do projeto de longa duração, possibilitou um incremento de 102 táxons (18,5%) no número de táxons fitoplanctônicos conhecidos para a planície de inundação.

A Classe Chlorophyceae, representada quase que exclusivamente pela Ordem Chlorococcales, foi a mais especiosa. *Scenedesmus* e *Monoraphidium* foram os gêneros mais numerosos, com 12 e 9 táxons, respectivamente (Tabela 1). As clorófitas, comumente registradas como as mais importantes qualitativamente em ambientes dulcícolas, são favorecidas por apresentarem alta variabilidade morfológica, podendo se desenvolver em diversos habitats (Happley-Wood, 1988) e constituem em geral, o grupo melhor representado no plâncton, seguido das diatomáceas (Reynolds, 1984). Neste estudo, as cianobactérias representaram o segundo grupo mais especioso,

destacando-se a ocorrência de muitos gêneros comumente registrados em ambientes de elevado grau de trofia (Tucci & Sant'Anna, 2003; Rodrigues *et al.*, 2005) e potencialmente tóxicos como *Anabaena*, *Aphanocapsa*, *Cylindrospermopsis*, *Microcystis*, *Planktothrix* e *Radiocystis* (Küper-Goodman *et al.*, 1999).

As euglenofíceas, terceiro grupo mais importante em número de táxons (Tabela 1), ocorreram principalmente nas lagoas isoladas, devido, provavelmente, à maior concentração de matéria orgânica nestas lagoas, uma vez que este grupo é favorecido em condições de alta DBO (Reynolds, 1997; Reynolds *et al.*, 2002). *Trachelomonas* foi o gênero mais especioso, com 39 táxons.

Bacillariophyceae constituiu o quarto grupo mais importante qualitativamente, e esteve representada neste estudo especialmente por táxons pertencentes à Ordem Pennales (82% do total de diatomáceas) (Tabela 1). A ocorrência de táxons perifíticos (epipelon e epifíton) no fitoplâncton, principalmente pertencentes aos gêneros *Pinnularia*, *Cymbella*, *Encyonema* e *Gomphonema*, pode ser atribuída a pouca profundidade dos ambientes amostrados, e à abundância de macrófitas aquáticas que estes apresentam, às quais servem de substrato para o epifíton, este ocasionalmente desprende-se e pode ser arrastado para a zona pelágica. *Aulacoseira* (Ordem Centrales) é um gênero de hábito meroplânctônico, freqüente e abundante no plâncton de rios e reservatórios brasileiros (Rodrigues *et al.*, 2005; Train e Rodrigues, 2004; Train *et al.*, 2005). Nos biótopos estudados este táxon esteve bem representado, com 7 espécies identificadas.

É importante destacar também a expressiva contribuição das xantofíceas neste estudo, que embora estejam muitas vezes, melhor representadas no perifíton constituem componentes comuns e importantes da composição fitoplanctônica dos ambientes da planície de inundação do alto rio Paraná (Bovo-Scomparin *et al.*, 2005).

Chrysophyceae e Cryptophyceae embora com poucos representantes também contribuíram para a biodiversidade fitoplanctônica da planície (Tabela 1), destacando-se principalmente pela alta freqüência de ocorrência em todos os biótopos amostrados.

No último ano de amostragem (outubro de 2005 a setembro de 2006), foram identificados 25 novos táxons para a comunidade fitoplanctônica da planície de inundação do alto rio Paraná, dos quais 5 são pertencentes a Bacillariophyceae (*Eunotia diyima* var. *curta*, *Gyrosigma acuminatum*, *Nitzschia claussii*, *Nitzschia* cf. *ignorata*, *Nitzschia* cf. *subacicularis*), 5 táxons a Cyanobacteria (*Coelomorum pusillum*, *Gomphosphaeria* sp., *Lyngyia major*, *Pseudanabaena limnetica* e *Radiocystis fernandoii*), 1 a Chlorophyceae (*Sorastrum americanum*), 2 táxons a Euglenophyceae (*Strombomonas deflandrei*, *Trachelomonas spinosa*), 1 táxon a Cryptophyceae (*Plagiocelmis* sp.) e 11 táxons a Zygnemaphyceae (*Cosmarium porrectum*, *Desmidium aptogonum*, *Euastrum didelta*, *Micrasterias truncata*, *Sphaerososma laeve*, *Staurastrum brasiliense*, *Staurastrum* cf. *minesotense*, *Staurastrum nudibranchiatum* *Staurodesmus* cf. *mamillatus*, *Xanthidium antilopaeum* e *Xanthidium mamillosum*. (Tabela 1). Desse modo, torna-se evidente a necessidade da continuidade de estudos que visem a identificação taxonômica das algas fitoplanctônicas, de forma a contribuir para o levantamento da biodiversidade regional.

**Tabela 1. Táxons fitoplanctônicos registrados nos 10 ambientes (rio Paraná, rio Ivinhema, rio Baía e biótopos associados a estes) monitorados na planície de inundação do alto rio Paraná, durante o período de fevereiro de 2000 a setembro de 2006.**

BACILLARIOPHYCEAE	
<i>Acanthoceras magdeburgensis</i> Honig.	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.
<i>Achnantes exigua</i> Grun.	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.
<i>Achnantes parvixigua</i> Metz. & Lang.-Bert.	<i>Gomphonema</i> sp.
<i>Achnanthes</i> sp.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabenh
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarn.	<i>Gyrosigma</i> sp.
<i>Amphipleura lindheimeri</i> Grun.	<i>Hydrosera</i> sp.
<i>Amphora</i> sp.	<i>Melosira varians</i> Agard.
<i>Anomoeoneis</i> sp.	<i>Melosira</i> sp.
<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grun.) Kram.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim. var. <i>ambigua</i>	<i>Navicula schroeterii</i> Meis.
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Sim. var. <i>ambigua</i> fa. <i>spiralis</i> Ludw.	<i>Navicula viridula</i> (Kütz.) Ehr.
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Sim.	<i>Navicula</i> sp.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>angustissima</i> (O. Müller) Sim.	<i>Navicula</i> sp. 1
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Sim. var. <i>granulata</i>	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Sm.
<i>Aulacoseira herzogii</i> (Lemm.) Sim.	<i>Nitzschia claussii</i> Hantsch
<i>Aulacoseira</i> sp.	<i>Nitzschia filiformis</i> (W. Sm.) Van Heurck
<i>Cocconeis</i> sp.	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantz. ex Rabenh.
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	<i>Nitzschia</i> cf. <i>ignorata</i> Krasske
<i>Cyclotella</i> sp.	<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Sm.
<i>Cyclotella</i> sp. 1	<i>Nitzschia</i> cf. <i>subacicularis</i> Hustedt
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	<i>Nitzschia tubicola</i> Grun.
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auer.	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Cymbella</i> sp.	<i>Nitzschia</i> sp. 1
<i>Cymbella</i> sp. 1	<i>Nitzschia</i> sp. 2
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grun.) Holk & Klee	<i>Pinnularia major</i> (Kütz.) Rab.
<i>Encyonema minutum</i> (Hil. Ex Rab.) Manm.	<i>Pinnularia subcapitata</i> Greg.
<i>Encyonema silesiacum</i> Krammer	<i>Pinnularia</i> sp.
<i>Encyonema</i> sp.	<i>Pinnularia</i> sp. 1
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehr.) Mil.	<i>Pinnularia</i> sp. 2
<i>Eunotia camelus</i> Ehr.	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzs.) Ehr.
<i>Eunotia didyma</i> Grun. var. <i>curta</i>	<i>Stauroneis</i> sp.
<i>Eunotia didyma</i> Grun. var. <i>didyma</i>	<i>Surirella</i> cf. <i>linearis</i> W. Sm.
<i>Eunotia flexuosa</i> (Bréb.) Kütz.	<i>Surirella tenera</i> Greg.
<i>Eunotia</i> sp.	<i>Surirella</i> sp.
<i>Fragilaria capucina</i> Desm.	<i>Synedra</i> sp.
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	<i>Thalassiosira</i> sp.
<i>Fragilaria goulardii</i> Bréb.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Comp.
<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Urosolenia longiseta</i> (Zach.) Round & Craw.
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni	<i>Urosolenia eriensis</i> (H. L. Sm.) Round & Craw.
<i>Frustulia</i> sp.	Pennales não identificada 1
<i>Gomphonema augur</i> Ehr.	Pennales não identificada 2
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	Pennales não identificada 3
<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	
CYANOBACTERIA	
<i>Anabaena ambigua</i> Rao	<i>Limnithrix</i> cf. <i>redekei</i> Anag. & Kom.
<i>Anabaena circinalis</i> Rab.	<i>Lyngbya major</i> Péterf & al.
<i>Anabaena macrospora</i> Kleb.	<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gamont.
<i>Anabaena planctonica</i> Brun.	<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Anabaena solitaria</i> Kom.	<i>Merismopedia glauca</i> (Bréb.)
<i>Anabaena spiroides</i> Kleb.	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemm.
<i>Anabaena</i> sp.	<i>Microcystis aeruginosa</i> Kütz.
<i>Aphanizomenon capricorni</i> Cronb. et Kom.	<i>Microcystis smithii</i> Kom. & Anag.
<i>Aphanizomenon gracile</i> Lemm.	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Kom.) Kom. & Kom.
<i>Aphanizomenon tropicale</i> Hor. et Kom.	<i>Microcystis protocystis</i> Crow.
<i>Aphanocapsa elachista</i> W. & G. S. West	<i>Microcystis</i> sp.
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> W. Et G. S. West	<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gamont
<i>Aphanocapsa holsatica</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.	<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemm.) Cronb. & Kom.	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. & Cronb.
<i>Aphanocapsa</i> □uller□ima (Kütz.) Kom. <i>Et al.</i>	<i>Planktolyngbya</i> sp.
<i>Aphanocapsa koordersii</i> Ström	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anag. & Kom.

Continua...

**continuação.**


---

<i>Aphanocapsa</i> sp.	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemm.) Kom.
<i>Aphanothece clathrata</i> (Wet G. S. West)	<i>Pseudanabaena moniliformis</i> Kom. & Kling
<i>Aphanothece endophytica</i> (Wet G. S. West)	<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Hüb.-Pest. & Naum.) Bourr.
<i>Aphanothece</i> sp.	<i>Pseudanabaena</i> sp.
<i>Chroococcus aphanocapsoides</i> Skuja	<i>Pseudanabaena</i> sp. 1
<i>Chroococcus</i> □uller□im (Keissler) Lemm.	<i>Pseudanabaena</i> sp. 2
<i>Chroococcus distans</i> (G. M. Smith) Kom. – Leg.	<i>Radiocystis fernandoii</i> Kom. & Kom. –Legn.
<i>Chroococcus limneticus</i> Lemm.	<i>Rhabdoderma</i> sp.
<i>Chroococcus minimus</i> (Keis.) Lemm.	<i>Rhabdogloea smithii</i> (R. et al. F. Chod.) Kom.
<i>Chroococcus minutus</i> (Kütz.) Näg.	<i>Rhabdogloea ellipsoidea</i> Schröder
<i>Chroococcus pusillum</i> (Van Goor) Kom.	<i>Rhabdogloea linearis</i> (Geitler) Kom.
<i>Chroococcus</i> sp.	<i>Romeria gracile</i> (Koczw.) Koczw. Ex.Geitler
<i>Coelomoron tropicale</i> Sen. Peres & Kom. <i>Et al.</i>	<i>Romeria</i> sp.
<i>Coelomoron pusillum</i> (Van Goor) Kom.	<i>Snowella</i> cf. <i>atomus</i> Kom. & Hind
<i>Coelomoron</i> sp.	<i>Snowella lacustris</i> (Chod.) Kom. & Hind.
<i>Coelosphaerium evidenter-maginatium</i> Azev. Et San'Anna	<i>Spirulina</i> sp.
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i> Näg.	<i>Synechococcus bigranulatus</i> Skuja
<i>Coelosphaerium</i> sp.	<i>Synechococcus</i> sp.
<i>Cyanostylon plancticum</i> Hindák	<i>Synechococcus</i> sp1.
<i>Cyanothece</i> sp.	<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauv.
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (W.) Seen. & Sub. Rajú	<i>Synechocystis salina</i> Wisl.
<i>Cylindrospermopsis</i> sp.	<i>Trichodesmium lacustris</i> (Kom., Kom. E Kling)
<i>Epigloeosphaera glebulenta</i> (Zalenky) Kom.	Chroococcaceae não identificada
<i>Geitlerinema amphibiun</i> (Gom.) Anag.	Oscillatoriaceae não identificada
<i>Geitlerinema splendidum</i> (Grev. Ex Gom.) Anag.	Phormidiaceae não identificada
<i>Geitlerinema</i> sp.	Pseudanabaenaceae não identificada 1
<i>Gonphosphaeria</i> sp.	Pseudanabaenaceae não identificada 2
<i>Konvophoron</i> sp.	Pseudanabaenaceae não identificada 3
<i>Lemmermanniella</i> sp.	

---

**CHLOROPHYCEAE**


---

<i>Actinastrum gracillimum</i> G. M. Smith	<i>Monoraphidium caribeum</i> Hind.
<i>Actinastrum hantzschii</i> Lag.	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) Kom. – Legn.
<i>Actinastrum</i> sp.	<i>Monoraphidium convolutum</i> (Cor.) Kom.-Legn.
<i>Ankistrodesmus densus</i> Kors.	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berk.) Kom.-Legn.
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Cor.) Ralfs	<i>Monoraphidium irregulare</i> (G. M. Sm.) Kom.-Legn.
<i>Ankistrodesmus fusiformes</i> Cor.	<i>Monoraphidium komarkovae</i> Nyg.
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (Turn.) Lem.	<i>Monoraphidium minutum</i> (Näg.) Kom.-Legn.
<i>Ankistrodesmus turneri</i> (W. et G. S. West) Kom. Et Com.	<i>Monoraphidium pusillum</i> (Prin.) Kom.-Legn.
<i>Ankyra ancora</i> (G.W. Smith) Fott	<i>Monoraphidium tortile</i> (W. & G.S. West) Kom.- Legn.
<i>Ankyra judayi</i> (G.W. Smith) Fott	<i>Neochloris</i> sp.
<i>Ankyraocellata</i> (Kors.) Fott	<i>Nephrocytium lunatum</i> W. West
<i>Basichlamys</i> sp.	<i>Nephrocytium</i> sp.
<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.	<i>Nephroclamyx</i> sp.
<i>Botryococcus protuberans</i> West et G. S. West.	<i>Oocystis borgei</i> Snow
<i>Characium</i> sp.	<i>Oocystis lacustris</i> Chod.
<i>Chlamydomonas</i> sp.	<i>Oocystis solitaria</i> Wittr. Et Nordst.
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	<i>Oocystis taionensis</i> Kom.
<i>Closteriopsis</i> □uller□ima Lemm.	<i>Oocystis</i> sp.
<i>Closteriopsis</i> sp.	<i>Pandorina morum</i> (° F. □uller) Bory
<i>Coelastrum indicum</i> Turn.	<i>Pandorina</i> sp.
<i>Coelastrum microporum</i> Näg.	<i>Paradoxia multiseta</i> Swir.
<i>Coelastrum proboscideum</i> Bohl. In Wittr et al.	<i>Pediastrum</i> cf. <i>angulosum</i> Ehr.
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i> Kors.	<i>Pediastrum argentiniense</i> Bourr et Tell in Tell
<i>Coelastrum pulchrum</i> Schm.	<i>Pediastrum duplex</i> Mey.
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dang.) Senn.	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>subgranulatum</i> Mey.
<i>Coenochloris hindakii</i> Kom.	<i>Pediastrum simplex</i> var. <i>simplex</i> Mey.
<i>Coenochloris mucolamellata</i> Com.	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs
<i>Coenochloris planconvexa</i> Hind.	<i>Pteromonas variabilis</i> Hub. – Pest.
<i>Coenochloris planctonicus</i> W. & West	<i>Pteromonas</i> sp.
<i>Coenochloris</i> sp.	<i>Quadrigula closterioides</i> (Bohl.) Printz
<i>Coenocystis planctonica</i> Kors.	<i>Quadrigula</i> cf. <i>korsikovii</i> Kom.
<i>Coenocystis</i> sp.	<i>Radiococcus</i> sp.
<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schm.) Schm.	<i>Raphidocelis contorta</i> (Schm.) Marv. <i>Et al.</i>
<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirch.) W. & G. S. West	<i>Rhombocystis complanata</i> Kom.
<i>Crucigenia</i> sp.	<i>Rhombocystis</i> sp.

---

Continua...

**continuação.**

<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemm.) Kom.	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chod.
<i>Crucigeniella pulchra</i> (West. Et G. S. West.) Kom.	<i>Scenedesmus acunae</i> Com.
<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Näg.) Kom.	<i>Scenedesmus acutus</i> Mey.
<i>Crucigeniella</i> sp.	<i>Scenedesmus alternans</i> Reins.
<i>Desmodesmus armatus</i> (Chod.) Hegew.	<i>Scenedesmus ecomis</i> var. <i>ecornis</i> (Her. Ex Ralfs) Chod.
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Gugl.) Hegew.	<i>Scenedesmus ecomis</i> var. <i>polymorphus</i> Chod.
<i>Desmodesmus brasiliensis</i> (Bohl.) Hegew.	<i>Scenedesmus gracile</i> Reins.
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lag.) Am., Friedl & Hegew.	<i>Scenedesmus javanensis</i> Chod.
<i>Desmodesmus denticulatus</i> var. <i>linearis</i> (Hansg.) Hegew.	<i>Scenedesmus linearis</i> Kom.
<i>Desmodesmus maximus</i> (W. et G. S. West) Hegew.	<i>Scenedesmus obtusus</i> Mey.
<i>Desmodesmus serratus</i> (Cor.) Am., Friedl & Hegew.	<i>Scenedesmus ovalternus</i> Chod.
<i>Desmodesmus</i> sp.	<i>Scenedesmus</i> sp.
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Näg.	<i>Schroederia antillarum</i> Kom.
<i>Dictyosphaerium elegans</i> Bachm.	<i>Schroederia setigera</i> (Schröd.) Lemm.
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood	<i>Schroederia</i> sp.
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz	<i>Selenastrum bibraianum</i> Reins.
<i>Dimorphococcopsis fritschii</i> (Crow) Jao	<i>Selenastrum gracile</i> Reins.
<i>Dimorphococcus cordatus</i> Wol. Sensu Chod.	<i>Selenodyctium brasiliense</i> Uherk. & Schm. Ex. Com. & Kom.
<i>Dimorphococcus lunatus</i> A. Br.	<i>Sorastrum americanum</i> (Bohl.) Schmidle
<i>Eudorina elegans</i> Her.	<i>Spermatozopsis exsultans</i> Kors.
<i>Eudorina</i> sp.	<i>Sphaerellopsis agloe</i> Pascher
<i>Eutetramorus fottii</i> (Hind.) Kom. Sensu Kom.	<i>Sphaerellopsis</i> sp.
<i>Eutetramorus planctonicus</i> (Kors.) Bourr.	<i>Tetraedron caudatum</i> (Cor.) Hansg.
<i>Eutetramorus</i> sp.	<i>Tetraedron minimum</i> (A. Br.) Hansg.
<i>Fusola viridis</i> Snow	<i>Tetrallantos lagerheimii</i> Teil.
<i>Fusola</i> sp.	<i>Tetranephris brasiliensis</i> Leite & Bic.
<i>Golenkinia radiata</i> Chod.	<i>Tetrastrum heteracanthum</i> (Nordst.) Chod.
<i>Golenkinia</i> sp.	<i>Tetrastrum komarekii</i> Hind.
<i>Gonium</i> cf. <i>Pectorale</i> O. F. Müller	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chod.) Kom.
<i>Gonium</i> sp.	<i>Treubaria triappendiculata</i> Bern.
<i>Kirchneriella aperta</i> Teil	<i>Volvox aureus</i> Ehr.
<i>Kirchneriella contorta</i> (Schm.) Bohl.	<i>Volvox</i> sp.
<i>Kirchneriella diana</i> (Bohl.) Com.	Chlorococcales colonial não identificada 1
<i>Kirchneriella irregularis</i> (G. M. Schm.) Kors.	Chlorococcales colonial não identificada 2
<i>Kirchneriella lunaris</i> (Kirchn.) Möb.	Chlorococcales unicelular não identificada 1
<i>Kirchneriella obesa</i> (W. W.) Schm.	Chlorococcales unicelular não identificada 2
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lag.) Chod.	Volvocales não identificada 1
<i>Micractinium pusillum</i> Fres.	Volvocales não identificada 2
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Kors.) Hind.	

**CHRYSOPHYCEAE**

<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	<i>Mallomonas</i> sp.
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehr.	<i>Mallomonas</i> sp. 1
<i>Dinobryon</i> sp.	<i>Mallomonas</i> sp.2
<i>Kephyrion littorale</i> Pas.	<i>Synura</i> sp.
<i>Kephyrion</i> sp.	Chrysophyceae colonial não identificada
<i>Kephyrion</i> sp. 1	Chrysophyceae unicelular não identificada

**EUGLENOPHYCEAE**

<i>Euglena</i> sp.	<i>Trachelomonas armata</i> var. <i>armata</i> (Ehr.) Stein
<i>Euglena</i> sp. 1	<i>Trachelomonas armata</i> (Ehr.) Stein var. <i>litoralensis</i> Tell & Zaloc
<i>Euglena</i> sp. 2	<i>Trachelomonas armata</i> (Ehr.) Stein var. <i>steinii</i> Lemm.
<i>Lepocinclis acus</i> var. <i>acus</i> Her.	<i>Trachelomonas atomaria</i> Skv.
<i>Lepocinclis acus</i> var. <i>□etráptera</i> Defl.	<i>Trachelomonas cervicula</i> Stokes
<i>Lepocinclis ehrenbergii</i> Kleb.	<i>Trachelomonas</i> □etráp Playf.
<i>Lepocinclis caudata</i> (Cunha) Conr.	<i>Trachelomonas curta</i> Cunha emend. Defl.
<i>Lepocinclis ovum</i> (Her.) Lemm.	<i>Trachelomonas cylindrica</i> Playf.
<i>Lepocinclis oxyuris</i> Schm.	<i>Trachelomonas dastuguei</i> Balech.
<i>Lepocinclis salina</i> Frits.	<i>Trachelomonas fluviatilis</i> Lemm.
<i>Lepocinclis spirogyra</i> Ehr. Var. <i>fusca</i> Klebs	<i>Trachelomonas hemisphaerica</i> G. de Emiliani
<i>Lepocinclis spirogyra</i> var. <i>spirogyra</i> Ehr.	<i>Trachelomonas hirta</i> Cunha
<i>Lepocinclis texta</i> (Duj) Lemm. Emend. Conrad	<i>Trachelomonas hispida</i> (Perty) Stein
<i>Lepocinclis</i> sp.	<i>Trachelomonas horrida</i> Pal.
<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	<i>Trachelomonas intermedia</i> Dang.
<i>Phacus horridus</i> Pochm.	<i>Trachelomonas lacustris</i> Drez.
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj.	<i>Trachelomonas lefevrei</i> Defl.
<i>Phacus longicauda</i> (Ehr.) Duj. Var. <i>tortus</i> Lemm.	<i>Trachelomonas lemmermannii</i> Wolosz emend Defl.

Continua...

**continuação.**

<i>Phacus margaritatus</i> Pochm.	<i>Trachelomonas magdaleniana</i> Defl.
<i>Phacus</i> cf. <i>megalopsis</i> Pochm.	<i>Trachelomonas malum</i> Conr.
<i>Phacus orbicularis</i> Hübn.	<i>Trachelomonas</i> □ <i>etrápter</i> Drez.
<i>Phacus pleuronectes</i> (□etráp) Duj.	<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemm.
<i>Phacus pyrum</i> (Ehr.) Stein	<i>Trachelomonas parvicollis</i> Defl.
<i>Phacus suecicus</i> Lemm.	<i>Trachelomonas</i> □ <i>etráptera</i> □ Swir.
<i>Phacus tortus</i> (Lemm.) Skv.	<i>Trachelomonas pseudobulla</i> Swir.
<i>Phacus</i> sp.	<i>Trachelomonas pusilla</i> Playf.
<i>Phacus</i> sp. 1	<i>Trachelomonas raciborskii</i> Wolosz.
<i>Phacus</i> sp. 2	<i>Trachelomonas rugulosa</i> Stein
<i>Strombomonas costata</i> Defl.	<i>Trachelomonas scabra</i> Playf.
<i>Strombomonas</i> cf. <i>Schauinslandii</i> (Lemm.) Defl.	<i>Trachelomonas sculpta</i> Balech.
<i>Strombomonas deflandrei</i> (Y. V. Roll) Defl.	<i>Trachelomonas similis</i> Stokes var. <i>Similis</i> Stokes
<i>Strombomonas ensifera</i> (Daday) Defl.	<i>Trachelomonas similis</i> Stokes var. <i>Spinosa</i> Hub.-Pest.
<i>Strombomonas fluviatilis</i> (Lemm.) Defl.	<i>Trachelomonas spinosa</i> Stokes
<i>Strombomonas gibberosa</i> (Playf.) Defl.	<i>Trachelomonas superba</i> Swir. Emend. Defl.
<i>Strombomonas girardiana</i> (Playf.) Defl.	<i>Trachelomonas sydneyensis</i> Playf.
<i>Strombomonas ovalis</i> (Playf.) Defl.	<i>Trachelomonas volvocina</i> Ehr.
<i>Strombomonas scabra</i> (Playf.) Tell & Conf.	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Swir.
<i>Strombomonas</i> □ <i>etráptera</i> Bal. & Dast.	<i>Trachelomonas volzii</i> Lemm.
<i>Strombomonas treubi</i> (Wol.) Defl.	<i>Trachelomonas wernerii</i> Bourr. & Gayr.
<i>Strombomonas verrucosa</i> (Daday) Defl.	<i>Trachelomonas woycickii</i> Kocz. w.
<i>Trachelomonas abrupta</i> Swir. Emend. Defl.	<i>Trachelomonas</i> sp.
<i>Trachelomonas acanthophora</i> Stokes	<i>Trachelomonas</i> sp. 1
<i>Trachelomonas amphoriformis</i> Osor.-Traf.	

**CRYPTOPHYCEAE**

<i>Chroomonas acuta</i> Uterm.	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja
<i>Cryptomonas brasiliensis</i> Castro, Bic. & Bic.	<i>Cryptomonas</i> sp.
<i>Cryptomonas curvata</i> Ehr. Emend. Pen.	<i>Plagioselmis</i> sp.

**ZYGNEMAPHYCEAE**

<i>Actinotaenium</i> sp.	<i>Spondylosium planum</i> (Wol.) W. & W.
<i>Closterium aciculare</i> T. West.	<i>Spondylosium pulchrum</i> (Bail.) Archer
<i>Closterium archerianum</i> Cleve	<i>Spondylosium</i> sp.
<i>Closterium calosporum</i> Wittr.	<i>Staurastrum brasiliensi</i> Nordst.
<i>Closterium ehrenbergii</i> Men. Ex Ralfs	<i>Staurastrum glabrum</i> Ehr.
<i>Closterium kutzingii</i> Bréb.	<i>Staurastrum gracile</i> Ralfs
<i>Closterium lineatum</i> Ehr. Ex Ralfs	<i>Staurastrum leptacanthum</i> Nordst.
<i>Closterium parvulum</i> Nag.	<i>Staurastrum leptocladum</i> Nordst.
<i>Closterium setaceum</i> Her. Ex Ralfs	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>cornutum</i> Will
<i>Closterium toxon</i> W. West.	<i>Staurastrum leptocladum</i> var. <i>subinsigne</i> Scott et Grön.
<i>Closterium</i> sp.	<i>Staurastrum margaritaceum</i> (Ehr.) ex Ralfs
<i>Closterium</i> sp. 1	<i>Staurastrum</i> cf. <i>minesotense</i> Wolle
<i>Closterium</i> sp. 2	<i>Staurastrum muticum</i> (Bréb.) & Ralfs
<i>Cosmarium contractum</i> Kirch.	<i>Staurastrum nudibranchiatum</i> Borge
<i>Cosmarium decoratum</i> W. G. & S. West	<i>Staurastrum polymorphum</i> (Bréb.) & Ralfs
<i>Cosmarium excavatum</i> Nordst.	<i>Staurastrum pseudosebaldi</i> Wille
<i>Cosmarium lagoense</i> Nordst. var. <i>amoebum</i> Forst.	<i>Staurastrum rotula</i> Nordst.
<i>Cosmarium margaritatum</i> (Lund.) Roy & Biss	<i>Staurastrum sebaldi</i> Reins.
<i>Cosmarium porrectum</i> Nordst.	<i>Staurastrum setigerum</i> Cleve
<i>Cosmarium protractum</i> (Näg.) De Bary	<i>Staurastrum subulatus</i> (Kütz.) Thom.
<i>Cosmarium pseudopyramidatum</i> Lund.	<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs ex Ralfs
<i>Cosmarium punctulatum</i> Bréb.	<i>Staurastrum trifidum</i> Nordst.
<i>Cosmarium regnesi</i> Reins.	<i>Staurastrum</i> sp.
<i>Cosmarium</i> sp.	<i>Staurastrum</i> sp. 1
<i>Cosmarium</i> sp. 1	<i>Stauodesmus clepsydra</i> Nordst.
<i>Cosmarium</i> sp. 2	<i>Stauodesmus convergens</i> (Ehr.) Teil.
<i>Desmidium aptogonum</i> Bréb. & Goder	<i>Stauodesmus cornutus</i> (Wolle) Teil.
<i>Desmidium swatzii</i> (C. A.) Agardh	<i>Stauodesmus cuspidatus</i> (Bréb.) Teil.
<i>Euastrum abruptum</i> Nordst.	<i>Stauodesmus dejectus</i> (Bréb.) Teil.
<i>Euastrum denticulatum</i> (Kirch.) Gay	<i>Stauodesmus extensus</i> (And.) Teil.
<i>Euastrum didelta</i> (Turpin) Ralfs	<i>Stauodesmus glaber</i> (Ehr.) Teil.
<i>Euastrum elegans</i> (Bréb.) Kütz.	<i>Stauodesmus lobatus</i> (Borg.) Bourr.
<i>Euastrum</i> cf. <i>evolutum</i> (Nordst.) West & West	<i>Stauodesmus</i> cf. <i>mamillatus</i> Nordst.
<i>Euastrum insulare</i> (Wittr.) Roy	<i>Stauodesmus subulatus</i> (Kütz.) Thom.
<i>Euastrum rectangulare</i> Fritsch & Rich	<i>Stauodesmus triangularis</i> (Lagerh.) Teil.

Continua...

**continuação.**

<i>Euastrum</i> cf. <i>quebecense</i> Irénée-Marie	<i>Staurodesmus validus</i> W & G. S. West Thom.
<i>Euastrum</i> sp.	<i>Staurodesmus</i> sp.
<i>Gonatozygon kinahanii</i> (Arch.) Rabenh.	<i>Staurodesmus</i> sp. 1
<i>Gonatozygon pilosum</i> Wolle	<i>Staurodesmus</i> sp. 2
<i>Hyalotheca dissiliens</i> Bréb. ex Ralfs	<i>Teilingia granulata</i> (Roy & Biss) Bourr.
<i>Hyalotheca mucosa</i> (Mert.) Ehr. ex Ralfs	<i>Teilingia</i> sp.
<i>Micrasterias borgei</i> Krieg.	<i>Xanthidium antilopaeum</i> (Bréb. in Menegh)
<i>Micrasterias furcata</i> C. Agardh ex Ralfs	<i>Xanthidium mamillosum</i> (Gönb.) Föster
<i>Micrasterias laticeps</i> Nordst.	<i>Xanthidium paraguayense</i> Borge
<i>Micrasterias mahabuleshwariensis</i> Hobs	<i>Xanthidium trilobum</i> Nordst.
<i>Micrasterias truncata</i> (Corda) Bréb ex Ralfs	<i>Xanthidium</i> sp.
<i>Mougeotia</i> sp.	Mougeotiaceae não identificada
<i>Pleurotaenium</i> sp.	Zygnemaphyceae filamentosa não identificada
<i>Onychonema laeve</i> Nordst.	
<i>Sphaerosma laeve</i> (Nordst.) Thom.	
<i>Spyrogira</i> sp.	

**XANTHOPHYCEAE**

<i>Brachiozonium ophiaster</i> Pascher & Ettl	<i>Tetraedriella jovetti</i> (Bourr.) Bourr.
<i>Centrtractus belenophorus</i> Lemm.	<i>Tetraedriella regularis</i> (Kütz.) Fott
<i>Gloeobotrys lunatus</i> Ettl	<i>Tetraedriella spinigera</i> Skuja
<i>Goniochloris cochleata</i> Pascher & Ettl	<i>Tetraedriella</i> sp.
<i>Goniochloris contorta</i> (Bourr.) Ettl	<i>Tetraplektron acutum</i> (Pasch.) Fott
<i>Goniochloris mutica</i> (A. Braun) Fott	<i>Tetraplektron laevis</i> (Bourr.) Ettl
<i>Goniochloris spinosa</i> Parscher	<i>Tetraplektron torsum</i> (Skuja) Dedus. Scegg.
<i>Isthmochloron gracile</i> (Reins.) Skuja	<i>Tetraplektron tribulus</i> (Pasch.) A R. Loeb.
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Naeg.) Skuja	<i>Tetraplektron</i> sp.
<i>Isthmochloron neustonica</i> Zal. & Pizz.	<i>Tetraplektron</i> sp. 1
<i>Pseudostaurastrum enorme</i> (Ralfs) Chod.	<i>Tetraplektron</i> sp. 2
<i>Pseudostaurastrum limneticum</i> (Bor.) Chod.	

**DINOPHYCEAE**

<i>Gymnodinium</i> sp.	<i>Peridinium</i> sp. 1
<i>Peridinium</i> sp.	Dinococcales não identificada

**Riqueza de espécies**

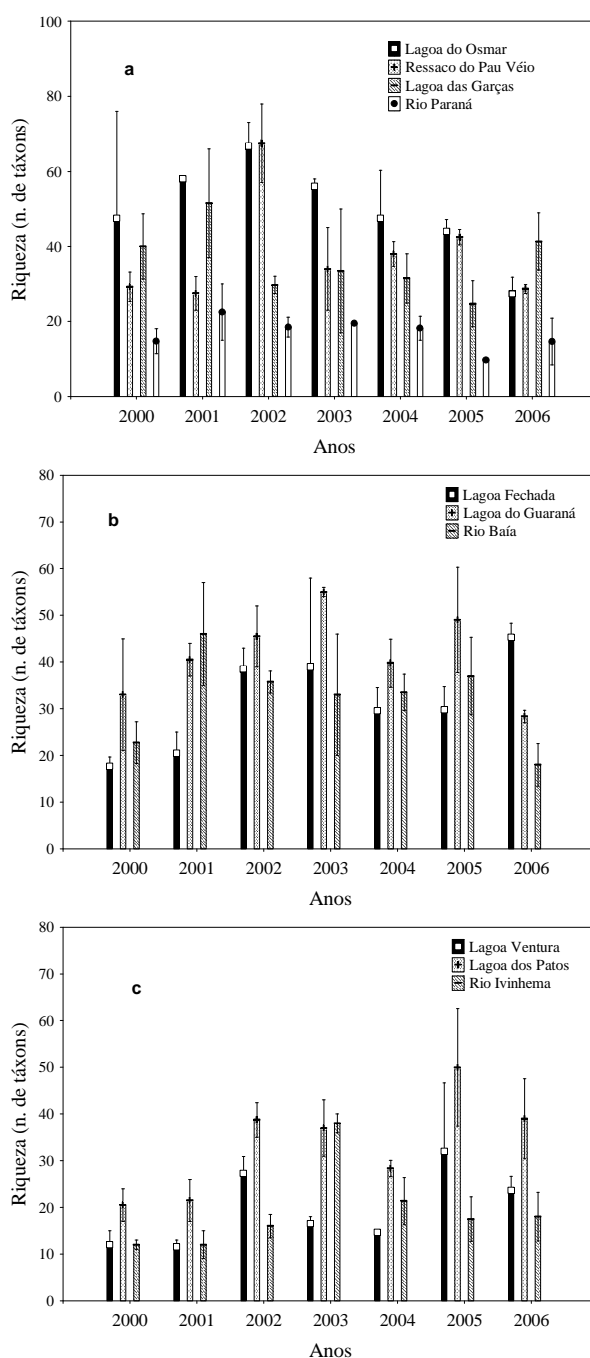
Os valores médios de riqueza de espécies estiveram próximos de 30 táxons em todos os biótopos, exceto no rio Paraná e Ivinhema, nos quais a riqueza foi menor, em torno de 20 táxons (Figuras 2 a,b e c). Os maiores valores médios ocorreram nos ambientes lênticos, como a lagoa do Osmar (associada ao rio Paraná), a lagoa do Guaraná (associada ao rio Baía) e a lagoa dos Patos (associada ao rio Ivinhema), em todos os anos, sendo registradas grande amplitude de variação dos valores entre os diferentes meses, especialmente no ano de 2000 (sob influência do fenômeno *La Niña*), que apresentou baixa precipitação.

Dentre os ambientes diretamente conectados ao rio principal, pode se observar maior efeito dilutivo no ressaco do Pau Véio, o que se refletiu nos menores valores médios de riqueza (Figura 2 a). Devido à menor vazão, o rio Baía apresenta altos valores de riqueza específica e incrementa a riqueza das lagoas conectadas a ele, o que faz com que o sub-sistema Baía apresente maior média no número de táxons (35 táxons) que o sub-sistema Paraná (31 táxons) e Ivinhema (25). Estes valores foram próximos aos registrados por Train (1998), que encontrou para o rio Baía um valor médio de 32 táxons e para a Lagoa do Guaraná, 44 táxons. Chlorophyceae, Bacillariophyceae, Cyanobacteria e Euglenophyceae foram os grupos que apresentaram maior contribuição aos valores de riqueza em todos os biótopos amostrados.

## Biomassa fitoplanctônica

Foram registrados, em geral, elevados valores médios de biomassa fitoplanctônica, especialmente nos ambientes lênticos e com menor grau de conectividade com o rio principal (Figuras 3 a, b e c).

No sub-sistema Baía, foram observados os maiores valores médios de biomassa fitoplanctônica ( $> 20 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ), sendo o maior valor registrado no ano de 2001 no período de limnofase (Figura 3b).



**Figura 2. Variação interanual da riqueza de espécies fitoplanctônicas (valores médios; +/- erro padrão) nos rios Paraná (a), Baía (b) e Ivinhema (c) e nos biótopos associados a estes, durante o período de 2000 a 2006.**

O rio Baía, devido às suas características semi-lóticas e maior disponibilidade de nutrientes, favoreceu o desenvolvimento fitoplanctônico, como registrado em estudos anteriores (Train e Rodrigues, 1998; 2004). A variação interanual da biomassa fitoplanctônica registrada neste rio, quando comparado a do rio Paraná, apresentou maior flutuação entre os anos estudados.

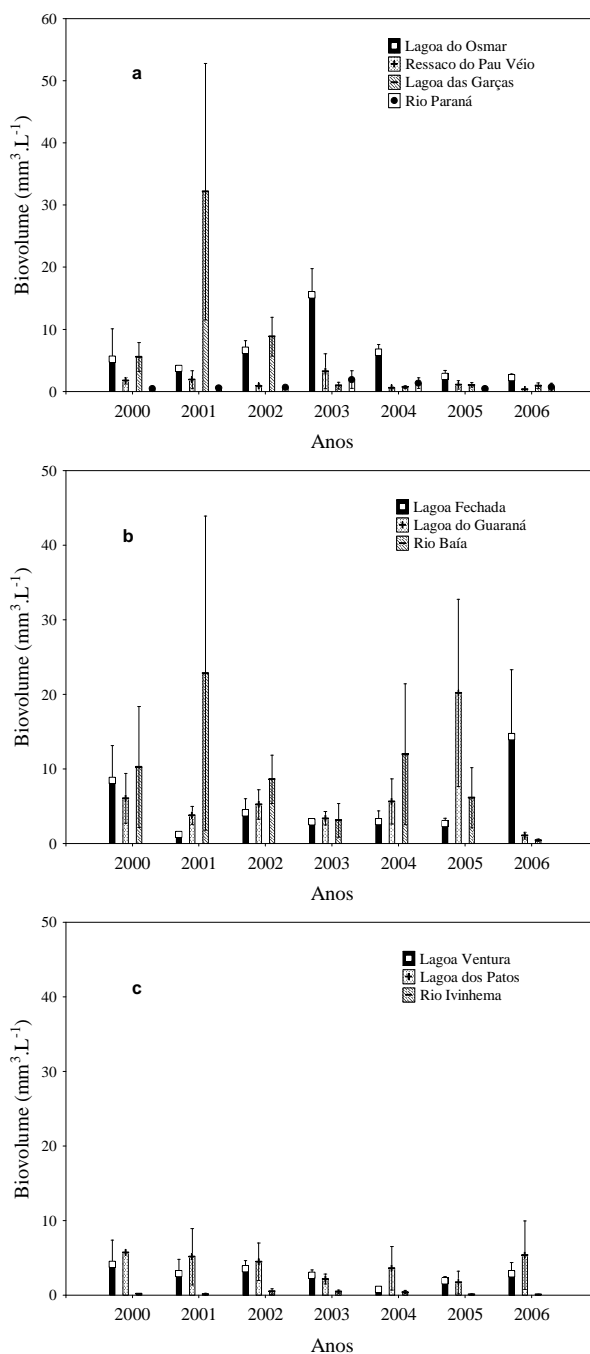
Foi observada menor amplitude de variação do erro padrão dos valores de biomassa fitoplanctônica para os ambientes relacionados ao rio Paraná e ao rio Ivinhema, quando comparados ao rio Baía, demonstrando não haver diferenças temporais marcantes entre os valores de biomassa dos diferentes períodos de amostragem, exceto para os anos de 2001 e 2006, nos quais houve um incremento de biomassa fitoplanctônica, em especial nos meses correspondentes ao período de limnofase (figura 3 a e c). Baixos valores de biomassa no rio Paraná e Ivinhema tem sido um padrão recorrente (Train e Rodrigues, 2004; Train *et al.*, 2005; Train *et al.*, 2000), estando associados à hidrodinâmica lótica própria destes rios, o que dificulta o estabelecimento de espécies fitoplanctônicas.

Cyanobacteria e Bacillariophyceae foram os principais grupos taxonômicos responsáveis pelos maiores valores de biomassa registrados nos biótopos estudados. Estes grupos foram representados principalmente por algas filamentosas de elevado tamanho (>100µm).

Para o rio Baía e as lagoas associadas a ele, as cianobactérias constituem um grupo importante na produção de biomassa fitoplanctônica, representando, na maior parte do período estudado, mais de 80% dos valores totais (Figura 4.b) Além da maior disponibilidade de nutrientes, a menor vazão do rio Baía, foi importante no favorecimento das cianobactérias neste ambiente e nas lagoas relacionadas a ele, pois, a baixa taxa de crescimento celular, característica das espécies de maiores dimensões, dificulta o estabelecimento das mesmas em ambientes com alto fluxo de água (Reynolds & Petersen, 2000).

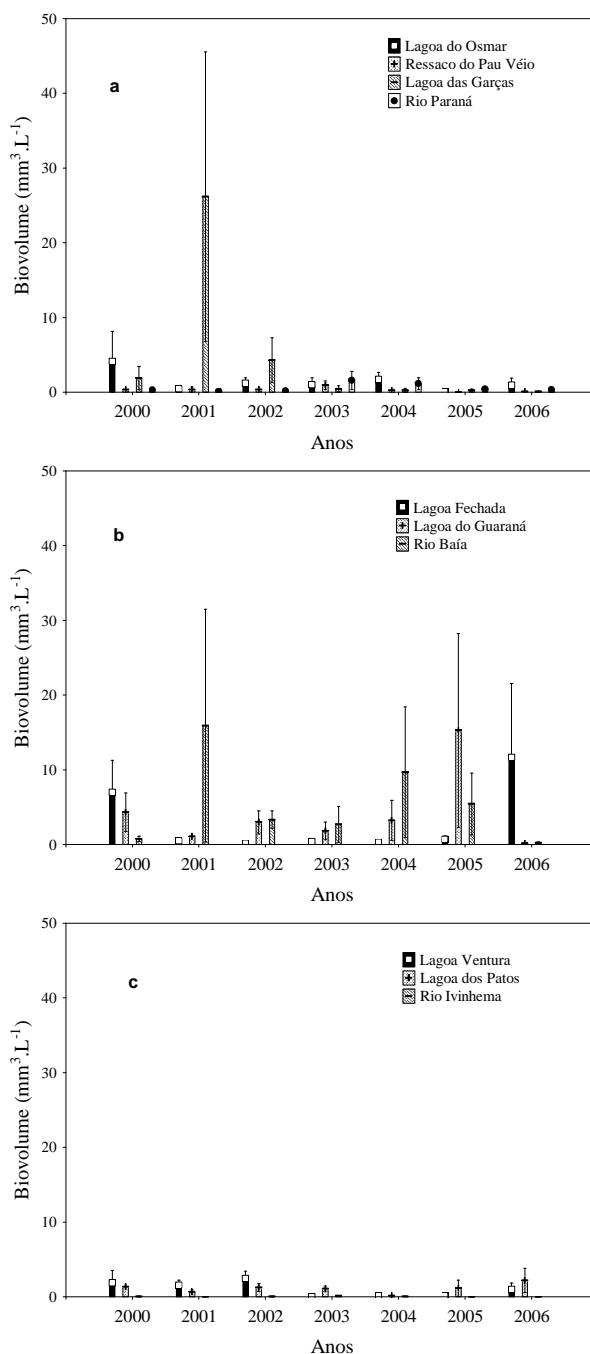
A contribuição das cianobactérias para a biomassa fitoplanctônica nos ambientes amostrados dos sub-sistemas Paraná e Ivinhema foi menor do que no sub-sistema Baía. Valores elevados de biomassa foram registrados apenas nos ambientes lênticos associados a estes rios, sejam estes isolados ou permanentemente ligados ao rio principal (Figuras 4a e b).

As cianobactérias que mais contribuíram para os valores de biovolume foram *Anabaena planctonica* (rio Baía, anos de 2000, 2001 e 2004, e lagoa do Guaraná em 2005 e lagoa Ventura em 2000, 2001 e 2002), *Synechocystis aquatilis* (rio Baía, em 2001), *Aphanizomenon gracile*, *Cylindrospermopsis raciborskii* e *Planktolyngbya limnetica* (lagoa das Garças, no mês de maio de 2002). Estes dois últimos táxons também foram os responsáveis pelos elevados valores de biomassa registrados na lagoa das Garças (rio Paraná) no mês de agosto de 2001. *Anabaena circinalis* foi o táxon que mais contribuiu para a biomassa na lagoa Fechada (rio Baía) nos meses de maio e agosto de 2000, sendo que neste último mês também foi significativa a contribuição de *A. spiroides* para os valores de biomassa. *Radiocystis fernandoii*, foi a responsável pelo alto valor ( $18\text{mm}^3\text{L}^{-1}$ ) de biomassa fitoplanctônica observado na lagoa Fechada (rio Baía) no mês de maio de 2000 e contribuiu de forma expressiva para os valores de biomassa fitoplanctônica da lagoa Ventura (rio Ivinhema) em 2006. Contrariando a tendência geral de dominância por espécies de grande volume celular, em 2006 na lagoa dos Patos (rio Ivinhema) ocorreu dominância de cianobactérias nano e picoplanctônicas como *Synechocystis aquatilis*, *Gloeocapsa cf. fusco-lutea* e *Aphanocapsa holsatica*.



**Figura 3. Variação interanual da biomassa fitoplanctônica (valores médios; +/- erro padrão) nos rios Paraná (a), Baía (b) e Ivinhema (c) e em biótopos a eles associados, no período entre os anos de 2000 a 2006.**

A ocorrência de florações ou dominância de cianobactérias em diversos biótopos estudados constitui um fato preocupante, visto que estas são potencialmente tóxicas e amplamente reconhecidas como típicas e abundantes em ambientes hipereutróficos (Codd, 2000; Scheffer *et al.*, 1997; Padisák & Reynolds, 1998; Stoyneva, 2003). Embora em regiões temperadas, florações de algas procariontes sejam consideradas como resultantes de eutrofização antropogênica, na planície de inundação do alto rio Paraná, florações deste grupo de algas ocorrem naturalmente mesmo em ambientes de áreas mais preservadas.



**Figura 4 - Variação interanual da biomassa de Cianofíceas (valores médios; +/- erro padrão) nos rios Paraná (a), Baía (b) e Ivinhwema (c) e biótopos associados a estes, durante o período de 2000 a 2006.**

Dentre as diatomáceas, *Aulacoseira granulata* var. *granulata* destacou-se principalmente no rio Baía, nos meses de fevereiro de 2000 e 2001, maio e novembro de 2002 e março de 2004. Nestes 3 últimos meses, esta espécie também contribuiu com altos valores de biovolume na lagoa do Guaraná e na lagoa Fechada. *A. granulata* var. *granulata* ocorreu com altos valores nos meses de maio de 2000, agosto de 2002 e dezembro de 2005, juntamente com *Aulacoseira distans*. *A. ambigua* apresentou maior contribuição ao biovolume na lagoa do Osmar (rio Paraná).

Como registrado em períodos anteriores, observou-se co-dominância de *Anabaena planctonica* e *Aulacoseira granulata* var. *granulata* em alguns biótopos da planície, em

especial, no rio Baía, o que confirma que as mesmas possuem estratégias de vida similares (Train e Rodrigues, 1998; 2004; Train *et al.*, 2000).

Aplicando a Análise de Correlação de Spearman aos dados de biomassa de Bacillariophyceae e Cyanobacteria, principais contribuintes para os valores de biovolume fitoplanctônicos, e a algumas variáveis ambientais (Temperatura da água, profundidade do disco de Secchi, pH, nitrato, íon amônio, condutividade elétrica e fósforo solúvel reativo), foi encontrada baixa correlação entre estas matrizes (Tabela 2). Este resultado pode indicar que a complexidade ambiental dos biótopos amostrados não permite que alguma variável responda sozinha pela variação da biomassa fitoplanctônica, ou ainda que variáveis importantes na variação sazonal deste atributo não tenham sido consideradas. A correlação negativa entre a biomassa dos dois grupos de algas e o nitrato deve ser atribuída à absorção desta fração de nitrogênio.

**Tabela 2 – Coeficientes da Correlação de Pearson entre a biomassa de Bacillariophyceae e Cyanobacteria e as variáveis abióticas: Temperatura da água, profundidade do disco de Secchi, pH, nitrato (NO<sub>3</sub>), íon amônio (NH<sub>4</sub>), Condutividade elétrica, e Fósforo solúvel reativo (PO<sub>4</sub>). São apresentadas apenas as correlações significativas ( $p < 0,05$ ).**

Grupos	NO3	NH4	Condutividade
Bacillariophyceae	-0,31	0,15	-0,27
Cyanobacteria	-0,26		

Registrou-se também alta contribuição à biomassa total dos grupos Euglenophyceae e Dinophyceae, fitoflagelados, que podem ser heterotróficos em determinadas condições. Estes organismos são favorecidos em ambientes ricos em matéria orgânica, o que justifica sua dominância especialmente nos ambientes lênticos e isolados, como a lagoa do Osmar (sub-sistema Paraná), na qual estes grupos foram os principais responsáveis pelos altos valores de biovolume registrados nos meses de agosto e novembro de 2002, maio de 2003 e dezembro de 2004.

Considerando-se os valores de biovolume registrados e os critérios de Reynolds (1997), o rio Paraná e o rio Ivinhema podem ser enquadrados como oligotróficos (biovolume  $< 2 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ) e o rio Baía como eutrófico (biovolume  $5\text{-}20 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ ) na maior parte do período de estudo.

### **Composição, riqueza de espécies e biomassa fitoplanctônica no canal principal**

Quanto à riqueza de espécies, Cyanobacteria, Chlorophyceae e Bacillariophyceae foram os grupos mais importantes. Os maiores valores foram registrados nos meses de agosto de 2001 (30 táxons) e setembro de 2006 (27 táxons), enquanto que o menor ocorreu em março de 2006 (7 táxons) (Figura 5). No período compreendido entre agosto de 2002 a setembro de 2003 ocorreram poucas flutuações quanto ao número de táxons (média de 15 táxons)(Figura 1).

No ano de 2005 (sob a influência do *El Nino*) e no primeiro semestre de 2006, foi observada uma queda acentuada nos valores de riqueza, os quais aumentaram novamente em setembro de 2006 (Figura 5).

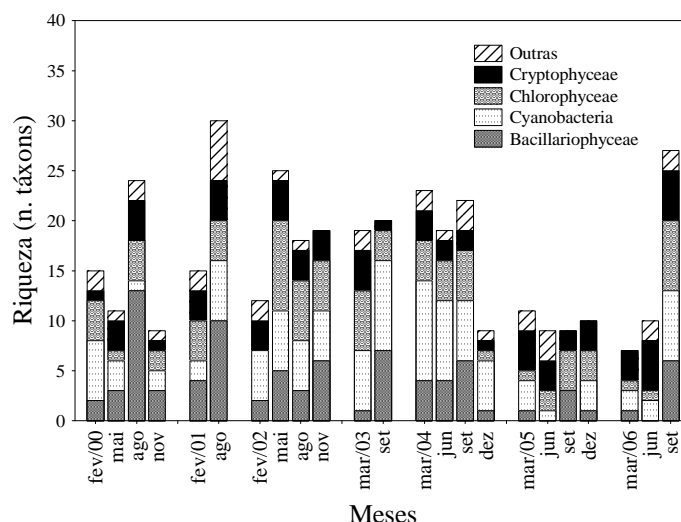


Figura 5 – Variação interanual da riqueza de espécies fitoplanctônicas no rio Paraná.

Quanto ao biovolume fitoplanctônico, os valores em geral foram inferiores a  $1,5 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  durante todo período de estudo (Figura 6), exceto nos meses de setembro de 2003 e março de 2004, quando os valores de biomassa estiveram próximos a  $4 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ . Os baixos valores registrados se devem, provavelmente, à alta vazão do rio Paraná, no qual, os menores valores de biomassa fitoplanctônica são registrados durante a potamofase, período em que são mais elevados os níveis fluviométricos, a turbidez e a velocidade de fluxo (Train e Rodrigues, 2004). No entanto, ocorreu baixa precipitação no primeiro trimestre de 2004, período sob a influência moderada do *El Nino*, o que provavelmente, pode explicar o favorecimento das cianobactérias, atípico neste período (potamofase). Valores de biovolume inferiores a  $4 \text{ mm}^3 \cdot \text{L}^{-1}$  também ocorreram durante o ciclo hidrossedimentológico 1993-1994, em uma estação de amostragem situada no canal principal do alto rio Paraná, em sua junção com um canal lateral (Canal Cortado), situada a margem esquerda (Train *et al.*, 2000).

As cianobactérias *Anabaena planctonica*, *Anabaena circinalis*, e *Radiocystis fernandoi*, foram dominantes em biovolume, sendo que apenas recentemente este último táxon tem sido registrado no canal principal do alto rio Paraná. Por não serem táxons potamoplanctônicos, sua provável origem são os biótopos lênticos da planície de inundação, assim como, os reservatórios localizados a montante.

A biomassa de *Anabaena planctonica* positivamente correlacionada com o pH, indica maior produção fitoplanctônica proporcionada por esta espécie, enquanto que a correlação negativa de *Anabaena circinalis* com o nitrato, indica o favorecimento desta cianobactéria heterocitada em condições de baixa concentração de nitrogênio. *Radiocystis fernandoi*, assim como as demais cianobactérias, apresenta alta capacidade de absorção e estocagem de fósforo, o que lhe propicia vantagem competitiva mesmo em ambientes com baixas concentrações deste nutriente (tabela 2).

Bacillariophyceae foi o segundo grupo mais importante em biovolume, principalmente nos meses de fevereiro de 2001 e novembro de 2002, contribuindo com 75% e 87%, respectivamente, para a biomassa total. *Aulacoseira granulata* e *Discostella stelligera*, pertencentes à Ordem Centrales e tipicamente potamoplanctônicas, embora pouco abundantes, foram às espécies mais importantes.

*Aulacoseira granulata* e *Discostella stelligera*, tolerantes à baixa disponibilidade de luz, são características de ambientes turbulentos e ricos em nutrientes. Os valores de biovolume de *Discostella stelligera* estiveram positivamente relacionados com os maiores valores de material em suspensão total verificados nos primeiros anos de estudo (Tabela 2) corroborando o favorecimento desta espécie em ambientes túrbidos e turbulentos (Reynolds, 1995). A partir de março de 2004, as diatomáceas apresentaram pouca contribuição para a biomassa fitoplanctônica, devido, provavelmente, ao aumento da transparência da água provocada pela retenção de material em suspensão pelos reservatórios a montante, o que favoreceu, principalmente as cianobactérias.

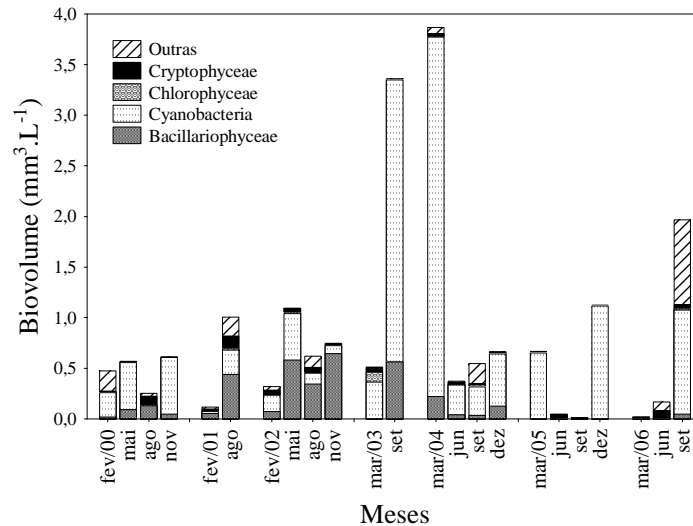


Figura 6: – Variação interanual do biovolume fitoplanctônico no rio Paraná.

Chlorophyceae e Cryptophyceae, apesar de apresentarem adaptações à sobrevivência em ambientes lóticos (Reynolds, 1995; Reynolds & Descy, 1996) apresentaram escassa contribuição para os valores de biomassa fitoplanctônica do rio Paraná durante o presente estudo, e estiveram limitadas, principalmente, pelas baixas concentrações de nutrientes observadas neste ambiente nos últimos anos. As criptofíceas representadas principalmente por *Cryptomonas marssonii* e *Cryptomonas* sp. são importantes produtores primários em ambientes de água doce, com distribuição cosmopolita, constituindo um alimento de alta qualidade para os herbívoros, devido a fácil ingestão e digestão, por conter ácidos graxos essenciais e não produzirem toxinas (Barone & Naselli-Flores, 2003).

Tabela 3 – Coeficientes da Correlação de Pearson entre riqueza de espécies de Bacillariophyceae e Cyanobacteria, biomassa ( $\text{mm}^3.\text{L}^{-1}$ ) das principais espécies fitoplanctônicas e as variáveis abióticas (material suspenso total-MST, pH, nitrato- $\text{NO}_3$  e fósforo total-PT). Somente correlações significativas estão apresentadas ( $p < 0,05$ ).

Espécies	MST	pH	$\text{NO}_3$	PT
<i>Anabaena circinalis</i>			- 0,74	
<i>Anabaena planctonica</i>		0,74		
<i>Radiocystis fernandoi</i>				0,76
<i>Discostella stelligera</i>	0,73			
Bacillariophyceae (riqueza de espécies)	0,85			
Cyanobacteria (riqueza de espécies)				0,82

A variabilidade interanual da comunidade fitoplanctônica observada nos sete anos de estudo, indicam que a comunidade ainda é fortemente influenciada pelo regime hidrossedimentológico natural do rio Paraná, tendo sido afetada também, provavelmente, nos últimos anos, pela crescente influência antropogênica e pelas mudanças climáticas, o que deverá ser objeto de análise na fase final de desenvolvimento do projeto de longa duração.

Os procedimentos operacionais das barragens existentes a montante, ao exercerem o controle dos níveis fluviométricos do rio Paraná e de seu regime de descarga, juntamente com a diminuição do transporte de sedimentos (Souza filho *et al.*, 2004; Thomaz *et al.*, 2004) têm favorecido o crescimento das cianobactérias, o que representa um risco potencial para o saneamento e a saúde pública, por se tratarem, de algas toxigênicas (Keating, 1979; Codd, 2000; Carmichael, 1997; Pouria *et al.*, 1998). As cianotoxinas podem provocar mortandade de peixes (Zimba *et al.*, 2001) ou, na maioria das vezes, provocar efeitos crônicos, podendo se acumular no tecido muscular de peixes e, com o conseqüente consumo de peixes contaminados, atingir os seres humanos (Magalhães *et al.*, 2001, 2003; Mohamed *et al.*, 2003; Soares *et al.*, 2004; Li *et al.*, 2004; Jos *et al.*, 2005; Xie *et al.*, 2005).

Florações de cianobactérias têm sido amplamente registradas em diversos ambientes aquáticos da Bacia do rio Paraná (Train & Rodrigues, 1997; 1998; 2004; Fernandes *et al.*, 2005, Rodrigues *et al.*, 2005; Train *et al.*, 2005), havendo registros da ocorrência de cianotoxinas (microcistina) no reservatório de Itaipu (Hirooka *et al.*, 1999). Assim, medidas urgentes devem ser tomadas quando ao controle das cianobactérias no rio Paraná e sua planície de inundação adjacente, considerando-se que o aumento nas populações acarreta perda da biodiversidade local e regional, compromete a atividade pesqueira das comunidades ribeirinhas tradicionais, além de poder inviabilizar, no futuro, o uso da água para consumo humano e atividades recreacionais (esportes de contato primário).

## Referências

- Agostinho, A. A. *et al.* (1995) The High River Paraná Basin: Limnological and Ichthyological Aspects. In: Tundisi, J. G. *et al.* (Eds.). *Limnology in Brazil*, Rio de Janeiro: ABC/SBL. 384p.
- American Public Health Association (1995) Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington. Byrd Prepress Springfield.
- Barone, R.; Naselli-Flores, L. Distribution and seasonal dynamics of Cryptomonads in Sicilian water bodies. *Hidrobiologia*, **502**, 325-329.
- Bicudo, C.E.M.; Menezes, M. (2006) *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições*. São Carlos: RIMA.
- Bovo-Scomparin, V. M. *et al.* (2005) Xanthophyceae planctônicas da planície de inundação do alto rio Paraná. *Acta Scientiarum*, Maringá, **27** (1), 9-20.
- Carmichael, W. W. (1997) The cyanotoxins. *Advances in Botanical Research*, London, v.27, p.211-256.
- Codd, G. A. (2000) Cyanobacterial toxins, the perception of water quality, and the prioritization of eutrofication control. *Ecological engineering*, **16**, 51-60.
- Edler, L. (1979) Recommendations for marine biological studies in the Baltic Sea; phytoplankton and chlorophyll, 1979. *UNESCO*, Working Group 11, Baltic Marine Biologists. 1979. 38p.

- Fernandes, L. F. *et al.* (2005) Cianobactérias e cianotoxinas. In Andreoli, C. V.; Carneiro, C. (eds), *Gestão integrada de mananciais de abastecimento eutrofizados*. SANEPAR, Curitiba: 367-388.
- Happey-Wood, C. (1988) Ecology of freshwater planktonic green-algae. In: Sandgreen, C.D. (Ed.) *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge: Cambridge Univ. Press., p. 175-226.
- Hirooka, E. Y. *et al.* (1999) Survey of microcystins in water between 1995 and 1996 in Paraná, Brazil using Elisa. *Nat. Toxins*, Chichester, v.7, p.103-109.
- Jos, A. *et al.* (2005) Toxic cyanobacterial cells containing microcystins induce oxidative stress in exposed tilapia fish (*Oreochromis* sp.) under laboratory conditions. *Aquatic toxicology*, Amsterdam, v.72, p.261-271.
- Keating, K. I. (1979) Blue-green algal inhibition of diatom growth: transition from mesotrophic to eutrophic community structure. *Science*, Washington, v.199, p.971-973.
- Küiper-Goodman, T. *et al.* (1999) Human Health Aspects. In: *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management* (Eds Chorus, I.; Bartram, J. London, E & FN Spon. p. 114-153.
- LI, X. Y. *et al.* (2004) Subchronic oral toxicity of microcystin in common carp (*Cyprinus carpio* L.) exposed to *Microcystis* under laboratory conditions. *Toxicon*, Kidlington, v.44, p.821-827.
- Magalhães V. F. *et al.* (2001) Microcystin contamination in fish from Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): ecological implication and human health risk. *Toxicon*, Kidlington v.39, p.1077-1085.
- Magalhães V. F. *et al.* (2003) Microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) bioaccumulation in fish and crustaceans from Sepetiba Bay (Brasil, RJ). *Toxicon*, Kidlington v.42, p.289-295.
- Marinho, M.M.; Branco, C.W.C. (2006) Cianobactérias: Seleccionadas pelas mudanças Globais?, In: Simpósio Ecologia de Reservatórios: Limnologia de Reservatórios profundos. Ita- Santa Catarina, 2006. *Resumos*.
- Mohamed, Z. A. *et al.* (2003) Estimation of microcystins in the freshwater fish *Oreochromis niloticus* in an Egyptian fish farm containing a *Microcystis* bloom. *Environmental toxicology*, New York, v.18, p.137-141.
- Padisák, J.; Reynolds, C. S. (1998) Selection of phytoplankton associations in lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference of the cyanoprokariotes. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 384, p. 41-53.
- Pouria S. *et al.* (1998) Fatal microcystin intoxication in haemodialysis unit in Caruaru, Brazil. *The Lancet.*, New York, v.352, p.21-26.
- Reynolds, C. S. (1984) *The Ecology of Freshwater Phytoplankton*. Cambridge: University Press.
- Reynolds, C. S. (1995) River Plankton: The Paradigm Regained. In: *The Ecological Basis for River Management* (Eds. Harper, D. M.; Ferguson, A. J. D.), pp. 161-174, Wiley, Chichester.
- Reynolds, C. S. (1997) Vegetation process in the pelagic: A model for ecosystem theory. Oldendorf. Ecology Institute.
- Reynolds, C. S.; Descy, J. P. (1996) The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. *Arch. Hydrobiol. Suppl.*, 113, 161-187.

- Reynolds, C.S.; Petersen, A. C. (2000) The distribution of planktonic Cyanobacteria in Irish lakes in relation to their trophic states. *Hydrobiologia*, Dordrecht , v. 424, p. 91-99.
- Reynolds, C. S. *et al.* (2002) Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *J. Plank. Res.*, **24**, 417-428.
- Rodrigues, L. C. *et al.* (2005) Assembléias Fitoplanctônicas de 30 Reservatórios do estado do Paraná. In: *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais* (Eds Rodrigues, L. *et al.* ), pp. 57-72, RIMA, São Carlos.
- Scheffer, M. *et al.* (1997) On the dominance of filamentous cyanobacteria in shallow, turbid lakes. *Ecology*, 78 (1), 272-282.
- Soares, R. M. *et al.* (2004) Accumulation and depuration of microcystins (cyanobacteria hepatotoxins) in *Tilapia renndalli* (Cichlidae) under laboratory conditions. *Aquatic toxicology*, Amsterdam, v.70, p.1-10.
- Souza Filho, E. E. *et al.* (2004) Effects of the Porto Primavera Dam on physical environment of the downstream floodplain. In: Thomaz, S.M. *et al.* (Ed.). *The Upper Paraná river and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation*. Leiden: Backhuys Publishers, cap.I, p.1-29.
- Statsoft Inc. (2005) *Statistica* (data analysis software system) version 7.1., [www.statsoft.inc](http://www.statsoft.inc).
- Stoyneva, M. P. (2003) Steady-state phytoplankton assemblages in shallow Bulgarian wetlands. *Hydrobiologia*, Dordrecht, **502**, 169-176.
- Thomaz, S. M. *et al.* (1997) Fatores limnológicos abióticos e clorofila *a*: caracterização dos habitats e influência do pulso de inundação. In: *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos* (Eds Vazzoler, A. E. A. M. *et al.*), Maringá: EDUEM, p. 371-394.
- Thomaz, S. M. *et al.* (2004) Limnological characterization of the aquatic environments and the influence of hydrometric levels. In: *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation* (Eds Thomaz, S. M. *et al.*), Backhuys, Leiden, p. 75-102.
- Train, S.; Rodrigues, L.C. (1997) Distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica. In: VAZZOLER; A.E.A.M. *et al.* (Ed.). *A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos limnológicos e sócio-econômicos*. Maringá: EDUEM, cap.5, p.103-13.
- Train, S.; Rodrigues, L.C. (1998) Temporal fluctuations of the phytoplankton community of the Baía River, in the upper Paraná River floodplain, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v.361, p.125-134.
- Train, S., Rodrigues, L. C. (2004) Phytoplanktonic Assemblages. In: *The Upper Paraná River and its floodplain: Physical aspects, ecology and conservation* (Eds Thomaz, S. M. *et al.*), Backhuys, Leiden. pp. 103-124.
- Train, S. *et al.* (2000) Dinâmica Sazonal da Comunidade Fitoplanctônica de um Canal Lateral (Canal Cortado) do Alto Rio Paraná (PR, Brasil). *Acta Scientiarum*, Maringá, v. 22, n. 2, p. 389-399.
- Train, S. *et al.* (2004) Phytoplankton Composition and biomass in environments of the Upper Paraná River Floodplain. In: *The upper Paraná river floodplain long term ecological research* (Eds Agostinho, A. A. *et al.*). Maringá. EDUEM. p. 63-73.
- Train, S. *et al.* (2005) Distribuição Espacial e Temporal do Fitoplâncton em Três Reservatórios da Bacia do Rio Paraná. In: *Biocenoses em reservatórios: Padrões espaciais e temporais* (Eds Rodrigues, L. *et al.* ), pp. 73-85, RIMA, São Carlos.

- Tucci, A.; Sant'Anna, C. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, v. 26, n. 1, p. 97-112, 2003.
- Utermöhl, H. (1958) Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. *Mitt. int. Verein. Limnol.*, **9**, 1-38.
- Xie, L. *et al.* (2005) Organ distribution and bioaccumulation of microcystins in freshwater fish at different trophic levels from the Eutrophic lake Chaohu, China. *Environmental toxicology*, New York, v.20, p.293-300.
- Wetzel, R. G., Linkens, G.E. (2002) *Limnological analyses*. New York: Springer-Verlag.
- Zimba, P. V. *et al.* (2001) Confirmation of catfish, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque), mortality from *Microcystis* toxins. *Journal of Fish Diseases*, Oxford, v.24, p.41-47