LUCIANA LUNA RUIZ RODRIGUES

**Biodiversidade de Cianobactérias e Algas das
Represas Billings (Braço Taquacetuba) e
Guarapiranga, SP, Brasil.**

(Exemplar Revisado Conforme Sugestões da Banca Examinadora)

São Paulo

2008

LUCIANA LUNA RUIZ RODRIGUES

**Biodiversidade de Cianobactérias e Algas das
Represas Billings (Braço Taquacetuba) e
Guarapiranga, SP, Brasil.**

**Dissertação Apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade de São Paulo, para a Obtenção do
Título de Mestre em Ciências, na Área de Botânica**

Orientadora: Dra. Célia Leite Sant'Anna

**São Paulo
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA

Rodrigues, Luciana Luna Ruiz
R 696b Biodiversidade de cianobactérias e algas das
represas Billings e Guarapiranga, SP, Brasil /
Luciana Luna Ruiz Rodrigues -- São Paulo : L. L. R. R.,
2008
197 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da
Universidade de São Paulo. Departamento de Botânica,
2008.

1. Fitoplâncton – Represa Billings 2. Fitoplâncton -
Represa Guarapiranga 3. Biodiversidade 4. Cianobactérias
I. Universidade de São Paulo. Instituto de Biociências.
Departamento de Botânica. II. Título.

LC QK 935
QR 99.63

COMISSÃO JULGADORA

Mariângela Menezes

Prof (a). Dr (a).

Estela Maria Plastino

Prof (a). Dr (a).

Célia Leite Sant`Anna

Prof (a). Dr (a).

A G R A D E C I M E N T O S

À Universidade de São Paulo, em especial ao Coseas, pelo apoio educacional.

À Dra. Célia Leite Sant'Anna, da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, pela amizade, confiança, orientação e ensinamentos sobre cianobactérias e microalgas.

À Dra. Andréa Tucci, da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, pela amizade, acesso irrestrito a sua biblioteca particular e pelas inúmeras dicas na identificação das algas.

À Dra. Sílvia Melcher, da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, pela amizade, ajuda na elaboração das pranchas e leitura dos textos em alemão.

À Dra. Mariângela Menezes, do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela simpatia constante e ajuda na identificação dos fitoflagelados.

À Dra. Maria Tereza Azevedo, da empresa Bioalgas, pela amizade e sugestões na identificação de algumas cianobactérias.

Ao Dr. Carlos Bicudo, da Seção de Ecologia do Instituto de Botânica, pela presteza e consulta de sua biblioteca particular.

Ao Dr. Augusto Comas González, do Jardim Botânico de Cienfuegos, Cuba, pela ajuda nas questões taxonômicas referentes às Chlorococcales.

À Dra. Maria do Carmo Carvalho (Cetesb) pela amizade, informações e fotos sobre as represas Billings e Guarapiranga.

Ao Mestre Kleber Santos, pela amizade e auxílio na tiragem das fotos.

À Doutora Silva Faustino, pela ajuda na identificação das desmídeas.

Ao Doutorando Carlos Wetzel, pelas dicas na identificação das diatomáceas.

À Dra. Luciana Retz, da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, pela amizade, alegria constante e pela disponibilização da sua sala para a finalização deste trabalho.

Às Pesquisadoras da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, Dra. Silvia Guimarães, Dra. Nair Yokoya, Dra. Mutue Fujii e Dra. Diclá Santos, pela convivência harmoniosa.

Aos Funcionários da Seção de Ficologia do Instituto de Botânica, Neuzete, Manu, Neide e Elizete, pela amizade e prontidão em ajudar.

Aos Técnicos da Secretaria de Pós-Graduação do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Helder Rossi e Érika Takamoto, sempre solícitos, pacientes e atenciosos.

Às Bibliotecárias, Maria José Carvalho (Instituto de Ciências Biomédicas) e Odete Lopes Mondello (Cetesb), pela ajuda nas consultas bibliográficas.

Aos colegas de Laboratório Kleber, Lilian, Daniella, Regina, Ricardo, Rodrigo, Camila e Fernanda, pela amizade ao longo da realização deste trabalho.

Aos colegas dos Laboratórios vizinhos, Mariana, Fernando, Camila, Edna, Raquel e Marisa, pela amizade e conversas paralelas.

À Professora Enoé, pela amizade e incentivo ao longo de todos esses anos.

À Dra. Gisela Shimizu, do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, pela amizade, conselhos e incentivos ao longo de todos esses anos.

Aos colegas de todos os dias do Crusp: Beto, Naldo, Marcos e Walker, por suportarem os meus defeitos e manias.

Aos colegas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, Laboratório de Anatomia de Madeiras, com quem tive a oportunidade de trabalhar, em especial ao Biólogo-Chefe Geraldo Zenid, pela amizade, aprendizagem e compreensão dos meus horários alternativos durante a realização deste mestrado.

Aos Pesquisadores do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Dra. Veronica Angyalossy, Dr. Gregório Ceccantini, Dr. Antonio Salatino e Dra. Estela Plastino, pela amizade e apoio constantes.

Aos Pesquisadores do Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Dra. Sônia Lopes e Dr. Osmar Domaneschi, pela amizade e incentivos ao longo desses anos.

Às pessoas que não mencionei, mas que em algum momento torceram por mim.

RESUMO: A biodiversidade de cianobactérias e algas fitoplanctônicas foi estudada em duas das maiores represas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Billings e Guarapiranga, que fornecem água para o abastecimento de milhões de pessoas. As amostras foram coletadas bimensalmente, em pontos próximos à captação da Sabesp, durante o período de janeiro/2004 a dezembro/2004. As amostras foram filtradas com rede de plâncton de 20µm de abertura de malha, preservadas em formol e depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP). Foram identificados, descritos e ilustrados, 84 táxons para as represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, sendo: 36 de Chlorophyceae (43%); 17 de Cyanobacteria (20%); 13 de Euglenophyceae (15,5%); 7 de Bacillariophyceae (8,5%); 5 de Zygnematophyceae (6%); 3 de Xantophyceae (3,5%); 2 de Dinophyceae (2,5%) e 1 de Chrysophyceae (1%). Vinte e três táxons foram considerados como primeiras referências para as represas estudadas. Nove espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas foram identificadas para as duas represas. O resultado do índice de similaridade de Sørensen apontou alta similaridade entre as floras fitoplanctônicas de ambas as represas.

Palavras-chave: Represa Billings, Represa Guarapiranga, Fitoplâncton, Biodiversidade.

ABSTRACT: Biodiversity of planktonic cyanobacteria and algae in two of the greatest reservoirs from the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), Billings and Guarapiranga, which supply water for millions of people was studied. The samples were collected every two months, in a specific site (Sabesp's water sourcing) in both reservoirs, from January to December 2004. The samples were filtered using a plankton net (20µm) and were preserved with formaldehyde. The studied samples were kept in the Herbarium of the Institute of Botany (SP). Eighty-four taxa were identified, described and illustrated: thirty-six belong to Chlorophyceae (43%); seventeen to Cyanobacteria (20%); thirteen to Euglenophyceae (15.5%); seven to Bacillariophyceae (8.5%); five to Zygnematophyceae (6%); three to Xantophyceae (3.5%); two to Dinophyceae (2.5%) and one to Chrysophyceae (1%). Twenty three taxa were considered as new references to the studied reservoirs and nine potentially toxic species of cyanobacteria were identified. The Sorensen index showed high similarity between the phytoplanktonic floras of both reservoirs.

Key words: Billings and Guarapiranga Reservoirs, Phytoplankton, Biodiversity.

ÍNDICE

Introdução Geral.....	1
Capítulo 1. Biodiversidade de Cyanobacteria das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.	
Abstract / Resumo.....	19
Introdução.....	20
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	29
Referências Bibliográficas.....	59
Capítulo 2. Biodiversidade de Chlorophyta das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.	
Abstract / Resumo.....	65
Introdução.....	66
Material e Métodos.....	68
Resultados e Discussão.....	72
Referências Bibliográficas.....	125
Capítulo 3. Biodiversidade de Euglenophyta das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.	
Abstract / Resumo.....	130
Introdução.....	131
Material e Métodos.....	131
Resultados e Discussão.....	135
Referências Bibliográficas.....	155
Capítulo 4. Biodiversidade de Heterokontophyta e Dinophyta das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.	
Abstract / Resumo.....	158
Introdução.....	159
Material e Métodos.....	162
Resultados e Discussão.....	166
Referências Bibliográficas.....	183
Considerações Gerais sobre a Flora Fitoplanctônica.....	186
Anexos.....	191

1. Introdução Geral

1.1 Represas

As represas são ecossistemas artificiais intermediários entre rios e lagos. Dependendo do tempo de residência da água, as represas podem assumir características ecológicas próximas aos ecossistemas lóticos (quando o tempo de residência é de dias ou semanas) ou lênticos (quando o tempo de residência é de meses ou anos) (Henry *et al.* 1998).

No Brasil, as características morfométricas das represas são variáveis, porém o tamanho geralmente grande e a forma dendrítica são comuns (Nogueira 2000). A composição, estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica são fortemente influenciadas por fatores como: o padrão dendrítico complexo; o tempo de residência; o possível desenvolvimento de estratificação térmica; a captação de água para a geração de energia elétrica ou abastecimento em diferentes alturas da barragem; os processos advectivos; os pulsos externos sazonais de sedimentos e nutrientes; e os gradientes físicos e químicos longitudinais e verticais (Henry *et al.* 1998).

As represas constituem um dos ecossistemas mais favoráveis para a expansão das florações de cianobactérias no Brasil, pois são em geral rasas, facilmente eutrofizadas e com tempo de residência longo, situações que favorecem o desenvolvimento e a dominância das cianobactérias (Sant'Anna *et al.* 2008).

1.2 Eutrofização

Atualmente, a eutrofização é um dos problemas ambientais mais difundidos, afetando as águas continentais em todo o mundo.

Eutrofização é um processo natural de enriquecimento de lagos, represas ou rios por nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que são essenciais para o crescimento do fitoplâncton e das macrófitas. Em condições naturais, os corpos hídricos podem levar até milhares de anos para tornar-se eutróficos (Khan & Ansari 2005). Em níveis baixos, a eutrofização pode ser benéfica, pois aumenta a produtividade do

sistema, ou seja, aumenta a sua capacidade de manutenção da vida aquática (Cetesb 2002).

O processo de eutrofização natural pode ser acelerado pelas atividades humanas sendo chamado, neste caso, de eutrofização artificial. As represas Billings e Guarapiranga, na grande São Paulo, são exemplos desse tipo de eutrofização (Cetesb 2002, 2005).

A poluição das águas tem como origem diversas fontes, dentre as quais se destacam os efluentes domésticos e industriais, as atividades agrícolas, aquicultura e o escoamento superficial urbano e rural, estas últimas associadas ao tipo de uso e ocupação do solo (Cetesb 2002).

1.3 Florações

Floração ou “bloom” é o termo usado para caracterizar um crescimento explosivo, de curta duração, de microrganismos fitoplanctônicos, de uma ou poucas espécies marinhas ou de água doce, decorrente de condições ambientais favoráveis (Aciesp 1997).

As florações geralmente são perceptíveis pela mudança da coloração cristalina da água para a coloração esverdeada, verde-azulada ou avermelhada, devido a grande quantidade de células, filamentos ou colônias de microalgas, que podem atingir dezenas a centenas de milhões de indivíduos por litro de água (Sant’Anna *et al.* 2006).

Várias espécies de cianobactérias, clorofíceas, euglenofíceas, diatomáceas e dinoflagelados podem florescer em corpos hídricos eutrofizados (Wehr & Sheath 2003). Quando as florações são provocadas por cianobactérias, observa-se uma densa camada de microrganismos (nata), com vários centímetros de profundidade (Sant’Anna *et al.* 2006).

As florações trazem diversos prejuízos econômicos e ambientais. Alguns grupos de algas e cianobactérias produzem grande biomassa, reduzindo a penetração de luz (sombreamento), afetando diretamente as outras comunidades aquáticas e reduzindo a biodiversidade do fitoplâncton pela exclusão de espécies mais raras, eliminadas por competição (Khan & Ansari 2005). Na Austrália, o prejuízo econômico causado por florações de algas em ecossistemas de água doce custa entre 180 e 240 milhões de dólares australianos por ano. Quando as florações em estuários e águas costeiras

atingem atividades pesqueiras, de aquicultura e o turismo, o custo das florações torna-se muito maior (Davis & Koop 2006).

A ocorrência de florações de cianobactérias e algas em águas de mananciais, quando aduzidas às estações de tratamento, podem causar problemas operacionais em várias etapas do tratamento, tais como: dificuldade de coagulação e floculação, baixa eficiência do processo de sedimentação, entupimento dos filtros e aumento da utilização de produtos para a desinfecção, reduzindo a eficiência do processo de tratamento da água (Brasil 2003), além disso, cianobactérias potencialmente tóxicas podem produzir e liberar cianotoxinas na água, levando riscos à saúde da população. Algumas algas e cianobactérias e seus subprodutos podem gerar odores e sabores desagradáveis à água tornando necessário, em algumas situações, a introdução de filtros de carvão ativado na seqüência do tratamento para remoção dessas substâncias, encarecendo muito o custo do seu tratamento (Di Bernardo 1995).

1.4 Algicidas

Um método comum no controle de florações de algas é o uso de algicidas. Desde 1905, o sulfato de cobre (CuSO_4) é o algicida mais comumente usado para controlar o crescimento do fitoplâncton em lagos e represas de abastecimento público (Wehr & Sheath 2003).

A baixa toxicidade do cobre para os mamíferos, seu curto tempo de persistência na água e o fato de não sofrer bioacumulação no tecido adiposo animal, estão entre as razões de ser um dos algicidas mais empregados em todo mundo (Wehr & Sheath 2003).

O sulfato de cobre é especialmente tóxico para espécies de diatomáceas, dinoflagelados, clorofíceas e cianobactérias. O íon cobre inibe a fotossíntese e a divisão celular, prejudica a capacidade de fixação do nitrogênio pelas cianobactérias, reduz a concentração de pigmentos fotossintetizantes nas células, afeta a permeabilidade da membrana plasmática, inibe a absorção de nitrato e fosfato, afeta a motilidade celular, a distribuição de proteínas, lipídeos e ácidos graxos na célula, além de precipitar proteínas celulares (Wehr & Sheath 2003).

O sulfato de cobre pode ser muito eficiente em alguns casos, mas seus efeitos são sempre temporários, os custos elevados, havendo impacto negativo sobre

organismos não alvo, bem como a contaminação dos sedimentos e dos peixes, como registrado na represa Guarapiranga (Beyruth 2000).

A portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde, em seu artigo 19, parágrafo 2, proíbe o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias em mananciais cuja densidade desses organismos exceda 20.000 células/mL ou 2 mm³/L de biovolume. Tal atitude provocaria a lise das células e a liberação das cianotoxinas na água, levando riscos à saúde das pessoas (Brasil 2004).

1.5 Transposição

A transferência de água entre bacias hidrográficas pode resultar, positivamente ou negativamente, em impactos ambientais, sociais, culturais e econômicos na bacia doadora, na bacia receptora e ao longo do traçado que ligará as duas bacias (Azevedo *et al.* 2005).

Do ponto de vista ambiental, os principais impactos na bacia doadora podem ser mudanças hidrológicas sazonais, elevação de riscos de disponibilidade hídrica e comprometimento da qualidade da água provocado pela redução da capacidade de diluição. Na bacia receptora, os impactos geralmente são relativos às perdas de água por lixiviação, problemas de salinidade da água em regiões semi-áridas, acúmulo de resíduos tóxicos, transporte de nutrientes, contaminação de aquíferos, erosão nos rios receptores e a importação da fauna e da flora exógena (Azevedo *et al.* 2005).

Na grande São Paulo, onde a demanda supera em muito a oferta de água, o caso mais complexo de transposição entre bacias é o Sistema Cantareira, iniciado em 1966, com a construção de um conjunto de represas localizadas na bacia do rio Piracicaba e responsável por 50% da água para abastecimento público da grande São Paulo. Atualmente, são transpostos 28,5 m³/s de águas dos rios formadores do rio Piracicaba para a bacia do Alto Tietê (Cetesb 2002). Operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), o Sistema Cantareira fornece 33 m³/s para abastecer 8,8 milhões de pessoas da Região Metropolitana São Paulo (Azevedo *et al.* 2005). Um segundo caso de transposição mais recente na grande São Paulo, envolve a transferência de águas do Braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga, o qual será abordado na Área de Estudo.

1.6 Fitoplâncton

O plâncton (do grego, errante) é constituído por organismos aquáticos, que vivem em suspensão na coluna de água e não possuem movimentos próprios suficientemente fortes para vencer as correntes do ambiente onde vivem. A comunidade planctônica é composta basicamente pelo fitoplâncton, zooplâncton, protozooplâncton e bacterioplâncton (Aciesp 1997).

Criado em 1897, o termo fitoplâncton compreende a fração fotossintetizante do plâncton e abrange grupos do domínio Eukaryota: reinos Protozoa, Plantae e Chromista e do domínio Prokaryota: reino Bacteria (Falkowski *et al.* 2004).

Além da diversidade taxonômica, existe considerável diversidade morfológica dos organismos que compõem a comunidade fitoplanctônica. As células fitoplanctônicas precisam prolongar sua permanência na coluna de água para obtenção de luz e nutrientes e, simultaneamente, minimizar as perdas por sedimentação causadas por suas elevadas densidades (Ashton 1985). Isso é conseguido através de sua incorporação passiva às correntes ou através de mecanismos de redução da densidade celular, como acúmulo de lipídios ou formação de aerótopos; do aumento da razão entre a superfície e o volume celular; da existência de estruturas ou formas celulares que ampliem a resistência por atrito com a água circundante (prolongamentos, espinhos, setas) ou da ocorrência de motilidade através de flagelos (Beyruth 1996). Algumas dessas estruturas morfológicas representam adaptações necessárias para reduzir a pressão de predação exercida pelo zooplâncton (Krienitz *et al.* 2005; Luo *et al.* 2006).

Como vivem em suspensão e apresentam um ciclo de vida curto, os organismos da comunidade fitoplanctônica respondem rapidamente às alterações ambientais decorrentes da interferência antrópica ou natural, alterando sua composição, estrutura e taxa de crescimento (Carvalho 2003). O fitoplâncton é um indicador do estado trófico da água por ser a comunidade que melhor expressa os efeitos do enriquecimento em corpos hídricos. As espécies que se destacam pela dominância, abundância ou elevada frequência de ocorrência podem ser utilizadas como bioindicadoras da qualidade ambiental (Beyruth 1996; Carvalho 2003).

1.7 Taxonomia

A classificação taxonômica é um método para registrar e compreender a biodiversidade de organismos que vivem no planeta. Entretanto, a classificação taxonômica correta é impossível sem a combinação cuidadosa de dados genéticos, ultra-estruturais, morfológicos e ecológicos e sem a aplicação correta das regras nomenclaturais para designação dos táxons. Essa metodologia combinada é atualmente conhecida como abordagem polifásica (Komárek 2006).

O termo “Alga” foi proposto como categoria taxonômica por Lineu em 1753. Alga é um termo genérico, desprovido de significado taxonômico e filogenético, usado para designar um conjunto extremamente diversificado de organismos, diferentes na sua morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia (Bicudo & Menezes 2006).

Um dos sistemas mais conhecidos e aceitos para a classificação das algas foi proposto por Van-Den-Hoek *et al.* (1995) e inclui 11 divisões e 30 classes. Baseia-se principalmente na origem endossimbiônica e na ultra-estrutura dos cloroplastos, nos tipos de pigmentos fotossintetizantes, na evolução do processo mitótico e na ultra-estrutura das raízes flagelares. Nas últimas décadas, novas propostas de sistemas de classificação têm surgido, englobando dados morfológicos e moleculares. Os caracteres moleculares são interessantes porque mostram uma taxa mais uniforme de evolução do que os caracteres morfológicos e fisiológicos. Enquanto os caracteres morfológicos e fisiológicos podem ser influenciados pelas condições ambientais, as seqüências de DNA são entidades hereditárias estáveis, sujeitas unicamente a eventos raros de mutação (Johnson *et al.* 2007). Para os microorganismos, os genes mais comumente empregados em estudos filogenéticos tem sido o gene da menor subunidade do RNA ribossômico, o gene 16S nos procariotos e o gene 18S nos eucariotos (Fawley *et al.* 2004).

2. Área de Estudo

As represas Billings e Guarapiranga constituem ecossistemas artificiais extremamente complexos, pois sua operação envolve aspectos de abastecimento, geração de energia, controle de inundações, recreação e preservação ambiental (Cetesb 2002). Ambas as represas estão localizadas na Região Metropolitana de São Paulo.

Figura 1: Imagem de Satélite mostrando a localização da represa Guarapiranga (1), da represa Billings (2), do braço Rio Grande (3), do braço Taquacetuba (4), da área urbana ao redor (em lilás) e da cobertura vegetal (em verde). A seta pontilhada indica o sentido da transposição das águas e os pontos vermelhos, os locais de coleta das amostras. (Fonte: INPE 2006)

2.1 Represa Billings

A bacia hidrográfica da represa Billings localiza-se na região sudeste da Grande São Paulo, limitando-se a oeste com a bacia hidrográfica da Guarapiranga e ao sul, com a Serra do Mar. Sua área de drenagem, de aproximadamente de 560 km², abrange integralmente o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo (Isa 2002; Cetesb 2002).

A represa Billings é a maior represa da região Metropolitana de São Paulo, com área aproximada de 127 km² e volume de água estimado em 1,2 bilhões de m³. Localiza-se a 23° 47' S e 46° e 40' W, numa altitude de 746 metros, com profundidade média de 10 metros (Cetesb 2002; Carvalho 2003).

A represa Billings (Figura 1) possui formato complexo, dendrítico, constituído de um corpo central alongado e estreito ligado a oito braços laterais: Braço do Rio Grande; Braço do Rio Pequeno; Braço do Capivari; Braço do Pedra Branca; Braço do Taquacetuba; Braço do Bororé; Braço do Cocaia e Braço do Alvarenga (Isa 2002). Os

principais rios formadores dessa represa correspondem aos nomes dos seus braços. Em função dessa conformação, o afluxo de água ocorre preferencialmente ao longo do seu canal central, fazendo com que a maior parte do volume de água presente nos braços, permaneça de certa forma isolado do corpo central da represa (Cetesb 2002).

Em 1982, devido à grande poluição causada pelos esgotos, que resultavam em florações freqüentes de cianobactérias, o braço do Rio Grande foi isolado do corpo central da Billings através da barragem Anchieta, para garantir o abastecimento de água da população do ABC, iniciado em 1958 (Isa 2002). Atualmente, 4,5 m³/s de água são captados do compartimento Rio Grande da Billings para atender a demanda da região do ABC (Cetesb 2002).

O braço do Taquacetuba é naturalmente ligado ao corpo principal da Billings. A sub-bacia hidrográfica do Taquacetuba concentra expressivas atividades rurais como chácaras, agricultura, silvicultura, olarias, pesque-pagues e uma população aproximada de 33 mil habitantes, a qual se distribui entre o núcleo urbano de Colônia e duas aldeias indígenas. Segundo dados do IBGE, inexistem favelas na região (SMA 2004). Próximo a sua foz, há uma estação elevatória flutuante que recalca para uma outra elevatória fixa, situada na margem do braço, que por sua vez recalca água para a represa de Guarapiranga (Figura 2). A partir de 2000, foi iniciada a operação conjunta das duas elevatórias, que permite a transferência de 2 m³/s até 4 m³/s de água do braço Taquacetuba para o reservatório Guarapiranga (Cetesb 2002).

Figura 2: Foto aérea do braço Taquacetuba, represa Billings, mostrando a captação da Sabesp para transposição (seta) e o local de coleta (área pontilhada). (Fonte: Sabesp)

A área ocupada atualmente pela represa Billings foi inundada a partir de 1927, com a construção da barragem de Pedreira, no curso do rio Grande. O projeto foi implementado pela antiga empresa canadense The São Paulo Tramway, Light and Power, ou simplesmente Light, hoje Eletropaulo, com o intuito de aproveitar as águas da Bacia do Alto Tietê para gerar energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Henry Borden, em Cubatão, aproveitando-se do desnível da Serra do Mar. No início dos anos 40, iniciou-se o desvio de parte da água do rio Tietê e seus afluentes para a represa Billings, a fim de aumentar a vazão da represa e, conseqüentemente, ampliar a capacidade de geração de energia elétrica em Cubatão. Este processo foi viabilizado graças à reversão do curso do rio Pinheiros, através da construção de duas usinas elevatórias em seu leito. Esta operação também se mostrou útil para as ações de controle das enchentes e do afastamento dos efluentes industriais e do esgoto gerado pela cidade em crescimento. O bombeamento das águas do Tietê para a Billings, no entanto, começou a mostrar suas graves conseqüências ambientais poucos anos depois. O crescimento da cidade de São Paulo e a falta de coleta e tratamento de esgotos levaram à intensificação da poluição do Tietê e seus afluentes que, por sua vez, passaram a comprometer a qualidade da água da Billings (Cetesb 2002; Isa 2002).

A população residente na bacia hidrográfica da represa Billings gira em torno de 865 mil habitantes, dos quais, 161 mil vivem em favelas. O município de São Paulo concentra mais da metade dos habitantes da região, seguido por São Bernardo do Campo (SMA 2004).

A evolução do uso do solo da região tem se caracterizado pela substituição da vegetação natural e da pequena atividade agrícola por um processo de intensa urbanização. Apesar do relevo acidentado, presença de áreas de várzeas e da existência da Lei da Proteção aos Mananciais, a ocupação da área vem se acelerando, sobretudo nos últimos anos. A região atualmente caracteriza-se por grandes contrastes, associando chácaras de recreio com favelas e loteamentos clandestinos (Cetesb 2002, Isa 2002).

A maioria dos estudos realizados sobre a comunidade fitoplanctônica da represa Billings foi de cunho limnológico ou sanitário e realizados no Braço do Rio Grande.

Palmer (1960) analisou as microalgas presentes em três pontos próximos à captação de água do Rio Grande e apenas listou os táxons mais freqüentes encontrados naquela ocasião: *Gonyaulax*, *Melosira* (*Aulacoseira*), *Tetredron*, *Peridinium*, *Staurostrum*, *Chlorella* e *Scenedesmus*. Os gêneros *Anabaena* e *Microcystis* revezavam-

se na floração durante alguns meses do ano. Na ocasião, manchas verdes-azuladas de *Microcystis* cobriam boa parte da represa, produzindo leve odor de grama e mofo, obrigando a ETA do Rio Grande a utilizar carvão ativado em seu processo de tratamento.

Xavier (1979) realizou coletas quinzenais em dois pontos da represa Billings: no Braço do Rio Grande e no Braço do Rio Pequeno. *Mougeotia sp* e *Microcystis sp* foram os dois táxons predominantes naquela ocasião. Porém, as Chlorophyceae (Chlorococcales) apresentaram o maior número de espécies, em comparação aos outros grupos de algas. Nenhum dos táxons de algas encontrado foi descrito e somente alguns foram ilustrados.

Sant`Anna (1984), em seu estudo sobre as Chlorococcales do Estado de São Paulo, descreveu e ilustrou vários táxons identificados nas amostras coletadas no Braço do Rio Grande.

Rocha (1984) analisou a evolução das condições ecológicas e sanitárias da represa Billings, entre os anos de 1950 a 1983. Os táxons constituintes da comunidade fitoplânctônica foram somente listados por ordem de frequência.

Xavier (1987) realizou coletas, durante um ano, em diferentes profundidades e arrasto vertical com rede de plâncton, para o estudo das Euglenophyceae do Braço Rio Grande, represa Billings. Foram identificados, descritos e ilustrados 25 táxons de Euglenophyceae, sendo 4 de *Euglena*, 5 de *Lepocinclis*, 7 de *Phacus*, 1 de *Strobomonas* e 8 de *Trachelomonas*. Foi o primeiro de uma série de trabalhos sobre estudos qualitativos e quantitativos abrangendo a comunidade fitoplânctônica do Rio Grande com base em material obtido após o isolamento desse braço do corpo principal da represa Billings, a partir da construção da barragem Anchieta, no final de 1981. Nessa ocasião, o gênero dominante de Euglenophyceae em número de táxons identificados foi *Trachelomonas* (32%), seguido de *Phacus* (28%), *Lepocinclis* (20%), *Euglena* (16%) e *Strobomonas* (1%). A espécie mais constante nas estações de coleta foi *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg.

Novamente Xavier (1996), realizou coletas, durante um ano, em diferentes profundidades e arrasto vertical com rede de plâncton para estudo da comunidade fitoplânctônica, em uma região próxima a ETA da Sabesp, no Braço Rio Grande, represa Billings. Foram identificados, descritos e ilustrados 61 táxons, sendo 28 de Chlorophyceae, 13 de Euglenophyceae, 8 de Zygnemaphyceae, 6 de Bacilariophyceae, 2 de Dynophyceae, 2 de Xantophyceae e 2 de Cyanobacteria.

Carvalho (2003) estudou a comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento em seis represas do Estado de São Paulo. Foram coletadas e analisadas amostras de um ponto localizado a dois quilômetros da barragem da represa Billings, pelo período de um ano. A comunidade fitoplanctônica foi constituída por 154 táxons, sendo 43% Chlorophyceae, 27% Cyanobacteria, 10% Bacillariophyceae, 8% Euglenophyceae, 7% Zygnematophyceae, 2% Cryptophyceae, 2% de Dinophyceae e 1% Xantophyceae. A ordem Chlorococcales foi o grupo com a maior riqueza de espécies.

Sant`Anna *et al.* (2004) identificaram, descreveram e ilustraram 26 táxons de cianobactérias planctônicas da ordem Chroococcales de várias represas do Estado de São Paulo, incluindo a represa Billings. Sant`Anna *et al.* (2007) estudaram a biodiversidade de cianobactérias planctônicas presentes em seis represas do Alto Tiete, da qual faz parte a represa Billings. Foram identificadas, descritas e ilustradas 48 espécies de cianobactérias planctônicas.

2.2 Represa Guarapiranga

A bacia hidrográfica da represa Guarapiranga localiza-se na região sudoeste da Grande São Paulo, ocupando área de 640 km² e abrangendo os municípios de Embu-Guaçu e Itapeverica da Serra e parte dos municípios de Cotia, Embu, Juquitiba, São Lourenço da Serra e São Paulo (Isa 2006).

Atualmente, a represa Guarapiranga constitui o segundo maior manancial do sistema de abastecimento da região Metropolitana de São Paulo (Figura 3), fornecendo 11 mil litros de água por segundo para cerca de 3,7 milhões de pessoas (Cetesb 2002; Isa 2006). Águas transpostas de outras duas bacias hidrográficas chegam à Guarapiranga: a primeira e mais antiga é a reversão do rio Capivari para o rio Embu-Guaçu, cerca de mil litros por segundo (Isa 2006). A segunda, em funcionamento desde 2000, é a reversão das águas do braço Taquacetuba, da represa Billings, para a Guarapiranga.

A morfologia da represa Guarapiranga (Figura 1) é do tipo dendrítica, estreita e alongada, o que acentua as influências do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica (Beyruth 1996). Localiza-se a 23° 43' S e 46° 32' W, numa altitude de 742 metros, com área de 33 km², profundidade média de 5,7 metros e volume aproximado de 194 milhões de metros cúbicos de água (Cetesb 2002). Seus principais contribuintes

são os rios Embu-Guaçu, Embu-Mirim, Lavras e Parelheiros, além de vários córregos (Beyruth 1996; Cetesb 2001).

Figura 3: Foto aérea da represa Guarapiranga, próximo à barragem, mostrando a captação da Sabesp para abastecimento (seta) e o local de coleta (área pontilhada). (Fonte: Cetesb)

A construção da barragem iniciou-se em 1906 e foi concluída em 1909 com a finalidade de regularizar a vazão do rio Tietê e garantir a produção de energia elétrica em Santana do Parnaíba. A partir de 1927, a represa passou a ser utilizada como manancial para abastecimento público da cidade de São Paulo (Cetesb 2001, Isa 2006). A tendência de ocupação do entorno da represa foi marcada, nas décadas de 20, 30, 40 e 50, por loteamentos residenciais, clubes, chácaras e marinas, atraídos por ofertas de lazer e pela qualidade da paisagem. A partir da década de 70, núcleos urbanos clandestinos, precários e populosos, começaram a se instalar nas margens da represa. Atualmente, a população residente na bacia hidrográfica da Guarapiranga gira em torno de 800 mil pessoas. O município de São Paulo abriga 67,5% dessa população (Isa 2006).

O declínio da qualidade da água da represa ficou evidente a partir da década de 70, com o crescente processo de eutrofização. No início da década de 80, florações de diatomáceas e cianobactérias passaram a ser frequentes, prejudicando o processo de

tratamento da água destinado ao abastecimento público. Em 1990, houve um surto de gastroenterite, associado à ingestão de água da Guarapiranga, que na época apresentou alta densidade de *Anabaena solitaria* (Beyruth 1996). Desde então, o uso de sulfato de cobre, para controlar florações de cianobactérias intensificou-se, chegando a dezenas de toneladas ao longo do ano de 2004 (Cetesb 2005).

A maioria dos estudos realizados sobre a comunidade fitoplanctônica da represa Guarapiranga, também foi de cunho limnológico ou sanitário.

Kleerekoper (1937) fez o primeiro levantamento taxonômico do fitoplâncton da represa Santo Amaro (atual Guarapiranga). Nove táxons foram descritos e ilustrados: *Oedogonium* sp., *Synura uvella* Ehrenberg, *Xanthidium armatum* (Brébisson) Rabenhorst, *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, *Cosmarium* sp., *Pleurotaenium* sp., *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim, *Micrasterias radiata* Hassall e *Rhizoclonium hieroglyphicum* (Agardh) Kützing.

Novamente Kleerekoper (1939) fez o primeiro estudo limnológico da represa Santo Amaro (atual Guarapiranga), durante os anos de 1936 e 1938, onde foram coletadas quinzenalmente e analisadas amostras de doze pontos específicos da represa. Naquela época, a represa Guarapiranga foi caracterizada como oligotrófica. Kleerekoper (1939) organizou uma lista com os táxons mais frequentemente encontrados, porém nenhum deles foi descrito ou ilustrado: *Anabaena circinalis* Kützing, *Anabaena lemmermanni* P.Richter, *Coelosphaerium naegelianum* Unger, *Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli; *Acanthosphaera zachariassi* Lemmermann, *Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs, *Coelastrum cambricum* Nägeli, *Crucigenia rectangularis* (Nägeli) Gay, *Closteriopsis longissima* Lemmermann, *Golenkinia paucispina* West & West, *Kirchneriella lunaris* Kirchner, *Scenedesmus bijuga* (Turpin) Lagerheim, *Schroederia setigera* (Schröder) Lemmermann, *Eudorina elegans* Ehrenberg, *Gonium pectorale* Möller, *Gonium formosum* Pascher, *Pandorina morum* Bory, *Phacotus augustus* Pascher, *Pleodorina californica* Shaw; *Cosmarium bioculatum* Brébisson; *Hyalotheca dissiliens* (Smith) Brébisson, *Spondylosium planum* (Wolle) West & West, *Staurostrum curvatum* West; *Dinobryon sertularia* Ehrenberg, *Dinobryon divergens* Ehrenberg, *Ochromonas stellaris* Deflandre, *Synura uvella* Ehrenberg; *Glenodinium dibowsky* (Woloszynska) Lindemann, *Peridinium centeniale* Playfair, *Peridinium cinctum* Ehrenberg, *Peridinium willei*

Palmer (1960) analisou amostras coletadas em vários pontos da Guarapiranga e listou os principais táxons encontrados: *Stephanodiscus*, *Melosira* (*Aulacoseira*),

Synedra, *Botryococcus*, *Mougeotia*, *Spyrogira*, *Oscillatoria* e *Euglena*. Na ocasião, não foram detectadas florações de cianobactérias e não havia sinal de desenvolvimento urbano em grande parte das margens da represa.

Rocha (1976) estudou a limnologia, os aspectos ecológico-sanitários e a macrofauna bentônica da represa Guarapiranga e com base na interpretação dos resultados obtidos, conclui que do ponto de vista sanitário, a água da Guarapiranga apresentou qualidade satisfatória. Uma listagem de táxons referentes à comunidade fitoplanctônica foi apresentada pelo autor.

Vinte anos depois, Beyruth (1996) estudou os aspectos ecológicos e sanitários da represa Guarapiranga a partir da análise da comunidade fitoplanctônica e suas relações com as variáveis ambientais. Foram coletados semanalmente e analisadas amostras de dois pontos na represa Guarapiranga, pelo período de um ano. A comunidade fitoplanctônica foi constituída por 240 táxons, sendo: 106 de Chlorophyceae (44%); 41 de Zygnematophyceae (17%); 26 de Bacillariophyceae (11%); 19 de Euglenophyceae (8%), 14 de Cyanobacteria (6%); 14 de Chrysophyceae (6%), 11 de Dinophyceae (4,5%) e 9 de Cryptophyceae (3,5%). As Chlorophyceae apresentaram o maior número de táxons. As ordens Chlorococcales e Zignematales destacaram-se pela riqueza de espécies. A espécie que mais se destacou na represa em densidade e biomassa foi *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Näegeli.

Sant`Anna *et al.* (2004) identificaram, descreveram e ilustraram 26 táxons de cianobactérias planctônicas da ordem Chroococcales de várias represas do Estado de São Paulo, incluindo a represa Guarapiranga. Sant`Anna *et al.* (2007) estudaram a biodiversidade de cianobactérias planctônicas presentes em seis represas do Alto Tiete, da qual faz parte a represa Guarapiranga. Foram identificadas, descritas e ilustradas 48 espécies de cianobactérias.

Como apresentado, a grande maioria dos trabalhos realizados nas represas Billings e Guarapiranga sobre a comunidade fitoplanctônica, apresentou enfoque ecológico e sanitário. Os poucos trabalhos taxonômicos, com descrições e ilustrações, são antigos ou restritos a um ou outro grupo do fitoplâncton. Considerando a importância das represas Billings e Guarapiranga para o abastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, este trabalho tem como objetivo principal o conhecimento da biodiversidade de cianobactérias e algas dessas represas, além de complementar os estudos da flora ficológica do Estado de São Paulo. A identificação dos táxons permitirá a comparação da flora fitoplanctônica das duas

represas após quatro anos de transposição das águas do braço Taquacetuba para a represa Guarapiranga e a determinação das classes fitoplanctônicas com maior riqueza de espécies e, portanto, mais representativas nas represas estudadas.

3. Referências Bibliográficas

- ACIESP, 1997. Glossário de Ecologia. Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Financiadora de Estudos e Projetos, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Secretaria da Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Tecnológico. São Paulo.
- ASHTON, P. J. 1985. Seasonality in Southern Hemisphere Freshwater Phytoplankton Assemblages. *Hydrobiologia* 125: 179 -190.
- AZEVEDO, L. G. T., PORTO, R. L. L., MELLO JUNIOR, A. V., PEREIRA, J. G.; ARROBAS, D. P.; NORONHA, L. C. & PEREIRA, L. P. 2005. Serie Água Brasil 7: Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas. Banco Mundial. Brasília.
- BEYRUTH, Z. 1996. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BEYRUTH, Z. 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia* 424:51-65.
- BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. Rima. São Carlos.
- BRASIL 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Brasília.
- BRASIL 2004. Portaria 518: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde. Brasília.
- BRASIL 2005. Resolução Conama 357: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.

- CARVALHO, M. C. 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CAVALIER-SMITH, T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society of London* 271: 1251–1262.
- CETESB. 2002. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- CETESB. 2005. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2004. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- DAVIS, J. R., & KOOP, K. 2006. Eutrophication in Australian rivers, reservoirs and estuaries – a southern hemisphere perspective on the science and its implications. *Hydrobiologia* 559: 23–76.
- DI BERNARDO, L. 1995. Algas e suas influências na qualidade das águas e nas tecnologias de tratamento. Abes. Rio de Janeiro.
- FALKOWSKI, P. G., KATZ, M. E., KNOLL, A. H., QUIGG, A., RAVEN, J. A., SCHOFIELD, O., TAYLOR, F. J. R. 2004. The Evolution of Modern Eukaryotic Phytoplankton. *Science* 305: 354-360.
- FAWLEY, M. W., FAWLEY, K. P. & BUCHHEIM, M. A. 2004. Molecular diversity among communities of freshwater microchlorophytes. *Microbial Ecology* 48: 489–499.
- HENRY, R., NUNES, M. A., MITSUKA, P. M., LIMA, N. DE & CASANOVA, S. M. C. 1998. Variação Espacial e Temporal da Produtividade Primária pelo Fitoplâncton na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema, SP) *Revista Brasileira de Biologia* 58: 571-590.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) 2002. Billings 2000: Ameaças e Perspectivas para o Maior Reservatório de Água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999. (J. P. R. Capobianco & M. Whately, orgs.). São Paulo.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) 2006. Guarapiranga 2005: Como e por que São Paulo está perdendo este manacial. Resultados do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Guarapiranga. (M. Whately & P. M. Cunha, orgs.). São Paulo.

- JOHNSON, J. L., FAWLEY, M. W. & FAWLEY, K. P. 2007. The diversity of *Scenedesmus* and *Desmodesmus* (Chlorophyceae) in Itasca State Park, Minnesota, USA. *Phycologia* 46: 214–229.
- KHAN, F. A. & ANSARI, A. A. 2005. Eutrophication: An Ecological Vision. *The Botanical Review* 71: 449–482.
- KLEEREKOPER, H. 1937. Biologia da Represa Velha de Santo Amaro (Represa Guarapiranga). *Revista do Departamento de Água e Esgoto*. 1:151-161.
- KLEEREKOPER, H. 1939. Estudo limnológico da Represa de Santo Amaro. *Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade de São Paulo*. 17:1-151.
- KOMÁREK, J. 2006. Cyanobacterial Taxonomy: Current Problems and Prospects for the Integration of Traditional and Molecular Approaches. *Algae* 21: 349-375.
- KRIENITZ, L., LUO, W. & KOTUT, K. 2005. Genetic versus phenotypic diversity of planktonic coccoid green algae (Chlorophyceae and Trebouxiophyceae). *Geophysical Research Abstracts* 7: 2p.
- LUO, W., PFLUGMACHER, S., PRÖSCHOLD, T., WALZ, N. & KRIENITZ, L. 2006. Genotype versus Phenotype Variability in *Chlorella* and *Micractinium* (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Protist* 157: 315—333.
- NOGUEIRA, M. G. 2000. Phytoplankton composition, dominance and abundance as indicators of environmental compartmentalization in Jurumirim Reservoir (Paranapanema River), São Paulo, Brazil. *Hydrobiologia* 431: 115–128.
- PALMER, C. M. 1960. Algas e Suprimento de Água na Área de São Paulo. *Revista do Departamento de Água e Esgoto* 21:11-15.
- ROCHA, A. A. 1976. Limnologia, os aspectos ecológicos e sanitários e a macrofauna bentônica da represa Guarapiranga na RMSP. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- ROCHA, A. A. 1984. A Ecologia, os Aspectos Sanitários e de Saúde Pública da Represa Billings na Região Metropolitana de São Paulo, uma Contribuição a sua Recuperação. Tese de Livre-Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SANT'ANNA, C. L. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Bibliotheca Phycologica* 67: 1-348.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., SENNA, P. A. C., KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27:213-227.

- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., AGUIARO, L. F., CARVALHO, M. C., CARVALHO, L. R., & SOUZA, R. C. R. 2006. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Sociedade Brasileira de Ficologia. Interciência. Rio de Janeiro.
- SANT'ANNA, C. L., MELCHER, S. S., CARVALHO, M. C., GEMELGO, M. P., & AZEVEDO, M. T. P. 2007. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira Botânica* 30 (1): 1-15.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., WERNER, W. R., DOGO, C. R., RIOS, F. R., & CARVALHO, L. R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies* 126: 249-263.
- SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (SMA) 2004. Reservatório Billings: Manejo do Território e Qualidade Ambiental. (L.E.N. Perez, org.) Secretaria Estadual do Meio Ambiente. São Paulo.
- VAN-DEN-HOEK, C.; MANN, D. G.; JANHS, H. J. A. 1995. An Introduction to phycology. University of Cambridge Press, Cambridge.
- XAVIER, M. B. 1979. Contribuição ao estudo da variação sazonal do fitoplâncton na Represa Billings, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- XAVIER, M. B. 1987. Euglenaceae Pigmentadas (Euglenophyceae) do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Revista Brasileira de Biologia* 47:513-521.
- XAVIER, M. B. 1996. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Iheringia* 47:103-122.
- WEHR, J. D. & SHEATH, R. G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, San Diego.

Capítulo 1: Biodiversidade de Cyanobacteria das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.

ABSTRACT - Biodiversity of planktonic cyanobacteria in two of the greatest reservoirs from the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), Billings and Guarapiranga, which supply water for millions of people, was studied. The samples were collected every two months, in a specific site (Sabesp's water sourcing) in both reservoirs, from January to December 2004. The samples were filtered using a plankton net (20µm) and were preserved with formaldehyde. The studied samples were kept in the Herbarium of Institute of Botany (SP). Seventeen cyanobacterial taxa were identified, described and illustrated: five belong to Chroococcales (29,5%); two to Synechococcales (11,5%); two to Oscillatoriales (11,5%); four to Pseudanabaenales (23,5%) and four to Nostocales (23,5%). Among the identified taxa, nine are potentially toxic: *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis protocystis*, *Woronichinia naegeliana*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix*, *Anabaena circinalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Key words: Cyanobacteria, Billings and Guarapiranga reservoirs, Phytoplankton, Biodiversity.

RESUMO – A biodiversidade de cianobactérias planctônicas foi estudada em duas das maiores represas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Billings e Guarapiranga, que fornecem água para o abastecimento de milhões de pessoas. As amostras foram coletadas bimensalmente, em pontos próximos à captação da Sabesp, durante o período de janeiro/2004 a dezembro/2004. As amostras foram filtradas com rede de plâncton de 20 µm de abertura de malha, preservadas em formol e depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP). Foram identificados, descritos e ilustrados dezessete táxons de Cyanobacteria, sendo cinco de Chroococcales (29,5%); dois de Synechococcales (11,5%); dois de Oscillatoriales (11,5%); quatro de Pseudanabaenales (23,5%) e quatro de Nostocales (23,5%). Dentre os táxons identificados, nove são potencialmente tóxicos: *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis protocystis*, *Woronichinia naegeliana*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix*, *Anabaena circinalis*, *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Palavras-chave: Cyanobacteria, represa Billings, represa Guarapiranga, Fitoplâncton, Biodiversidade.

1. Introdução

Segundo Cavalier-Smith (2004), as cianobactérias pertencem ao grupo Negbacteria, do reino Bacteria e domínio Prokaryota. Com base na filogenia do gene 16S, as cianobactérias formam um grupo monofilético, juntamente com as Prochlorophyta e os cloroplastos dos eucariotos (Rajaniemi 2006).

As cianobactérias representam um grupo ancestral de microorganismos, com origem estimada em cerca de 3,5 bilhões de anos. Foram os primeiros organismos a apresentarem clorofila a e a realizarem fotossíntese oxigênica, 2 características atuais únicas entre os procariotos. Eventos de endossimbiose entre uma cianobactéria ancestral e uma célula eucariótica primitiva originaram os cloroplastos e conseqüentemente todas as linhagens de algas e plantas terrestres (Falkowski *et al.* 2004; Komárek 2006).

Durante sua longa existência, as cianobactérias colonizaram diversos tipos de ambientes aquáticos e terrestres. Muitas espécies ocorrem em habitats extremos, como fontes termais, lagos hipersalinos, desertos quentes e frios (Komárek 2006). A grande maioria das aproximadamente 2400 espécies de cianobactérias é encontrada em água doce, onde podem viver no plâncton, no bentos e no perifíton (Sant'Anna *et al.* 2006). Algumas espécies planctônicas podem formar florações superficiais massivas e produzir toxinas, trazendo problemas ecológicos e sanitários, nos ecossistemas aquáticos onde ocorrem. Muitas espécies são capazes de fixar nitrogênio atmosférico e precipitar carbonato de cálcio (Komárek 2006).

O termo cianobactérias ou cianoprocaríotos enfatiza a estrutura celular procariótica desses organismos. A parede celular é semelhante a das bactérias gram-negativas, com uma camada protéica (peptidoglicana) recobrindo a membrana plasmática (Wehr & Sheath 2003). Os pigmentos fotossintetizantes, clorofila a e b, ficocianina, aloficocianina, ficoeritrina e beta-caroteno, são encontrados em membranas lipoprotéicas especiais chamadas tilacóides. Os tilacóides não são delimitados por envoltórios como nas algas e plantas, ao invés disso, ficam livres no citoplasma. O padrão de distribuição dos tilacóides, visto ao microscópio eletrônico, varia entre os diferentes grupos de cianobactérias (Komárek 2006). O polissacarídeo de reserva é o amido das cianofíceas, semelhante à molécula de glicogênio, encontrado na forma de pequenos grânulos entre os tilacóides. Outras substâncias de reserva encontradas no interior da célula são os grânulos de cianoficina (polímeros de arginina e asparagina) e grânulos de polifosfato (Hoek *et al.* 1995). Os aerótopos são estruturas cilíndricas,

protéicas, dispersas no citoplasma, presentes em várias espécies planctônicas, que atuam no controle de flutuabilidade celular (Wehr & Sheath 2003).

Os heterocitos são células especializadas na fixação do nitrogênio atmosférico, devido a presença da enzima nitrogenase. Originam-se de células vegetativas que perderam parte do conteúdo celular, espessaram a parede e formaram nódulos polares, que são canais de comunicação seletivos com as células vegetativas. A formação dos heterocitos está relacionada a concentração de nitrogênio do meio onde vivem (Sant'Anna *et al.* 2006).

Os acinetos também se originam de células vegetativas, que aumentam de tamanho, espessam a parede e acumulam substâncias de reserva. Atuam como esporos ou células de resistência, formando-se quando as condições ambientais são desfavoráveis ou em populações senescentes. Os acinetos tendem a permanecer no sedimento até que as condições ambientais tornem-se favoráveis, quando germinam originando novo filamento (Sant'Anna *et al.* 2006).

No ciclo de vida das cianobactérias nunca ocorrem células flageladas e a motilidade de algumas espécies é realizada por deslizamento superficial. A reprodução é sempre vegetativa e a divisão celular ocorre por fissão binária (um ou vários planos de divisão), fissão múltipla (baecitos) ou fragmentação do talo (hormogônios) (Wehr & Sheath 2003). A evolução das cianobactérias é um processo contínuo baseado na transferência horizontal da molécula de DNA entre as diferentes linhagens de cianobactérias e dentro das populações, combinados com processos rápidos de aclimação e adaptação (Komárek 2006).

1.1 Taxonomia

Atualmente, existem dois sistemas de classificação adotados para as cianobactérias: o Manual de Bacteriologia Sistemática de Bergey e o Sistema de Komárek & Anagnostidis (1999, 2005). A abordagem bacteriológica é baseada em informação genética e fenotípica presente em culturas puras para cada espécie descrita. A abordagem botânica de Komárek & Anagnostidis enfatiza as características morfológicas e ecológicas das espécies em amostras naturais (Rajaniemi 2006). Recentemente, as abordagens botânica e bacteriológica têm convergido: a nova proposta de classificação botânica de Hoffmann *et al.* (2005) utiliza informação genética em adição às características morfológicas, citológicas, bioquímicas e ecológicas das

cianobactérias. Nomes botânicos são usados na classificação bacteriológica e a divisão das cianobactérias nas quatro subseções do Sistema de Bergey reflete as ordens usadas na classificação botânica (Rajaniemi 2006).

O sistema de classificação das cianobactérias de Komárek & Anagnostidis (1999, 2005) dividiu as cianobactérias em 4 ordens: Chroococcales, Oscillatoriales, Nostocales, Stigonematales, com base na organização celular cocóide ou filamentosa, presença de células diferenciadas e tipo de ramificação do talo. Porém, resultados de ultra-estrutura celular e seqüências moleculares do gene 16S acumulados ao longo das últimas duas décadas, indicam que o sistema de classificação de Komárek & Anagnostidis não reflete a verdadeira filogenia do grupo (Hoffmann *et al.* 2005).

O gene 16S é considerado um bom marcador molecular por apresentar distribuição universal entre os procariotos, consistência funcional, regiões variáveis e conservadas (Rajaniemi 2006). Apesar do gene 16S representar somente uma pequena fração do genoma das bactérias e do número limitado de gêneros para os quais as seqüências estão disponíveis, existe boa correlação entre os dados moleculares, o arranjo dos tilacóides e a presença de heterocitos nos diferentes grupos de cianobactérias (Hoffmann *et al.* 2005).

Hoffmann *et al.* (2005) propuseram uma revisão no sistema de classificação das cianobactérias sob o código de nomenclatura botânico. Sua nova proposta de classificação baseou-se nas relações filogenéticas das cianobactérias com base nas seqüências do gene 16S, no arranjo dos tilacóides e na morfologia do talo. Três principais mudanças foram propostas:

1. As cianobactérias heterocitadas (Nostocales e Stigonematales) formaram um grupo monofilético, com base nas seqüências do gene 16S, e foram agrupadas em um único clado: Nostocales (Rajaniemi 2006; Willame *et al.* 2006).
2. As cianobactérias não-heterocitadas (Chroococcales e Oscillatoriales) não constituem grupos monofiléticos, pertencendo a linhagens evolutivas diferentes (Rajaniemi 2006; Willame *et al.* 2006).
3. No contexto da teoria da origem endossimbiônica dos cloroplastos, foi proposto que três gêneros de procariotos com clorofila a e b, *Prochloron*, *Prochlorothrix* e *Prochlorococcus* formassem um clado separado das cianobactérias, as Prochlorophyta. Porém, todas as análises moleculares indicaram que esses gêneros são polifiléticos, resultando na inclusão das Prochlorophyta no sistema de classificação das

cianobactérias. Isto também é válido para o recém descoberto e descrito táxon procariótico contendo clorofila *d*, *Acaryochloris marina* (Hoffmann *et al.* 2005).

De acordo com Hoffmann *et al.* (2005), quatro subclasses foram propostas para o novo sistema de classificação das cianobactérias:

1. Gloeobacteriophycideae (com uma única ordem: Gloeobacterales) englobando somente o gênero *Gloeobacter* que não possui tilacóides.
2. Synechocophycideae (com duas ordens: Synechococcales e Pseudanabaenales) com as formas unicelulares e filamentosas (com tricomas menores que 3µm de largura), caracterizadas pela disposição paralela dos tilacóides em seção transversal.
3. Oscillatorioophycideae (com duas ordens: Chroococcales e Oscillatoriales) envolvendo as formas unicelulares e filamentosas (com tricomas maiores que 3µm de largura), caracterizada pelo arranjo radial dos tilacóides em seção transversal.
4. Nostocophycideae (com uma única ordem: Nostocales) com as formas filamentosas que apresentam diferenciação celular (formação de heterocitos) e o arranjo irregular dos tilacóides. Dados moleculares não suportaram a separação dessa última subclasse em Nostocales e Stigonematales (Hoffmann *et al.* 2005).

1.2 Toxicidade

Cianobactérias potencialmente tóxicas são componentes naturais da comunidade fitoplanctônica de lagos e represas. Várias características ecológicas, bioquímicas e fisiológicas favorecem o domínio das cianobactérias em ambientes de água doce: águas neutro-alcálinas (pH 6-9); temperatura da água acima de 20 °C; ambientes com pouca luminosidade; reduzida herbivoria pelo zooplâncton; presença de aerótopos; maior eficiência na obtenção de CO₂, mesmo quando em baixa concentração; capacidade de armazenar fósforo em quantidade suficiente para várias divisões celulares consecutivas (Oliver & Ganf 2000). Nas regiões tropicais, a elevada temperatura da água e a alta luminosidade, favorecem o desenvolvimento de florações de cianobactérias ao longo de todo o ano (Sant'Anna *et al.* 2008).

As toxinas produzidas por cianobactérias, conhecidas como cianotoxinas, constituem grande fonte de produtos naturais tóxicos e, embora ainda não estejam devidamente esclarecidas as causas da produção dessas toxinas, têm-se assumido que

esses compostos tenham função protetora contra a herbivoria, de modo análogo aos metabólitos secundários produzidos pelas plantas vasculares (Brasil 2003).

As cianotoxinas encontram-se no interior das células das cianobactérias tóxicas (endotoxinas). Sob condições normais, apenas uma pequena quantidade dessas toxinas é liberada pelas células para a água ao redor (Sant'Anna *et al.* 2006). Contudo, quando ocorre a lise da célula, seja por senescência natural ou pela ação de agentes químicos como o sulfato de cobre e oxidantes, a toxina intracelular é liberada para a água simultaneamente (Brasil 2003).

O trabalho de Francis, de 1878, é considerado o primeiro trabalho científico a descrever uma floração de cianobactéria tóxica. A espécie causadora do problema foi *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault. Gado, cavalos e ovelhas morreram após beber a água do lago Alexandrina, um lago estuarino na foz do rio Murray, sul da Austrália (Davis & Koop 2006).

No Brasil, o trabalho de Teixeira *et al.* (1993) descreve forte evidência entre a ocorrência de florações de cianobactérias, na represa de Itaparica, Bahia, e a morte de 88 pessoas, entre as 200 intoxicadas pelo consumo de água daquela represa em 1988. Entretanto, o primeiro caso efetivamente confirmado de mortes humanas causadas por cianotoxinas ocorreu no início de 1996. Nessa ocorrência, 130 pacientes renais crônicos, após terem sido submetidos a sessões de hemodiálise em uma clínica da cidade de Caruaru, Pernambuco, passaram a apresentar um quadro clínico compatível com uma grave hepatotoxicose. Desses, 60 pacientes vieram a falecer até 10 meses após o início dos sintomas. As análises confirmaram a presença de microcistinas e cilindrospermopsina no carvão ativado utilizado no sistema de purificação de água da clínica, e de microcistinas em amostras de sangue e fígado dos pacientes intoxicados (Jochimsen *et al.* 1998; Brasil 2003).

Nas regiões tropicais e subtropicais, os principais gêneros de cianobactérias tóxicas são *Microcystis*, *Radiocystis*, *Planktothrix*, *Anabaena*, *Aphanizomenon* e *Cylindrospermopsis* (Sant'Anna *et al.* 2008). Esses mesmos autores registraram a ocorrência de 32 espécies de cianobactérias tóxicas no Brasil, pertencentes a 15 gêneros.

O gênero *Microcystis* (com 7 espécies tóxicas) e o gênero *Anabaena* (com 6 espécies tóxicas) apresentam o maior número de espécies tóxicas. Florações tóxicas de espécies de *Microcystis* apresentam distribuição geográfica ampla, ocorrendo nas regiões tropical e subtropical do Brasil, enquanto que os registros de florações tóxicas de espécies do gênero *Anabaena* estão mais restritos a região subtropical. *Microcystis*

aeruginosa e *Cylindrospermopsis raciborskii* são as cianobactérias tóxicas mais amplamente distribuídas no Brasil (Sant'Anna *et al.* 2008).

No Brasil, o marco legal para o monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas para água de consumo humano foi a implementação da Portaria 1469 de 2000, sendo posteriormente substituída pela Portaria 518 de 2004, ambas do Ministério da Saúde. Os limites aceitáveis para as toxinas de cianobactérias em água para consumo humano são de 1 µg/l para microcistinas; 15 µg/L para cilindrospermopsina e 3 µg/L para saxitoxinas (Brasil 2004).

A resolução Conama 357/2005, do Ministério do Meio Ambiente, que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos, estabelece valores máximos para o número de células de cianobactérias para as diferentes classes, evidenciando também a necessidade de monitoramento desses organismos (Brasil 2005).

Considerando a importância das represas Billings e Guarapiranga para o abastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, este trabalho tem como objetivo principal o conhecimento da biodiversidade de cianobactérias dessas represas.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica da represa Billings localiza-se na região sudeste da Grande São Paulo (23° 47' S e 46° e 40' W), ocupando área de aproximadamente 560 km². A represa Billings é a maior represa da Região Metropolitana de São Paulo, com área aproximada de 127 km² e volume de água estimado em 1,2 bilhões de m³. A represa Billings possui um formato complexo, dendrítico, constituído de um corpo central alongado e estreito, ligado a oito braços laterais. A partir de 2000, em virtude da deficiência de água para o abastecimento da Grande São Paulo, teve início a transferência de água de um de seus braços, o Taquacetuba, para a represa Guarapiranga (Cetesb 2002).

A bacia hidrográfica da represa Guarapiranga localiza-se na região sudoeste da Grande São Paulo (23° 43' S e 46° 32' W), ocupando área de 640 km². Atualmente, a represa Guarapiranga constitui o segundo maior manancial do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, fornecendo 11 mil litros de água por segundo

para cerca de 3,7 milhões de pessoas. Com área de 33 km², a morfologia da represa Guarapiranga é do tipo dendrítica, estreita e alongada, o que acentua a influência do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica (Beyruth 1996; Isa 2006).

2.2 Obtenção das Amostras

Bimensalmente, foram coletadas na sub-superfície da coluna de água, por técnicos da Cetesb, 10L de água da represa Billings (Braço Taquacetuba) e 10L de água da represa Guarapiranga, junto à captação da Sabesp (Figuras 2 e 3), durante o período de janeiro de 2004 a novembro de 2004. Os dados abióticos (coloração, pH, fósforo total e temperatura) foram fornecidos pela Cetesb.

2.3 Preparação e Análise das Amostras

As 12 amostras foram filtradas em rede de plâncton, com abertura de malha de 20µm. As amostras foram fixadas em formol 4% na proporção 1:1 (com a água da amostra) e acondicionadas em frascos de vidro com tampa de 100 mL. De cada uma das 12 amostras foram preparadas e analisadas no mínimo 20 lâminas para a identificação dos táxons. As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico binocular Zeiss, modelo Axioplan-2, com câmara clara, ocular micrometrada, contraste de fase e sistema de epifluorescência para distinguir as cianobactérias das outras bactérias. Os aumentos utilizados foram de 400 e 1000 vezes. A lamínula foi percorrida transversalmente em toda a sua extensão para registrar o maior número possível de táxons. As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony Modelo W-30 adaptada a ocular micrometrada do microscópio.

2.4 Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica baseou-se em características morfométricas de 30 indivíduos de cada táxon, quando possível, de modo a demonstrar a amplitude morfométrica das populações analisadas. Para evidenciar a presença de mucilagem foram confeccionadas lâminas com adição de tinta nanquim. Quando necessário, foi utilizada epifluorescência para distinguir as cianobactérias das outras bactérias.

O sistema de classificação adotado foi o de Hoffmann *et al.* (2005). Para a identificação dos táxons adotaram-se principalmente os trabalhos de Komárek & Anagnostidis (1999, 2005), Komárková-Legnerová & Eloranta (1992) e Werner (2002).

Os táxons identificados foram apresentados em ordem alfabética dentro de suas respectivas categorias taxonômicas. Cada táxon identificado contém as seguintes informações: referência da obra original; basônimo; descrição morfométrica detalhada; relação do material examinado; referências que mencionam o táxon para as represas; comentários.

2.5 Referências do táxon para as represas Billings e Guarapiranga:

Para o estudo das referências dos táxons encontrados nas duas represas, foram considerados artigos publicados, dissertações e teses com descrições/ilustrações dos táxons, além daqueles que apresentaram apenas listagens de táxons das duas represas.

2.6 Comparação entre as floras das represas estudadas:

Para a comparação entre as floras planctônicas das duas represas foi aplicado o índice de similaridade de Sørensen, com base na presença/ausência dos táxons em cada represa, conforme a fórmula: $Is = 2c / (a+b)$, onde c representa o número total de táxons comuns entre duas represas, a o número de táxons presentes em uma represa e b o número táxons presentes em outra represa.

2.7 Relação das Amostras Analisadas e Depositadas em Herbário:

Com exceção de duas amostras analisadas que se perderam por quebra dos frascos, todas as demais foram depositadas no acervo do Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica, São Paulo, SP, Brasil. A relação das mesmas segue-se em ordem numérica crescente de seus números de acesso:

(1) SP391778 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 8-I-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,5 °C.

(2) SP391779 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 25-III-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 24,2 °C.

(3) SP399768 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 6-V-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 8,6; fósforo total: < 0.03 mg/L; temperatura da água: 22,7 °C.

(4) SP399769 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 15-VII-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 6,8; fósforo total: 0.10 mg/L; temperatura da água: 18,1 °C.

(5) SP399770 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 23-IX-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 9,5; fósforo total: 0.06 mg/L; temperatura da água: 23,1 °C.

(6) SP399771 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 18-XI-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,2; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 22,2 °C.

(7) SP399772 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 7-I-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,2; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,7 °C.

(8) SP399773 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 5-V-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,3; fósforo total: 0.09 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(9) SP399774 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 22-IX-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,8; fósforo total: 0.05 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(10) SP399775 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 30-XI-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,8; fósforo total: 0.15 mg/L; temperatura da água: 24,0 °C.

Amostra 11 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 24-III-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,7; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 23,3 °C.

Amostra 12 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 14-VII-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,5; fósforo total: 0.13 mg/L; temperatura da água: 18,5 °C.

3. Resultados e Discussão

Foram encontrados 17 táxons de Cyanobacteria nas duas represas estudadas. Somente um táxon não pode ser identificado até o nível específico: *Anabaena* sp.

Chave para identificação dos gêneros de Cyanobacteria:

1.Indivíduos coloniais.....	2
1.Indivíduos filamentosos.....	5
2.Colônias ôcas.....	3
2.Colônias compactas.....	4
3.Colônias formadas por células esféricas.....	<i>Sphaerocavum</i>
3.Colônias formadas por células elípticas.....	<i>Woronichinia</i>
4.Células com aerótopos.....	<i>Microcystis</i>
4.Células sem aerótopos.....	<i>Aphanocapsa</i>
5.Tricomas heterocitados	6
5.Tricomas homocitados	7
6.Tricomas com heterocitos intercalares.....	<i>Anabaena</i>
6.Tricomas com heterocitos terminais.....	<i>Cylindrospermopsis</i>
7.Tricomas com células quadráticas a subquadráticas; aerótopos sempre presentes.....	<i>Planktothrix</i>

7. Tricomas com células mais longas que largas; aerótopos presentes ou ausentes 8
 8. Células com aerótopos.....*Pseudanabaena*
 8. Células sem aerótopos .....*Geitlerinema*

CHROOCOCCALES

Microcystaceae

Microcystis Kützing ex Lemmermann 1907

Chave para identificação dos táxons encontrados:

1. Células densamente agregadas na parte central da colônia; mucilagem colonial com margem ampla (maior que o diâmetro celular).....*Microcystis aeruginosa*
 1. Células dispostas de outras maneiras; margem da mucilagem colonial ausente.....2
 2. Células frouxamente agregadas, amplamente dispersas em toda mucilagem colonial.....*Microcystis protocystis*
 2. Células densamente arrançadas em toda mucilagem colonial.....*Microcystis panniformis*

Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing

Tab. Phycol. 1:6. 1846.

Basônimo: *Micraloa aeruginosa* Kützing

Linnaea 8:371. 1833.

Figura 1

Colônias arredondadas quando jovens, tornando-se alongadas, irregulares, lobadas e clatradas quando adultas, compostas de subcolônias. Mucilagem colonial homogênea, hialina, formando uma ampla margem ao redor das células, 8,0-15,0 µm de espessura. Células esféricas, densamente agregadas na parte central da colônia, 4,5–5,5 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399774, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2000); Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2000); Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)

Comentários: O gênero *Microcystis* compreende exclusivamente espécies planctônicas, responsáveis pela maioria das florações em corpos hídricos eutrofizados ao redor do mundo (Werner 2002). As colônias compactas de *Microcystis* são o resultado dos três planos de divisão, típico do gênero, e deve ser cuidadosamente observado para evitar confusão com espécies de *Radiocystis*, *Coelosphaerium*, *Pannus* e *Sphaerocavum* (Sant'Anna *et al.* 2004).

A taxonomia do gênero *Microcystis* é problemática, principalmente devido a grande variabilidade morfológica apresentada pelas suas morfoespécies. Basicamente, a forma e o tamanho das colônias, a estrutura da mucilagem e o tamanho e arranjo das células nas colônias são características fundamentais para a identificação das espécies (Silva 2005). Otsuka *et al.* (1999) estudaram as relações existentes entre caracteres morfológicos, bioquímicos, fisiológicos e moleculares em espécies de *Microcystis* e concluíram que esses caracteres falharam na distinção das espécies analisadas, permitindo que uma única espécie com vários morfotipos coloniais seja classificada em espécies diferentes.

Análises moleculares do gene 16S, realizadas com linhagens de algumas espécies de *Microcystis*, revelaram que as mesmas são geneticamente muito próximas, não permitindo a distinção infragenérica. Esses resultados apontam para a redução do número de espécies de *Microcystis* no futuro ou para a união das diferentes espécies de *Microcystis* em uma única espécie, com exceções de *Microcystis wesenbergii* e *Microcystis viridis*, as quais são claramente distintas do ponto de vista botânico e bacteriológico (Willame *et al.* 2006; Rajaniemi 2006).

Segundo Werner (2002), *Microcystis aeruginosa* pode ser confundida com *Microcystis flos-aquae* (Wittrock) Kirchner, a qual apresenta a margem da mucilagem colonial mais estreita e células de diâmetro menor que *Microcystis aeruginosa*. *Microcystis aeruginosa* é a espécie de cianobactéria com a distribuição mais ampla no Brasil, ocorrendo de norte a sul do país (Sant'Anna *et al.* 2004). Segundo Sant'Anna *et*

al. (2008), *Microcystis aeruginosa* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistinas.

As populações analisadas das três espécies de *Microcystis*, presentes na represa Billings, apresentaram caracteres morfológicos diferentes, principalmente quanto à forma da colônia, arranjo celular e estrutura da mucilagem. As populações analisadas de *Microcystis aeruginosa* concordaram com as dimensões celulares citadas por Sant'Anna *et al.* (2004) para indivíduos encontrados no Estado de São Paulo e com Werner (2002) para espécimes das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *Microcystis aeruginosa* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

Microcystis panniformis* Komárek *et al.

Cryptogam. Algol. 23:165. 2002.

Figura 4

Colônias arredondadas, não clatradas, levemente achatadas, 105,0–155,0 µm diâmetro. Mucilagem colonial difluente, margem ausente. Células esféricas, densamente distribuídas na mucilagem colonial, 3,0–4,0 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, SP399773, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	—
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)

Comentários: *Microcystis panniformis* é uma espécie descrita recentemente com base em material brasileiro (Komárek *et al.* 2002), sendo encontrada formando florações em represas e lagos eutrofizados de regiões tropicais, juntamente com *Microcystis aeruginosa*. A principal característica desta espécie é a densa distribuição das células na mucilagem colonial que apresenta uma margem muito estreita (menor que o diâmetro celular) ou ausente (Sant'Anna *et al.* 2004).

Segundo Bittencourt-Oliveira *et al.* (2007), as colônias de *Microcystis panniformis* desenvolvem diferentes morfotipos ao longo dos seus estágios de desenvolvimento, dificultando o estabelecimento de limites para a sua delimitação taxonômica. Esses mesmos autores exploraram a diversidade genética e morfológica de 11 linhagens de *Microcystis panniformis* isoladas de quatro represas das regiões

nordeste e sudeste do Brasil. Embora morfologicamente semelhantes, as linhagens de *Microcystis panniformis* analisadas formaram dois grupos geneticamente distintos com base nas seqüências HIP1 (5-GCGATCGC-3), que são comuns nas regiões codificadoras do genoma das cianobactérias.

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Microcystis panniformis* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistinas.

As populações analisadas de *Microcystis panniformis* concordaram com as dimensões celulares citadas por (Sant'Anna *et al.* 2004) e Tucci *et al.* (2006) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo. *Microcystis panniformis* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

***Microcystis protocystis* Crow**

New Phytol. 22:62. 1923.

Figura 2

Colônias irregulares, não clatradas. Mucilagem colonial hialina, difluente. Células esféricas, com envelope mucilaginoso individual inconspícuo, esparsamente e irregularmente distribuídas na mucilagem colonial, 5,5–6,5 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, SP399774, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)

Comentários: Descrita originalmente a partir do plâncton do Sri Lanka, atualmente *Microcystis protocystis* é uma espécie de distribuição pantropical (Komárek & Anagnostidis 1999). *Microcystis protocystis* é uma espécie que apenas recentemente começou a ser registrada no Brasil, mas que já apresenta ampla distribuição, principalmente no Estado de São Paulo (Silva 2005). Segundo Sant'Anna *et al.* (2004), a disposição esparsa das células em *Microcystis protocystis* pode aparentar colônias senescentes de outras espécies de *Microcystis*, sugerindo que a sua distribuição geográfica possa ser maior que a registrada em literatura.

Nas populações analisadas, houve pequena sobreposição quanto às dimensões celulares de *Microcystis protocystis* e *Microcystis aeruginosa*, porém, o arranjo das

células na mucilagem colonial permitiu a separação de ambos os táxons. As dimensões celulares e o arranjo celular encontrados nas populações analisadas concordaram com Sant'Anna *et al.* (2004) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Microcystis protocystis* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistinas. *Microcystis protocystis* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

***Sphaerocavum* Azevedo & Sant'Anna 2003**

***Sphaerocavum brasiliense* Azevedo & Sant'Anna**

Algol. Stud. 109:81. 2003.

Figura 6-7

Colônias microscópicas, esféricas quando jovens, 35,0–39,0 µm diâmetro e amplamente elípticas ou irregulares quando adultas, ocas, clatradas, 52,0–73,0 µm diâmetro. Mucilagem colonial difluente, inconspícua. Células arredondadas, frouxamente e irregularmente distribuídas na superfície colonial, 3,5–5,0 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399774, SP399775, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	_____
Descrição/Ilustração	Azevedo & Sant'Anna (2003); Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	_____

Comentários: *Sphaerocavum* é um gênero descrito recentemente com base em material brasileiro (Azevedo & Sant'Anna 2003). O gênero *Sphaerocavum* caracteriza-se por apresentar colônias ocas, como consequência da sua divisão celular em dois planos. Assemelha-se a outros gêneros de cianobactérias, como *Coelosphaerium*, o qual mantém a forma esférica das colônias ao longo de todo ciclo de vida e *Pannus*, cujas colônias são irregularmente lobadas ou clatradas e cujas células apresentam envelope mucilaginoso individual (Azevedo & Sant'Anna 2003).

Sphaerocavum brasiliense foi descrito inicialmente para três diferentes corpos hídricos eutrofizados do Estado de São Paulo: Lago das Garças, Clube da Penha e represa Billings (Azevedo & Sant'Anna 2003). Alguns estágios do desenvolvimento de *Sphaerocavum brasiliense* podem lembrar em alguns aspectos, colônias de diferentes espécies de *Microcystis* (Azevedo & Sant'Anna 2003; Sant'Anna *et al.* 2004).

Nas populações analisadas foram encontradas algumas colônias esféricas e ocas que correspondem aos estágios iniciais do desenvolvimento de *Sphaerocavum brasiliense*. Nessas colônias, as células apresentaram-se mais densamente arranjadas, quando comparadas com as colônias adultas. As populações analisadas de *Sphaerocavum brasiliense* concordaram com as dimensões celulares e as características morfológicas citadas na descrição original de Azevedo & Sant'Anna (2003).

Sphaerocavum brasiliense foi um táxon exclusivo da represa Billings e ocorreu associado às espécies de *Microcystis*.

Gomphosphaeriaceae

Woronichinia Elenkin 1933

Woronichinia naegeliana (Unger) Elenkin

Acta Inst. Bot. Akad. URSS 2:17. 1933.

Basônimo: *Coelosphaerium naegelianum* Unger

Denkschr. Ak. Wissensch. Wien. 7. 1854.

Figura 8

Colônias microscópicas, elípticas ou reniformes, 44,0–96,0 µm comprimento, 35,0–83,0 µm largura. Mucilagem colonial homogênea, hialina, formando estreita margem ao redor da camada celular periférica, 3,0-5,0 µm de espessura. Células obovóides ou elipsoidais, densamente e radialmente arranjadas, 4,0–5,5 µm comprimento, 2,5–3,5 µm largura. Células unidas por pedúnculos mucilaginosos não ramificados, inconspícuos, irradiando a partir do centro da colônia. Conteúdo celular verde-escuro, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)	_____

Comentários: Integrantes dos gêneros *Snowella* e *Woronichinia* apresentam as células arranjadas radialmente na periferia das colônias, na extremidade de pedúnculos mucilaginosos. As hastes de *Snowella* são finas e visíveis sem coloração, enquanto em *Woronichinia*, as hastes são largas e arranjadas numa forma densa e paralela, de difícil visualização (Rajaniemi *et al.* 2005a). Análises moleculares do gene 16S indicaram que *Snowella* e *Woronichinia* são táxons filogeneticamente próximos e que devem ser mantidos em gêneros separados, concordando com a taxonomia tradicional (Rajaniemi *et al.* 2005a; Willame *et al.* 2006).

Woronichinia naegeliana pode eventualmente ser confundida com alguma espécie de *Microcystis*, porém a distribuição radial das células dentro das colônias ocas e o formato elipsoidal das células são característicos desse táxon, enquanto que as espécies de *Microcystis* apresentam células esféricas distribuídas em colônias compactas.

Segundo Cronberg & Annadotter (2006), *Woronichinia naegeliana* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir neurotoxinas e hepatotoxinas.

As populações analisadas de *Woronichinia naegeliana* concordaram com as dimensões celulares citadas por Sant'Anna *et al.* (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo. *Woronichinia naegeliana* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

SYNECHOCOCCALES

Merismopediaceae

Aphanocapsa Nägeli 1849

Chave para identificação dos táxons encontrados:

1. Diâmetro celular igual ou inferior a 1 µm.....*Aphanocapsa delicatissima*
1. Diâmetro celular superior a 1 µm.....*Aphanocapsa incerta*

Aphanocapsa delicatissima W. West & G.S. West

J.Linn. Soc. Lond. Bot. 40:431. 1912.

Figura 3

Colônias microscópicas, arredondadas, 23,0–48,0 µm diâmetro. Mucilagem colonial difluente. Células esféricas, arranjadas irregularmente na mucilagem colonial, 0,8–1,0 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, homogêneo, sem aerótopos.

Material examinado: SP399768, SP399773, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)

Comentários: Os integrantes do gênero *Aphanocapsa* são morfologicamente semelhantes aos do gênero *Aphanothece*: ambos formam pequenas colônias e possuem células sem aerótopos. As colônias de *Aphanocapsa* apresentam células esféricas, enquanto que as de *Aphanothece* apresentam células cilíndricas, ambas arranjadas irregularmente na mucilagem colonial (Komárek & Anagnostidis 1999). Segundo Willame *et al.* (2006), análises da seqüência do gene 16S apresentaram 100% de similaridade para as linhagens de *Aphanocapsa* e *Aphanothece* analisadas.

A delimitação taxonômica das espécies planctônicas do gênero *Aphanocapsa* permanece incerta, principalmente devido à morfologia celular muito simples. Para a separação das espécies planctônicas, com células entre 0,5 e 2,0 µm de diâmetro, são considerados a densidade celular, ou seja, o espaço entre uma célula e outra e a organização das células na colônia (Sant'Anna *et al.* 2004).

As populações analisadas de *Aphanocapsa delicatissima* concordaram com as dimensões celulares citadas por Sant'Anna *et al.* (2004) e Tucci *et al.* (2006) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo e com Werner (2002) para os espécimes encontrados nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul.

Aphanocapsa incerta (Lemmermann) Cronberg & Komárek

Algol. Stud. 75:327. 1994.

Basônimo: *Polycystis incerta* Lemmermann

Forschungsber. Biol. Stat. Plön 7:132. 1899.

Figura 5

Colônias microscópicas, arredondadas, 25,5–33,0 µm diâmetro. Mucilagem colonial difluente. Células esféricas, densamente agregadas na parte central da mucilagem colonial, 1,5–2,0 µm de diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, homogêneo, sem aerótopos.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399771.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Sant’Anna <i>et al.</i> (2000); Sant’Anna <i>et al.</i> (2004)

Comentários: *Aphanocapsa incerta* pode ser confundida com alguns integrantes do gênero *Microcystis*, que também apresentam células esféricas agregadas na parte central da mucilagem. Porém, as células de *Microcystis* produzem aerótopos, dividem-se em 3 planos perpendiculares e apresentam dimensões celulares maiores que 3µm. Segundo Komárek & Anagnostidis (1999), *Aphanocapsa incerta* é uma espécie comum em corpos hídricos eutrofizados.

Nas populações analisadas das duas espécies de *Aphanocapsa*, o diâmetro celular e o formato das colônias foram as principais características usadas para separá-las. As populações de *Aphanocapsa incerta* sempre apresentaram dimensões celulares acima de 1,5 µm e colônias arredondadas, enquanto que as populações de *Aphanocapsa delicatissima* apresentaram dimensões celulares menores que 1,0 µm e colônias irregulares. As características morfométricas das populações analisada concordaram com Tucci *et al.* (2006) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Figuras 1- 8

1: *Microcystis aeruginosa* (adição de nanquim) (seta indica tricoma de *Pseudanabaena mucicola*)

2: *Microcystis protocystis* (adição de nanquim)

3: *Aphanocapsa delicatissima*

4: *Microcystis panniformis* (adição de nanquim)

5: *Aphanocapsa incerta* (adição de nanquim)

6-7: *Sphaerocavum brasiliense*

8: *Woronichinia naegeliana* (adição de nanquim)

Barra = 10 μ m

OSCILLATORIALES

Phormidiaceae

Planktothrix Anagnostidis & Komárek 1988

Chave para identificação dos táxons encontrados:

1. Tricomas constrictos; célula apical arredondada ..... *Panktothrix isothrix*
 1. Tricomas não constrictos; célula apical cônico-truncada ..... *Panktothrix agardhii*

Planktothrix agardhii (Gomont) Komárek & Anagnostidis

Algol. Stud. 80:416. 1988.

Basônimo: *Oscillatoria agardhii* Gomont

Ann. Sci. Nat. Bot. Biol. Veg. 16:205. 1892.

Figura 15

Tricomas solitários, retos, não constrictos, levemente atenuados em direção aos ápices. Células aproximadamente quadráticas, 3,5–4,5 µm comprimento e 3,5–4,0 µm largura. Célula apical cônico-arredondada, sem caliptra. Conteúdo celular verde-azulado, com aerótopos.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775. Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)	Sant'Anna <i>et al.</i> (2000)

Comentários: Apesar dos problemas ecológicos e de saúde pública que podem ser provocados por florações de *Panktothrix*, a sua taxonomia é ainda confusa e mesmo *Panktothri agardhii*, sua espécie tipo e amplamente distribuída em águas continentais brasileiras, é frequentemente confundida com outras espécies (Sant'Anna, comunicação pessoal).

O gênero *Planktothrix* foi proposto por Anagnostidis & Komárek (1988) a partir de espécies de *Oscillatoria*: *Oscillatoria agardhii*, *Oscillatoria rubescens*, *Oscillatoria*

mougeotii e *Oscillatoria raciborskii*. Estas espécies, atualmente consideradas como pertencentes à *Planktothrix*, compartilham características morfológicas muito semelhantes, como a presença de aerótopos e dimensões celulares, dificultando a delimitação taxonômica dos diversos táxons (Suda *et al.* 2002). A validade deste gênero recente foi suportada pelas análises moleculares do gene 16S (Willame *et al.* 2006).

Planktothrix agardhii apresenta distribuição cosmopolita em águas eutróficas e mesotróficas, com exceção das regiões subpolares (Komárek & Komárková-Legnerová 2002). Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Planktothrix agardhii* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistinas.

Planktothrix agardhii representou a espécie de cianobactéria mais comum da represa Billings, sendo encontrada em todas as amostras analisadas. As populações analisadas de *Planktothrix agardhii* apresentaram baixa variação morfométrica, e não foram observados indivíduos com a célula terminal capitada ou formando caliptra, como ilustrado por Komárek & Anagnostidis (2005). As populações analisadas de *Planktothrix agardhii* concordaram com as características morfométricas citadas por Sant'Anna *et al.* (2007) para indivíduos do Estado de São Paulo.

Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek & Komárková
Czech Phycol. 4:14. 2004.

Basônimo: *Oscillatoria agardhii* var. *isothrix* Skuja
Symb. Bot. Ups. 9(3):49. 1948.

Figura 14

Tricomas solitários, retos, constritos, não-atenuados em direção aos ápices. Células subquadráticas, 3,0–4,0 µm comprimento, 6,0–7,0 µm largura. Célula apical arredondada, sem caliptra. Conteúdo celular verde-azulado, granuloso, com aerótopos.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399774, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	_____
Descrição – Ilustração	Sant'Anna et al (2007)*	_____

* citado como *Planktothrix mougeotii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988.

Comentários: Existe considerável confusão no que diz respeito à taxonomia da espécie *Oscillatoria/Planktothrix mougeotti/isothrix*. A primeira descrição de *Oscillatoria mougeotti* foi feita por Bory em 1827. Posteriormente, Kutzing em 1849 publicou uma descrição mais detalhada de *Oscillatoria mougeotti*, com tricomas vermelhos e diâmetro celular de 6,0-7,0 μm (Suda *et al.* 2002). De acordo com Gomont (1892), *Oscillatoria mougeotti* Bory foi descrita como *Oscillatoria formosa* Bory e não como *Oscillatoria mougeotti* Kutzing. Em 1907, Lemmermann e Forti descreveram independentemente *Oscillatoria mougeotti* Kutzing, cuja coloração do tricoma era verde-azulada escura (Suda *et al.* 2002). Mais recentemente, Anagnostidis *et al.* (1985) enfatizaram que *Oscillatoria mougeotti* (Bory ex Gomont) era similar a *Oscillatoria agardhii* variedade *isothrix* Skuja. Posteriormente, quando Anagnostidis & Komárek (1988) estabeleceram o novo gênero *Planktothrix* para as espécies de *Oscillatoria* com aerótopos, *Oscillatoria mougeotti* foi alterada para *Planktothrix mougeotti* (Bory ex Gomont) Anagnostidis e Komárek. Entretanto, nessa revisão ocorreram contradições pois *Planktothrix mougeotti* (Bory ex Gomont) Anagnostidis e Komárek, a qual possui aerótopos e é planctônica, é uma nova combinação de *Oscillatoria mougeotti* Bory e *Oscillatoria formosa* Gomont, a qual não possui aerótopos e é bentônica, aumentando a confusão na taxonomia de *Oscillatoria mougeotti* e espécies relacionadas (Suda *et al.* 2002). Tal situação foi parcialmente resolvida com o trabalho de Komárek & Komárková (2004), que apresentaram uma nova combinação para o táxon em questão: *Planktothrix isothrix* (Skuja) Komárek & Komárková, a qual adotamos para este trabalho.

Segundo Komárek & Anagnostidis (2005), *Planktothrix isothrix* apresenta distribuição cosmopolita, ocorrendo em águas estagnadas e lagos eutróficos a hiper-eutróficos, sendo inicialmente bentônico e secundariamente planctônico, solitário, freqüentemente formando florações.

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Planktothrix isothrix* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistinas.

Os indivíduos de *Planktothrix isothrix* foram encontrados entre os tricomas de *Planktothrix agardhii*, porém, em quantidade muito menor. As principais diferenças em relação à *Planktothrix agardhii* são os tricomas levemente constrictos e a largura maior dos tricomas. As populações analisadas de *Planktothrix isothrix* concordaram com as características morfométricas citadas por Sant'Anna *et al.* (2007) para populações do Estado de São Paulo. *Planktothrix isothrix* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

PSEUDANABAENALES

Pseudanabaenaceae

Geitlerinema (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis 1989

Geitlerinema unigranulatum (Singh) Komárek & Azevedo

Algol. Stud. 99: 51. 2000.

Oscillatoria punctata var. *unigranulata* Singh

Proc. Indian Acad. Sci. 9: 68. 1939.

Figura 9-10

Tricomas solitários, longos, retos a levemente curvos, não constrictos, não atenuados em direção aos ápices, 1,5–1,8 µm largura. Bainha mucilaginosa ausente. Células quatro a cinco vezes mais longas que largas, 7,5–10,0 µm comprimento. Célula apical cilíndrico-arredondada. Conteúdo celular verde-azulado, com um grânulo de cianoficina localizado em cada lado do septo, sem aerótopos.

Material examinado: SP399773, SP399770, SP399774.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	—
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Komárek & Azevedo (2000); Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)

Comentários: Três gêneros de cianobactérias filamentosas homocitadas são morfologicamente semelhantes à *Geitlerinema*: *Limnothrix*, que apresenta aerótopos nos pólos celulares, ou seja, próximos ao septo; *Jaaginema*, cujos tricomas são imóveis e sem aerótopos; *Leptolyngbya*, que apresenta bainha e cujos filamentos apresentam-se emaranhados (Komárek & Azevedo 2000).

Geitlerinema uingranulatum é uma espécie de ocorrência pantropical. Vivem inicialmente no bentos ou fixas em plantas submersas e, secundariamente, como tricomas solitários no plâncton (Komárek & Azevedo 2000).

Geitlerinema amphibium difere de *Geitlerinema unigranulatum*, sua espécie mais próxima, pelas dimensões do tricoma, formato das células apicais e pelo número de grânulos de cianoficina junto aos septos (Komárek & Azevedo 2000).

Segundo estudo realizado por (Bittencourt-Oliveira *et al.* 2007b), com amostras da natureza e de cultura, a maioria das características morfológicas usadas para separar esses dois táxons mostrou-se variável, com exceção do diâmetro celular. O número de grânulos por septo, o qual é considerado uma característica taxonômica importante, revelou-se variável, sendo uma indicação das condições fisiológicas ou ambientais. Assim, tanto os dados morfológicos como os moleculares apontam para a possibilidade de *Geitlerinema unigranulatum* ser considerada sinônimo de *Geitlerinema amphibium*.

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Geitlerinema unigranulatum* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir um tipo de toxina cuja natureza química é ainda desconhecida.

As populações analisadas de *Geitlerinema unigranulatum* concordaram com as características morfométricas citadas por Komárek & Azevedo (2000) e Sant'Anna *et al.* (2007) para indivíduos encontrados no Estado de São Paulo. Nas populações analisadas, alguns tricomas apresentaram grânulos com tamanhos diferentes ou ausentes em um dos lados do septo.

***Pseudanabaena* Lauterborn 1915**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1. Indivíduos endoglêicos..... *Pseudanabaena mucicola*
- 1. Indivíduos não-endoglêicos.....2
- 2. Tricomas com aerótopos nos septos..... *Pseudanabaena galeata*
- 2. Tricomas sem aerótopos nos septos..... *Pseudanabaena catenata*

***Pseudanabaena catenata* Lauterborn**

Verh. Naturhist. Mediz. Ver. Heidelberg 13(2):437. 1915.

Figura 13

Tricomas solitários, retos a levemente curvos, constrictos, não-atenuados em direção aos ápices, 1,8–2,0 µm largura. Bainha mucilaginosa ausente. Células cilíndricas, truncadas nas extremidades, 1,5-2 vezes mais longas que largas, 3,0–3,8 µm comprimento. Conteúdo celular verde-azulado, homogêneo, sem aerótopos.

Material examinado: SP391779, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)

Comentários: Segundo Willame *et al.* (2006), linhagens de *Pseudanabaena* que apresentam tricomas com constrição evidente, ausência de motilidade, células cilíndricas, com aerótopos presentes exclusivamente nos septos e células apicais arredondadas, constituem um grupo monofilético com base nas seqüências do gene 16S, concordando com a definição tradicional do gênero *Pseudanabaena*.

Pseudanabaena catenata, que constitui a espécie-tipo do gênero, assemelha-se a *Pseudanabaena galeata*, a qual apresenta aerótopos na forma de calota nas células apicais ou nos septos (Komárek & Anagnostidis 2005).

As populações analisadas de *Pseudanabaena catenata* concordaram com as características morfométricas citadas por Sant'Anna *et al.* (2007) para indivíduos encontrados no Estado de São Paulo e com Werner (2002) para os espécimes das lagoas costeiras do Rio Grande do Sul.

***Pseudanabaena galeata* Böcher**

Det. Kgl. Dansk. Vidensk. Selsk. Biol. Med. 21:1. 1949.

Figura 11-12

Tricomas solitários, retos a levemente curvos, levemente constritos, não-atenuados em direção aos ápices, 1,5–1,8 µm largura. Bainha mucilaginosa ausente. Células cilíndricas, com extremidades arredondadas, 3-4 vezes mais longas que largas, 5,0–7,5 µm comprimento. Conteúdo celular verde-azulado, homogêneo, com aerótopos nos septos.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399770, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)	Presente Trabalho

Comentário: A delimitação taxonômica entre alguns táxons de *Pseudanabaena*, particularmente os do subgênero *Ilionema*, que apresentam tricomas com aerótopos, e alguns táxons de *Limnothrix*, com base no grau de constrição do tricoma e na posição dos aerótopos, permanece incerta (Azevedo 2003).

De acordo com análises moleculares do gene 16S, linhagens de *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert, com tricomas não-constrictos e com aerótopos nos septos, agruparam com as linhagens de *Pseudanabaena*, questionando a validade da separação entre esses dois gêneros (Willame *et al.* 2006).

As populações analisadas de *Pseudanabaena galeata* apresentaram a morfologia do tricoma semelhante à de *Limnothrix planctonica* (Woloszynska) Meffert, diferenciando-se desta última pela presença do septo levemente constrito. As características métricas da população de *Pseudanabaena galeata* analisada concordaram com Sant'Anna *et al.* (2007) para indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Pseudanabaena mucicola (Nauman & Hubber-Pestalozzi) Bourrelly

Les Algues d'Eau Douce 3:440. 1970.

Basônimo: *Phormidium mucicola* Naumann & Huber- Pestalozzi

Ber. Dtsch. Bot. Ges. 47:86. 1929.

Figura 16

Tricomas retos, solitários, curtos (3-4 células), endoglêicos, constritos, não-atenuados em direção aos ápices, 1,2–1,5 µm largura. Bainha mucilaginosa ausente. Células cilíndricas, arredondadas nas extremidades, 2,0–2,5 µm comprimento. Célula apical com a extremidade cônico-arredondada. Conteúdo celular verde-azulado, homogêneo, sem aerótopos.

Material examinado: SP399772, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)	_____

Comentários: *Pseudanabaena mucicola* é frequentemente encontrada na mucilagem de cianobactérias cocóides como *Microcystis*, *Aphanothece* e *Woronichinia*. (Komárek & Anagnostidis 2005). Num estudo de lagos no México, *Pseudanabaena mucicola* foi encontrada tanto em colônias de *Microcystis aeruginosa* como de *Microcystis*

novacekii, mas não em colônias de *Microcystis protocystis*, presentes na mesma comunidade (Komárek & Komárková 2002). Segundo esses mesmos autores, as relações eco-fisiológicas das espécies endoglêicas com os seus hospedeiros permanece desconhecida.

Pseudanabaena voronichinii Anagnostidis também cresce na mucilagem de cianobactérias planctônicas como *Microcystis*, *Chroococcus*, *Woronichinia* e *Gomphosphaeria* porém, nessa espécie, os tricomas apresentam maior número de células (2 a 8) e as células são mais longas (3,2-8,0 μm) que em *Pseudanabaena mucicola* (Komárek & Komárková 2007).

Neste estudo, a presença de *Pseudanabaena mucicola* foi registrada somente na mucilagem de *Microcystis aeruginosa* e a maioria dos tricomas foi constituída por três células. As populações analisadas de *Pseudanabaena mucicola* concordaram com as dimensões celulares citadas por Sant'Anna *et al.* (2007) para indivíduos encontrados no Estado de São Paulo e com Werner (2002) para espécimes encontrados nas lagoas costeiras do Rio Grande do Sul. *Pseudanabaena mucicola* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

Figuras 9 - 16

9: *Geitlerinema unigranulatum*

10: *Geitlerinema unigranulatum* (contraste de fase) (seta indica grânulos)

11: *Pseudanabaena galeata* (contraste de fase)

12: *Pseudanabaena galeata* (seta indica aerótopo)

13: *Pseudanabaena catenata* (contraste de fase)

14: *Planktothrix isothrix*

15: *Planktothrix agardhii*

16: *Pseudanabaena mucicola* (contraste de fase)

Barra = 10 μm

NOSTOCALES

Nostocaceae

Anabaena Bory ex Bornet & Flahault 1888

Chave para identificação dos táxons encontrados:

1. Tricomas retos.....*Anabaena solitaria*
 1. Tricomas espiralados.....2
 2. Células esféricas.....*Anabaena circinalis*
 2. Células cilíndricas.....*Anabaena* sp.

Anabaena circinalis Rabenhorst

Allg. Eur. 209. 1852.

Figura 17-18

Tricomas solitários, espiralados, constrictos, não atenuados em direção aos ápices. Espiras regulares, 56,0-80,0 µm largura. Bainha mucilaginosa ausente. Células esféricas, 6,5–8,0 µm diâmetro. Conteúdo celular verde-azulado, granuloso, com aerótopos. Heterocitos e acinetos não observados.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399775, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)	_____

Comentário: *Anabaena circinalis* e *Anabaena spiroides* Klebahn são dois táxons morfológicamente semelhantes. Segundo Werner (2002), a amplitude das espiras, a distância entre elas e a sua relação, além do diâmetro das células vegetativas, constituem bons caracteres que permitem a separação entre *Anabaena circinalis* e *Anabaena spiroides*. Além disso, os tricomas de *Anabaena circinalis* geralmente não possuem bainha mucilaginosa, enquanto que em *Anabaena spiroides* a bainha é bem evidente. Geralmente, *Anabaena circinalis* apresenta as espiras mais amplas e comprimidas quando comparada com *Anabaena spiroides*, cujas espiras são mais estreitas e a distância entre elas é praticamente equivalente ao seu diâmetro (Werner

2002). Quanto ao tamanho das células vegetativas, embora possa ocorrer sobreposição nos limites métricos máximos e mínimos de *Anabaena circinalis* e *Anabaena spiroides* Klebahn, em média, as células de *Anabaena circinalis* são maiores que de *Anabaena spiroides* (Werner 2002).

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Anabaena circinalis* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir microcistina, anatoxina-a (S) e gonyautoxina.

Nas populações analisadas, a largura das espiras e o diâmetro celular foram pouco menores que as registradas por Sant'Anna *et al.* (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo. *Anabaena circinalis* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

***Anabaena solitaria* Klebahn**

Flora 80:270. 1895.

Figura 21

Tricomas solitários, retos, constrictos, não atenuados em direção aos ápices. Bainha mucilaginosa ampla, hialina, 13,0-15,0 µm largura. Células esféricas a levemente elípticas, 6,0–7,5 µm diâmetro, conteúdo celular verde-azulado, granuloso, com aerótopos. Heterocitos e acinetos não observados.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399774, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Sant'Anna <i>et al.</i> (2000); Sant'Anna <i>et al.</i> (2004)	_____

Comentários: Segundo Willame *et al.* (2006), tanto as espécies planctônicas de *Anabaena* com tricomas retos ou espiralados compartilham características fenotípicas comuns: conteúdo celular verde-escuro, largura dos tricomas entre 5.2–8.2 µm, células vegetativas em forma de barril, grande quantidade de aerótopos e heterocitos sub-esféricos a esféricos. De acordo com esses mesmos autores, espécies com tricomas espiralados, principalmente *Anabaena spiroides* Klebahn, e com tricomas retos, como *Anabaena planctônica* Brunnthaler, apresentam grande similaridade na sequência do

gene 16S, revelando que esta característica morfológica não corresponde a diferenças genômicas significativas.

Exceto pela forma dos acinetos, que são elipsoidais em *Anabaena planctonica*, cilíndricos em *Anabaena solitaria* e esféricos em *Anabaena smithii*, esses três táxons apresentam elevada similaridade morfológica (Li *et al.* 2000). Segundo Werner (2002), *Anabaena planctônica* apresenta as células vegetativas esféricas ou em forma de barril e com dimensões celulares (9,0-15,0 µm) maiores que em *Anabaena solitária* (6,5-10,0 µm).

As populações analisadas de *Anabaena solitária* apresentaram dimensões celulares pouco menores que as registradas por Sant'Anna *et al.* (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Anabaena solitária foi um táxon exclusivo da represa Billings.

***Anabaena* sp.**

Figuras 19-20

Tricomas solitários, espiralados, constrictos, não atenuados em direção aos ápices. Espiras irregulares, 17,0–24,0 µm largura, 6,0–11,0 µm distância entre as espiras. Bainha mucilaginosa fina, difluente. Células cilíndricas, 5,5–7,0 µm comprimento, 3,0–4,0 µm largura. Conteúdo celular verde-azulado, granuloso, com aerótopos. Heterocitos e acinetos não observados.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399774, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Comentários: De acordo com análises moleculares do gene 16S, as cianobactérias heterocitadas constituem um grupo monofilético, constituído por 2 grupos distintos: o primeiro grupo compreende as espécies planctônicas do gênero *Anabaena* e *Aphanizomenon* e o segundo grupo abrange as espécies bênticas–perifíticas dos gêneros *Anabaena*, *Nostoc*, *Calothrix*, *Trichormus* e espécies planctônicas dos gêneros *Anabaenopsis*, *Cylindrospermopsis* e *Cyanospira* (Rajaniemi *et al.* 2005; Willame *et al.* 2006). Segundo o sistema de classificação tradicional, os gêneros *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Trichormus* e *Nostoc* são identificados através da morfologia do tricoma e das células vegetativas, a posição e forma dos heterocitos e acinetos, a presença ou ausência de aerótopos (Rajaniemi *et al.* 2005b). Segundo Hindak (2000), os integrantes do gênero *Anabaena* caracterizam-se por apresentar tricomas metaméricos,

heterocitos sempre intercalares, solitários, que ocorrem em intervalos mais ou menos regulares.

Nas populações analisadas, nenhum indivíduo foi encontrado portando heterocito ou acineto. Acreditamos que o elevado grau de eutrofização da represa Billings (Cetesb 2005), com elevados níveis de N e P, contribuíram com o não desenvolvimento dos heterocitos.

Com base na forma do tricoma, e principalmente na forma cilíndrica das células, as duas espécies mais próximas às populações analisadas seriam *Anabaena mendotae* Trelease cujas principais características são as células vegetativas cilíndricas e acinetos distantes dos heterocitos e *Anabaena lemmermannii* P. Richter, que apresenta tricomas espiralados, com células vegetativas cilíndricas, bainha mucilagínosa e acinetos adjacentes aos heterocitos (Li *et al.* 2000).

Anabaena sp foi um táxon exclusivo da represa Billings.

***Cylindrospermopsis* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju 1972**

***Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju**

In Desikachary: Taxonomy and Biology of Blue-Green Algae 55. 1972.

Basônimo: *Anabaena raciborskii* Woloszynska

Bull. Acad. Sci. Lett. Cracov. Ser. B:684. 1912.

Figura 22

Tricomas solitários, retos a levemente curvos, não constritos, atenuados para as extremidades. Bainha de mucilagem inconspícua. Células cilíndricas, 6,5–9,5 µm comprimento, 2,5–3,0 µm largura. Célula apical cônica, 15,0–16,5 µm comprimento, com ápice acuminado. Conteúdo celular verde-azulado, granuloso, com aerótopos. Heterocito terminal. Acinetos cilíndricos, 9,5–13,0 µm comprimento e 4,0–4,5 µm largura, subterminal, em número de 1 a 2 por tricoma.

Material examinado: SP399773, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	(Zagatto, 1998); Sant'Anna <i>et al.</i> (2000);	Sant'Anna <i>et al.</i> (2007)

Comentários: Em 1912, Woloszynska descreveu *Anabaena raciborskii* a partir de material coletado da ilha de Java (Indonésia). Desde então, esse táxon já foi classificado como *Anabaenopsis*, *Aphanizomenon*, *Cylindrospermum* e *Raphidiopsis*. Em 1972, Seenayya & Subba Raju, ao analisarem a formação de heterocitos terminais e intercalares em diferentes espécies de *Anabaenopsis*, concluíram que *Anabaenopsis* (*Anabaena*) *raciborskii* diferenciava-se de todas as outras espécies de *Anabaenopsis*. Dessa forma, eles estabeleceram o novo gênero *Cylindrospermopsis*, caracterizado por tricomas com heterocitos terminais e tendo *Cylindrospermopsis raciborskii* como espécie tipo (Melcher 2007).

Cylindrospermopsis raciborskii esta entre as cianobactérias formadoras de florações mais comuns em ambientes de água doce, com distribuição primariamente pantropical (Padisak 1997). Nas últimas décadas, florações de *Cylindrospermopsis raciborskii* foram registradas na Hungria, Áustria, França e Alemanha. Essa cianobactéria está levando vantagem do progressivo aquecimento global, com o conseqüente aumento de temperatura dos corpos hídricos, irradiando-se para regiões temperadas, o que acarretará o aumento de florações *Cylindrospermopsis raciborskii* nessas regiões nas próximas décadas (Briand *et al.* 2004).

No Brasil, o primeiro relato da ocorrência de *Cylindrospermopsis raciborskii* foi feito por Palmer, em 1969, para o Lago Paranoá em Brasília. Grande expansão na distribuição de *Cylindrospermopsis raciborskii* ocorreu a partir da década de 90, coincidindo com o aumento da eutrofização dos sistemas aquáticos nas mais diversas regiões do país (Tucci & Sant'Anna 2003). Em 1998, *Cylindrospermopsis raciborskii* foi isolada do Braço Taquacetuba, represa Billings, e apresentou elevada toxicidade para camundongos e toxicidade crônica e aguda em larvas de peixes (*Brachydanio rerio*) e para duas espécies de microcrustáceos (*Daphnia similis* e *Ceriodaphnia dubia*) (Zagatto, 1998).

Segundo Sant'Anna *et al.* (2008), *Cylindrospermopsis raciborskii* é uma espécie potencialmente tóxica, com algumas linhagens capazes de produzir saxitoxinas e neosaxitoxinas.

Segundo Melcher (2007), *Cylindrospermopsis raciborskii* apresenta grande plasticidade fenotípica, o que dificulta sua correta identificação. Nas populações analisadas os heterocitos e os acinetos foram raros, e em pouquíssimos casos, formaram-se dois acinetos adjacentes no mesmo tricoma. As características

morfométricas da população analisada concordam com Tucci *et al.* (2006), Sant'Anna *et al.* (2007) e Melcher (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Cylindrospermopsis raciborskii foi um táxon exclusivo da represa Billings, porém, Sant'Anna *et al.* (2007) registraram a ocorrência desse táxon para a represa Guarapiranga, talvez ocasionado pela transposição das águas do braço Taquacetuba para essa represa.

Figuras 17 - 22

17: *Anabaena circinalis*

18: *Anabaena circinalis* (adição de nanquim)

19: *Anabaena* sp.

20: *Anabaena* sp. (adição de nanquim)

21: *Anabaena solitária* (adição de nanquim)

22: *Cylindrospermopsis raciborskii* (contraste de fase) (seta indica acineto)

Barra = 10 μ m

4. Referências Bibliográficas

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3: Oscillatoriales. *Algological Studies* 50-53:327-472.
- AZEVEDO, M. T. P. & SANT'ANNA, C. L. 2003. *Sphaerocavum brasiliense*, a new planktic genus and species of Cyanobacteria from reservoirs of São Paulo State, Brazil. *Algological Studies* 109:79-92.
- AZEVEDO, M. T. P., SOUZA, C. A., ROSADO, T., HUSZAR, V. L., & ROLAND, F. 2003. *Limnothrix bicudo*, a new specie of Cyanophyceae/Cyanobacteria from Southeast of Brazil. *Algological Studies* 109:93-102.
- BEYRUTH, Z. 1996. Comunidade fitoplancônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BEYRUTH, Z. 2000. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga reservoir, São Paulo State, Brazil. *Hydrobiologia* 424:51-65.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., MOURA, A. N., GOUVÊA-BARROS, S. & PINTO, E. 2007a. HIP1 DNA fingerprinting in *Microcystis panniformis* (Chroococcales, Cyanobacteria). *Phycologia* 46:3-9.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C., MASSOLA, N. S., HERNANDEZ-MARINE, M., ROMO, S. & MOURA, A. N. 2007b. Taxonomic investigation using DNA fingerprinting in *Geitlerinema* species (Oscillatoriales, Cyanobacteria). *Phycological Research* 55:214-221.
- BRASIL 2003. Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Brasília.
- BRASIL 2004. Portaria 518: Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Ministério da Saúde. Brasília.
- BRASIL 2005. Resolução Conama 357: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as

- condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente. Brasília.
- BRIAND, J. F., LEBOULANGER, C., HUMBERT, J. F., BERNARD, C. & DUFOUR, P. 2004. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) Invasion at Mid-Latitudes: Selection, Wide Physiological Tolerance or Global Warming? *Journal Phycology* 40:231-238.
- CARVALHO, M. C. 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CAVALIER-SMITH, T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society of London* 271:1251–1262.
- CETESB. 2002. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- CETESB. 2005. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, 2004. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.
- CRONBERG, G. & ANNADOTTER, H. 2006 *Manual on Aquatic Cyanobacteria: A Photo Guide and a Synopsis of their Toxicology*. Issha & Unesco. Denmark.
- DAVIS, J. R., & KOOP, K. 2006. Eutrophication in Australian rivers, reservoirs and estuaries – a southern hemisphere perspective on the science and its implications. *Hydrobiologia* 559: 23–76.
- FALKOWSKI, P. G., KATZ, M. E., KNOLL, A. H., QUIGG, A., RAVEN, J. A., SCHOFIELD, O., TAYLOR, F. J. R. 2004. The Evolution of Modern Eukaryotic Phytoplankton. *Science* 305:354-360.
- GOMONT, M. A. 1892. *Monographie des Oscillariées (Nostocacées Homocystées)*. Annales des Sciences Naturelles. Paris.
- HINDAK, F. 2000. Morphological variation of four planktic nostocalean cyanophytes – members of the genus *Aphanizomenon* or *Anabaena*? *Hydrobiologia* 438:107–116.
- HOFFMANN, L., KOMÁREK, J. & KAŠTOVSKÝ, J. 2005. System of cyanoprokaryotes (cyanobacteria) – state in 2004. *Algological Studies* 117:95–115.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2002. Billings 2000: Ameaças e Perspectivas para o Maior Reservatório de Água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da

- Billings no período de 1989 a 1999. (J. P. R. Capobianco & M. Whately, orgs.). São Paulo.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2006. Guarapiranga 2005: Como e por que São Paulo está perdendo este manacial. Resultados do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Guarapiranga. (M. Whately & P. M. Cunha, orgs.). São Paulo.
- JOCHIMSEN, E. M., CARMICHAEL, W. W., NA, J., CARDO, D. M., COOKSON, S. T., HOLMES, C. E. M., ANTUNES, B. C., MELO FILHO, D. A., LYRA, T. M., BARRETO, V. S. T., AZEVEDO, S. M. F. O. & JARVIS, W. R. 1998. Liver failure and death after exposure to microcystin at a hemodialysis center in Brazil. *The New England Journal of Medicine* 338:873-878.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 1999. Cyanoprokaryota 1: Chroococcales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (H. Ettl, G. Gardner, H. Heynig & D. Mollenheuer, eds.). Gustav Fischer, Jena.
- KOMÁREK J. & AZEVEDO M. T. P. 2000. *Geitlerinema unigranulatum*, a common tropical cyanoprokaryote from freshwater reservoirs in Brazil. *Algological Studies* 99:39-52.
- KOMÁREK, J., KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J., SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P. & SENNA, P. A. C. 2002. Two common *Microcystis* species (Chroococcales, Cyanobacteria) from tropical America, including *M. panniformis* sp. nov. *Cryptogamie Algologie* 23:159-177.
- KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. 2002. Contribution to the knowledge of planktic cyanoprokaryotes from central México. (Příspěvek k poznání planktonních sinic ze středního Mexika). *Preslia* 74:207-233.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. 2005. Cyanoprokaryota 2: Oscillatoriales. *In*: Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel, L. Krienitz, G. Gardner & M. Schagerl, eds.). Elsevier, Spektrum Akademischer Verlag.
- KOMÁREK, J. 2006. Cyanobacterial Taxonomy: Current Problems and Prospects for the Integration of Traditional and Molecular Approaches. *Algae* 21: 349-375.
- KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. 2007. Several rare freshwater planktic Cyanobacteria (Cyanoprokaryotes) from reservoirs in South America. *Hoehnea* 34:49-58.

- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. & ELORANTA, P. 1992. Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from central Finland (Jyväskylä region) with special reference of the genus *Anabaena*. *Algological Studies* 67:103–133.
- LI, R., WATANABE, M. & WATANABE, M. M. 2000. Taxonomic studies of planktic species of *Anabaena* based on morphological characteristics in cultured strains. *Hydrobiologia* 438: 117–138.
- MELCHER, S. S. 2007. Estudos morfológicos e moleculares de cianobactérias potencialmente tóxicas dos gêneros *Aphanizomenon*, *Cylindrospermopsis* e *Raphidiopsis* (Nostocales). Tese de Doutorado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- OLIVER, R. L. & GANF, G. G. 2000. Freshwater blooms. *In* The Ecology of Cyanobacteria-Their Diversity in Time and Space. (B.A. Whitton & M. Potts, eds.). Kluwer Academic Publishers, London.
- OTSUKA, S., SUDA, S., LI, R., WATANABE, M., OYAIZU, H., MATSUMOTO, S. & WATANABE, M.M. 1999. Characterization of morphospecies and strains of the genus *Microcystis* (Cyanobacteria) for a reconsideration of species classification. *Phycological Research* 47: 189–197.
- PADISÁK, J. 1997. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynnska) Seenayya et Subba Raju, an expanding, highly adaptive cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. *Archiv für Hydrobiologie* 107:563-593.
- RAJANIEMI, P., MUGNAI, M. A., RANTALA, R., TURICCHI, S., VENTURA, S., KOMARKOVA, J., LEPISTÖ, L. & SIVONEN, K. 2005a. Correspondence between phylogeny and morphology of *Snowella* spp. and *Woronichinia naegeliana*, cyanobacteria commonly occurring in lakes. *Journal of Phycology* 42:226-232.
- RAJANIEMI, P., HROUZEK, K., WILLAME, R., RANTALA, A., HOFFMANN, L., KOMÁREK, J. & SIVONEN, K. 2005b. Phylogenetic and morphological evaluation of the genera *Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Trichormus* and *Nostoc* (Nostocales, Cyanobacteria). *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 55: 11-26.
- RAJANIEMI, P. 2006. Biodiversity and Phylogeny of Planktic Cyanobacteria in Temperate Freshwater Lakes. Academic Dissertation in Microbiology. University of Helsinki, Helsinki.

- SANT'ANNA, C. L.; AZEVEDO, M. T. P. 2000. Contribution to the knowledge of potentially toxic cyanobacteria from Brazil. *Nova Hedwigia* 71:359-385.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., SENNA, P. A. C., KOMÁREK, J. & KOMÁRKOVÁ, J. 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. *Revista Brasileira de Botânica* 27:213-227.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., AGUIARO, L. F., CARVALHO, M. C., CARVALHO, L. R., & SOUZA, R. C. R. 2006. Manual Ilustrado para Identificação e Contagem de Cianobactérias Planctônicas de Águas Continentais Brasileiras. Sociedade Brasileira de Ficologia. Editora Interciência. Rio de Janeiro.
- SANT'ANNA, C. L., MELCHER, S. S., CARVALHO, M. C., GEMELGO, M. P., & AZEVEDO, M. T. P. 2007. Planktic Cyanobacteria from upper Tietê basin reservoirs, SP, Brazil. *Revista Brasileira Botânica* 30 (1): 1-15.
- SANT'ANNA, C. L., AZEVEDO, M. T. P., WERNER, W. R., DOGO, C. R., RIOS, F. R., & CARVALHO, L. R. 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. *Algological Studies* 126: 249-263.
- SILVA, D. 2005. Dinâmica de populações de *Microcystis* (Cyanobacteria) em pesqueiros da Região Metropolitana de São Paulo, SP, Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- SOUZA, R. C. R.; CARVALHO, M. C.; TRUZZI, A. C. 1998. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenaya and Subba Raju (Cyanophyceae) Dominance and Contribution to the Knowledge of Rio Pequeno Arm, Billings Reservoir, Brazil. *Environment Toxicology and Water Quality* 13: 73-81.
- SUDA, S., WATANABE, M. M., OTSUKA, S., MAHAKAHANT, A., YONGMANITCHAI, W., NOPARTNARAPORN, N., LIU, Y. & DAY, J. G. 2002. Taxonomic revision of water bloom-forming species of oscillatoroid cyanobacteria. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 52: 1577-1595.
- TEIXEIRA M. G. L. C., COSTA M. C. N., CARVALHO V. L. P., PEREIRA M. S., HAGE E. 1993. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica, Bahia, Brazil. *Bulletin of Paho* 27:244-253.
- TUCCI, A. & SANT'ANNA, C. L. 2003. *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya & Subba Raju (Cyanobacteria): variação semanal e

- relações com fatores ambientais em um reservatório eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 26: 97-112.
- TUCCI, A., SANT'ANNA, C. L., GENTIL, R. C. & AZEVEDO, M. T. P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea* 33:147-175.
- WILLAME, R., BOUTE, C., GRUBISIC, S., KOMÁREK, J., HOFFMANN, L. 2006. Morphological and molecular characterization of planktonic cyanobacteria from Belgium and Luxembourg. *Journal Phycology* 42:1312–1332.
- WERNER, V.R. 2002. Cyanophyceae/Cyanobacteria no sistema de lagoas e lagunas da Planície Costeira do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- WEHR, J.D. & SHEATH, R.G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, San Diego.
- ZAGATTO, P.A. 1998. Toxicidade da Alga *Cylindrospermopsis raciborskii* isolada do reservatório Billings, Braço Taquacetuba. Relatório Técnico. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, São Paulo.

Capítulo 2: Biodiversidade de Chlorophyta (Chlorophyceae, Zygnematophyceae) das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.

ABSTRACT - Biodiversity of Chlorophyta (Chlorophyceae and Zygnematophyceae) in two of the greatest reservoirs from the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), Billings and Guarapiranga, which supply water for millions of people, was studied. The samples were collected every two months, in a specific site (Sabesp's water sourcing) in both reservoirs, from January to December 2004. The samples were filtered using a plankton net (20µm) and were preserved with formaldehyde. The studied samples were kept in the Herbarium of Institute of Botany (SP). Forty-one taxa of Chlorophyta were identified, described and illustrated: thirty-six belong to Chlorophyceae (88%) and five to Zygnematophyceae (12%). Twelve taxa are first references for the studied reservoirs.

Key words: Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Billings and Guarapiranga Reservoirs, Phytoplankton, Biodiversity.

RESUMO – A biodiversidade de Chlorophyta (Chlorophyceae e Zygnematophyceae) planctônicas foi estudada em duas das maiores represas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Billings e Guarapiranga, que fornecem água para o abastecimento de milhões de pessoas. As amostras foram coletadas bimensalmente, em pontos próximos à captação da Sabesp, durante o período de janeiro/2004 a dezembro/2004. As amostras foram filtradas com rede de plâncton de 20µm de abertura de malha, preservadas em formol e depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP). Foram identificados, descritos e ilustrados quarenta e um táxons de Chlorophyta, sendo trinta e seis de Chlorophyceae (88%) e cinco de Zygnematophyceae (12%). Doze táxons constituem primeiras referências para as represas estudadas.

Palavras-chave: Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Represa Billings, Represa Guarapiranga, Fitoplâncton, Biodiversidade.

1. Introdução

Segundo Cavalier-Smith (2004), as Viridaeplantae (Plantas Verdes) estão incluídas no reino Plantae, dentro do domínio Eukaryota. O táxon Viridaeplantae compreende várias linhagens de algas verdes (Chlorophyta, Charophyta e Prasinophyta) além das Plantas Terrestres (Embryophyta), constituindo a maior linhagem fototrófica dentro dos eucariotos (Lewis & McCourt 2004).

As algas verdes apresentam cloroplastos delimitados por duas membranas, sem conexão com o retículo endoplasmático, contendo clorofilas *a* e *b*, pigmentos acessórios (beta caroteno e xantofilas) e uma única estrutura estrelada ligando nove pares de microtúbulos na base do flagelo (Lewis & McCourt 2004). As células flageladas, quando presentes em alguma fase do ciclo de vida, são isocontes, ou seja, os dois flagelos são similares na estrutura, mas podem diferir no comprimento (Hoek *et al.* 1995). O principal polissacarídeo de reserva é o amido, sintetizado e armazenado nos cloroplastos. A parede celular é geralmente composta de celulose. Os cloroplastos das algas verdes originaram-se através de endossimbiose primária. A morfologia do talo é muito diversificada, incluindo seres unicelulares flagelados ou cocóides, seres coloniais flagelados ou cocóides, formas filamentosas ramificadas ou não-ramificadas, pseudoparenquimatosas e parenquimatosas. As algas verdes são constituintes das comunidades fitoplancônica, bentônica, epifítica e podem viver como ficobiontes (Lewis & McCourt 2004).

As algas verdes originaram-se aproximadamente a 1,5 milhões de anos e divergiram das plantas terrestres provavelmente entre 425 e 490 milhões de anos, evoluindo em três principais linhagens: Chlorophyta, Charophyta e Prasinophyta. Esta última constitui um grupo basal dentro das algas verdes, formado por organismos unicelulares flagelados, principalmente de ambientes marinhos (Lewis & McCourt 2004; Kapraun 2007).

A linhagem das Chlorophyta é formada por três principais clados ou classes: Chlorophyceae, Trebouxiophyceae e Ulvophyceae. Uma análise combinada envolvendo morfologia (principalmente estrutura flagelar) e sequência nucleotídica do gene 18S suportaram o monofiletismo dos três clados e apontou as Ulvophyceae como grupo irmão do clado contendo Chlorophyceae e Trebouxiophyceae (Lewis & McCourt 2004; Kapraun 2007).

O clado/classe Chlorophyceae constitui um grupo monofilético que inclui as microalgas verdes mais conhecidas, com morfologia vegetativa muito variada. Todas apresentam ciclo de vida haplobionte, com meiose zigótica. Ordens tradicionais, como Chlorellales e Chlorococcales, que foram originalmente descritas com base na morfologia vegetativa, forma de reprodução gamética (isogamia, anisogamia, ou oogamia) e modo de reprodução vegetativa (zoospórica ou autospórica), comprovou-se não serem monofiléticas e tiveram famílias e gêneros deslocados para outras ordens ou mesmo para o clado/classe Trebouxiophyceae (Lewis & McCourt 2004). Segundo esses mesmos autores, o clado/classe Chlorophyceae apresenta cinco ordens: Ordem Chlamydomonadales (inclui Chlamydomonadales, Volvocales, Dunaliellales, algumas Chlorococcales, algumas Tetrasporales, algumas Chlorosarcinales e Chaetophorales). Ordem Sphaeropleales (inclui várias famílias de Chlorococcales, como Hydrodictyaceae, parte de Chlorellaceae, Selenastraceae e Scendesmaceae), Ordem Oedogoniales, Ordem Chaetopeltidales e Ordem Chaetophorales.

O clado/classe Trebouxiophyceae inclui as algas verdes com células vegetativas não flageladas e apresenta a maioria dos seus táxons como ficobiontes de líquens, porém, um número crescente de espécies planctônicas estão sendo incluídas nesse grupo. Poucos estudos moleculares suportam o monofiletismo do grupo (Lewis & McCourt 2004; Kapraun 2007). Segundo Lewis & McCourt (2004), o clado/classe Trebouxiophyceae apresenta quatro ordens: Ordem Trebouxiales, Ordem Microthamniales, Ordem Prasiolales e Ordem Chlorellales (inclui a família Oocystaceae e parte da família Chlorellaceae) (Lewis & McCourt 2004; Kapraun 2007).

O clado/classe Ulvophyceae é predominantemente marinho e inclui grande parte das macroalgas marinhas, e não será abordado neste trabalho.

A linhagem das Charophyta é formada por seis principais clados ou classes: Mesostigmatophyceae, Chlorokybophyceae, Klebsormidiophyceae, Zygnematophyceae, Coleochaetophyceae e Charophyceae (Lewis & McCourt 2004). Neste trabalho enfatizaremos o clado/classe Zygnematophyceae.

O clado/classe Zygnematophyceae é o maior e mais diversificado dentro da linhagem das Charophyta. Um modo único de reprodução gamética, a conjugação (fusão de gametas amebóides através de um tubo de conjugação) e a ausência de qualquer célula flagelada em seu ciclo de vida, diferenciam esse grupo das demais Charophyta (Lewis & McCourt 2004; Gontcharov *et al.* 2005; Kapraun 2007). Análises feitas com o gene 18S suportaram o monofiletismo do clado/classe Zygnematophyceae

(Gontcharov *et al.* 2003). A maioria das quatro mil espécies descritas para este clado é encontrada em ambientes de água doce (Gontcharov *et al.* 2005).

Duas ordens são tradicionalmente distinguidas dentro da classe Zygnematophyceae: Zygnematales e Desmidiales (Hoek *et al.* 1995; Goncharov *et al.* 2003).

De acordo com dados moleculares, Zygnematales aparece como uma reunião polifilética de vários clados independentes, ocupando posição basal dentro das Zygnematophyceae (Gontcharov *et al.* 2003). Alguns gêneros filamentosos das Zygnematales, como *Zygnema*, *Spirogyra* e *Mougeotia*, são de distribuição cosmopolita e ocorrem frequentemente em águas estagnadas ou fazendo parte do perifíton (Wehr & Sheath 2003).

Análises moleculares do gene 18S suportaram o monofiletismo da ordem Desmidiales, além dos clados formados serem correspondentes às famílias atualmente reconhecidas (Gontcharov *et al.* 2003, 2005). Geralmente, as Desmidiales são encontradas em águas oligotróficas a mesotróficas, com pH variando de 4 a 7. Porém, alguns gêneros como *Closterium*, *Cosmarium* e *Staurastrum*, podem ocorrer na comunidade fitoplanctônica de lagos eutrofizados. Um exemplo é *Closterium aciculare* T.West, o qual ocorre esparsamente entre florações de cianobactérias, em lagos eutróficos, com pH entre 6.5 a 8.5 (Wehr & Sheath 2003).

As microalgas da tradicional ordem Chlorococcales apresentam elevada diversidade de espécies no fitoplâncton de águas tropicais eutrofizadas (Comas 1996). A monografia mais completa e recente das Chlorococcales é de Komárek & Fott (1983), com aproximadamente 1.200 táxons descritos. As microalgas apresentadas nesse trabalho foram classificadas na Ordem Chlorococcales, unicamente com base em caracteres morfológicos e reprodutivos. Sabe-se que o uso exclusivo de caracteres morfológicos para a circunscrição de táxons não reflete adequadamente as relações filogenéticas entre os seres vivos. Assim, nas últimas décadas a sistemática das microalgas verdes cocóides vem sofrendo mudanças drásticas. Características ultra-estruturais da divisão celular e do aparelho flagelar e mais recentemente a análise da sequência de genes específicos (18S e 26S) tem fornecido novas evidências sobre a sistemática das algas verdes, principalmente as cocóides (Krienitz *et al.* 2005; Coesel & Krienitz 2008).

Considerando a importância das represas Billings e Guarapiranga para o abastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, este

trabalho tem como objetivo principal o conhecimento da biodiversidade de Chlorophyceae dessas represas.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica da represa Billings localiza-se na região sudeste da Grande São Paulo (23° 47' S e 46° e 40' W), ocupando área de aproximadamente 560 km². A represa Billings é a maior represa da Região Metropolitana de São Paulo, com área aproximada de 127 km² e volume de água estimado em 1,2 bilhões de m³. A represa Billings possui um formato complexo, dendrítico, constituído de um corpo central alongado e estreito, ligado a oito braços laterais. A partir de 2000, em virtude da deficiência de água para o abastecimento da Grande São Paulo, teve início a transferência de água de um de seus braços, o Taquacetuba, para a represa Guarapiranga (Cetesb 2002).

A bacia hidrográfica da represa Guarapiranga localiza-se na região sudoeste da Grande São Paulo (23° 43' S e 46° 32' W), ocupando área de 640 km². Atualmente, a represa Guarapiranga constitui o segundo maior manancial do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, fornecendo 11 mil litros de água por segundo para cerca de 3,7 milhões de pessoas. Com área de 33 km², a morfologia da represa Guarapiranga é do tipo dendrítica, estreita e alongada, o que acentua a influência do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica (Beyruth 1996; Isa 2006).

2.2 Obtenção das Amostras

Bimensalmente, foram coletadas na sub-superfície da coluna de água, por técnicos da Cetesb, 10L de água da represa Billings (Braço Taquacetuba) e 10L de água da represa Guarapiranga, junto à captação da Sabesp (Figuras 2 e 3), durante o período de janeiro de 2004 a novembro de 2004. Os dados abióticos (coloração, pH, fósforo total e temperatura) foram fornecidos pela Cetesb.

2.3 Preparação e Análise das Amostras

As 12 amostras foram filtradas em rede de plâncton, com abertura de malha de 20µm. As amostras foram fixadas em formol 4% na proporção 1:1 (com a água da amostra) e acondicionadas em frascos de vidro com tampa de 100 mL. De cada uma das 12 amostras foram preparadas e analisadas no mínimo 20 lâminas para a identificação dos táxons. As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico binocular Zeiss, modelo Axioplan-2, com câmara clara, ocular micrometrada, contraste de fase e sistema de epifluorescência para distinguir as cianobactérias das outras bactérias. Os aumentos utilizados foram de 400 e 1000 vezes. A lamínula foi percorrida transversalmente em toda a sua extensão para registrar o maior número possível de táxons. As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony Modelo W-30 adaptada a ocular micrometrada do microscópio.

2.4 Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica baseou-se em características morfométricas de 30 indivíduos de cada táxon, quando possível, de modo a demonstrar a amplitude morfométrica das populações analisadas. Para evidenciar a presença de mucilagem foram confeccionadas lâminas com adição de tinta nanquim e para confirmar a presença de pirenóide foi utilizado solução de lugol.

Os principais sistemas de classificação adotados foram Van den Hoek *et al.* (1995) para classes e ordens, Komárek & Fott (1983) para as Chlorococcales, Huber-Pestalozzi (1961) para as Volvocales e Prescott *et al.* (1982) para as Desmidiáles.

Os táxons identificados foram apresentados em ordem alfabética dentro de suas respectivas categorias taxonômicas. Cada táxon identificado contém as seguintes informações: referência da obra original; basônimo; descrição morfométrica detalhada; relação do material examinado; referências que mencionam o táxon para as represas; comentários.

2.5 Referências do táxon para represas Billings e Guarapiranga

Para o estudo das referências dos táxons encontrados nas duas represas, foram considerados artigos publicados, dissertações e teses com descrições/ilustrações dos táxons, além daqueles que apresentaram apenas listagens de táxons das duas represas.

2.6 Comparação entre as floras das represas estudadas

Para a comparação entre as floras planctônicas das duas represas foi aplicado o índice de similaridade de Sørensen, com base na presença/ausência dos táxons em cada represa, conforme a fórmula: $Is = 2c / (a+b)$, onde c representa o número total de táxons comuns entre duas represas, a o número de táxons presentes em uma represa e b o número táxons presentes em outra represa.

2.7 Relação das Amostras Analisadas e Depositadas em Herbário

Com exceção de duas amostras analisadas que se perderam por quebra dos frascos, todas as demais foram depositadas no acervo do Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica, São Paulo, SP, Brasil. A relação das mesmas segue-se em ordem numérica crescente de seus números de acesso:

(1) SP391778 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 8-I-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,5 °C.

(2) SP391779 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 25-III-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 24,2 °C.

(3) SP399768 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 6-V-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 8,6; fósforo total: < 0.03 mg/L; temperatura da água: 22,7 °C.

(4) SP399769 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 15-VII-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 6,8; fósforo total: 0.10 mg/L; temperatura da água: 18,1 °C.

(5) SP399770 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 23-IX-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 9,5; fósforo total: 0.06 mg/L; temperatura da água: 23,1 °C.

(6) SP399771 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 18-XI-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,2; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 22,2 °C.

(7) SP399772 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 7-I-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,2; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,7 °C.

(8) SP399773 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 5-V-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,3; fósforo total: 0.09 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(9) SP399774 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 22-IX-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,8; fósforo total: 0.05 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(10) SP399775 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 30-XI-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,8; fósforo total: 0.15 mg/L; temperatura da água: 24,0 °C.

Amostra 11 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 24-III-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,7; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 23,3 °C.

Amostra 12 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 14-VII-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,5; fósforo total: 0.13 mg/L; temperatura da água: 18,5 °C.

3. Resultados e Discussão

Foram encontrados 41 táxons de Chlorophyta nas duas represas estudadas, sendo 36 de Chlorophyceae e 5 de Zygnematophyceae. Somente dois táxons não puderam ser identificados até o nível específico: 1 de Chlorophyceae: *Eremosphaera* sp.; 1 de Zygnematophyceae: *Mougeotia* sp..

Classe Chlorophyceae

Chave para identificação dos gêneros de Chlorophyceae:

1.Indivíduos com células vegetativas flageladas.....	<i>Eudorina</i>
1.Indivíduos sem células vegetativas flageladas.....	2
2.Indivíduos unicelulares	3
2.Indivíduos coloniais	9
3.Parede celular com setas	4
3.Parede celular lisa ou com espinhos.....	7
4.Células com setas somente nos pólos.....	<i>Lagerheimia</i>
4.Células com setas distribuídas em toda superfície celular.....	5
5.Células cujas setas apresentam espessamento nítido até um terço do seu comprimento.....	<i>Acanthosphaera</i>
5.Células cujas setas não apresentam espessamento nítido ao longo do seu comprimento.....	6
6.Células elípticas.....	<i>Franceia</i>
6.Células esféricas.....	<i>Golenkiniopsis</i>
7.Células fusiformes, parede lisa, sem pirenóides.....	<i>Monoraphidium</i>
7.Células de outras formas, parede lisa ou com espinho, com pirenóides.....	8
8.Células tetraédricas, com longos espinhos; cloroplasto poculiforme.....	<i>Treubaria</i>
8.Células esféricas, sem qualquer tipo de ornamentação; cloroplasto ramificado.....	<i>Eremosphaera</i>
9.Colônias com número definido de células (cenóbios).....	10
9.Colônias sem número definido de células.....	20
10.Cenóbios em um único plano.....	11
10.Cenóbios em mais de um plano.....	18
11.Cenóbio formado por células arranjadas em anéis concêntricos.....	12
11.Cenóbio formado por células não arranjadas em anéis concêntricos.....	15
12.Espaços intercelulares ausentes	<i>Stauridium</i>

12.Espaços intercelulares presentes.....	13
13.Células com um único processo.....	<i>Monactinus</i>
13.Células com mais de um processo.....	14
14.Células com 2 processos.....	<i>Pediastrum</i>
14.Células com 4 processos	<i>Parapediastrum</i>
15.Cenóbios lineares	16
15.Cenóbios não-lineares	17
16.Parede celular com espinhos.....	<i>Desmodesmus</i>
16. Parede celular sem espinhos.....	<i>Scenedesmus</i>
17.Espaço intercelular quadrangular.....	<i>Tetrastrum</i>
17.Espaço intercelular losangular.....	<i>Crucigeniella</i>
18.Cenóbios quadrangulares.....	<i>Westella</i>
18.Cenóbios esféricos ou estrelados	19
19.Cenóbios formados por células lanceoladas, radiando de um centro comum.....	<i>Actinastrum</i>
19.Cenóbios formados por células esféricas ou poliédricas, unidas entre si por processos de ligação.....	<i>Coelastrum</i>
20.Colônias tetraédricas ou triangulares, sem envoltório mucilaginoso	<i>Micractinium</i>
20. Colônias arredondadas ou irregulares, com envoltório mucilaginoso	21
21.Células completamente embebidas na mucilagem colonial.....	<i>Botryococcus</i>
21.Células não embebidas na mucilagem colonial.....	22
22.Células não são unidas por estruturas mucilaginosas.....	<i>Ankistrodesmus</i>
22.Células unidas por estruturas mucilaginosas.....	23
23.Células unidas entre si por pedúnculos mucilaginosos dicotômicos.....	<i>Dichotomococcus</i>
23.Células unidas entre si por fios mucilaginosos	<i>Dictyosphaerium</i>

CHLOROCOCCALES

Botryococcaceae

Botryococcus Kutzing 1849

Chave para identificação dos táxons encontrados:

1. Colônias com prolongamentos mucilaginosos.....*Botryococcus terribilis*
 1. Colônias sem prolongamentos mucilaginosos.....*Botryococcus neglectus*

Botryococcus neglectus (West & G.S.West) Komárek & Marvan

Arch. Protistenkd. 141:92. 1992.

Basônimo: *Ineffigiata neglecta* West & G.S.West

J. R. Microsc. Soc. 17:231. 1897.

Figura 1

Colônias compactas, arredondadas, irregulares, compostas de subcolônias, 36,0–41,0 µm comprimento. Células obovóides, densamente e radialmente arranjadas na periferia da colônia, 4,5–5,5 µm comprimento, 2,5–3,0 µm largura. Ápices celulares totalmente imersos na mucilagem colonial. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP399771, SP399773.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: O gênero *Botryococcus* apresenta complexa estrutura colonial e ampla variedade de caracteres morfológicos que dificultam a sua identificação taxonômica (Komárek & Marvan 1992). Membros desse gênero acumulam grandes quantidades de lipídios e hidrocarbonetos (Senousy *et al.* 2004). Komárek & Marvan (1992) propuseram 13 espécies de *Botryococcus* com base em parâmetros morfológicos das células, das colônias, da mucilagem e dos autósporos.

Análises moleculares do gene 18S, realizadas com 4 linhagens de *Botryococcus braunii*, apontaram esse táxon como monofilético, dentro da ordem Sphaeropleales do clado Trebouxiophyceae. Segundo essa mesma filogenia, o gênero *Choricystis* é o táxon mais relacionado a *Botryococcus* (Senousy *et al.* 2004).

Segundo Komárek & Marvan (1992), *Botryococcus neglectus* é frequentemente identificado como *Botryococcus braunii* Kützinger devido à similaridade morfológica entre esses dois táxons. Porém, *Botryococcus braunii* apresenta dimensões celulares

maiores (6,0-14,0 µm comprimento e 4,0-11,0 µm largura) e os ápices celulares não envolvidos pela mucilagem colonial estratificada.

Somente em poucas colônias (n=6) das populações analisadas foi possível visualizar as células, que na maioria das vezes apresentaram-se encobertas pela mucilagem colonial. Na população analisada, o tamanho das colônias encontradas foi um pouco menor que o da descrição original (Komárek & Marvan 1992), que está acima de 50 µm.

***Botryococcus terribilis* Komárek & Marvan**

Arch. Protistenkd. 141:92. 1992.

Figura 2

Colônias compactas, arredondadas, irregulares, compostas de subcolônias, 44,0-52,0 µm comprimento. Mucilagem colonial com prolongamentos irregulares, 2,0-4,5 µm comprimento. Células obovóides, densamente e radialmente arranjadas na periferia da colônia, 7,5-9,0 µm comprimento e 4,0-5,0 µm largura. Ápices celulares totalmente imersos na mucilagem colonial. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP399774.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de Espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	_____

Comentários: *Botryococcus terribilis* é morfologicamente muito semelhante à *Botryococcus neglectus*, da qual difere pela presença de prolongamentos mucilaginosos na superfície da colônia, que é característica diagnóstica de *Botryococcus terribilis*. Similarmente ao que ocorreu com *Botryococcus neglectus*, a visualização das células foi dificultada pela mucilagem colonial abundante.

A população de *Botryococcus terribilis* foi constituída de poucos indivíduos (n=5) presentes numa única amostra da represa Billings.

***Dichotomococcus* Korshikov 1928**

***Dichotomococcus curvatus* Korshikov**

Uchen. Zap. Gork. Univ. 9:109-111. 1939.

Figura 4

Colônias irregulares, formadas por grupos de 2 células unidas por pedúnculos mucilaginosos dicotômicos, inconspícuos. Mucilagem colonial hialina. Células lanceoladas, levemente curvas, alargadas e arredondadas na base próxima ao pedúnculo, atenuadas gradualmente em direção ao ápice, 5,5–7,0 µm comprimento, 2,3–2,8 µm largura. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399771.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Em 1939, o gênero *Dichotomococcus* foi transferido por Korshikov para a classe Xanthophyceae devido a ausência de pirenóides. Hindák, em 1978, registrou em *Dichotomococcus curvatus* a presença de clorofilas a e b, incluindo novamente o gênero *Dichotomococcus* na classe Chlorophyceae (Nogueira, 1991). A espécie mais próxima a *Dichotomococcus curvatus* é *Dichotomococcus capitatus*, que apresenta células cilíndricas e capitadas, enquanto *Dichotomococcus curvatus* apresenta células fusiformes ou lanceoladas (Komárek & Fott 1983).

Em todos os indivíduos das populações analisadas, os pedúnculos dicotômicos apresentaram-se inconspícuos. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Nogueira (1991), para os indivíduos encontrados no Estado do Rio de Janeiro.

***Dictyosphaerium* Nägeli 1849**

***Dictyosphaerium sphagnale* Hindák**

Biol. Prace 26 (6):54. 1980.

Figura 3

Colônias arredondadas, 35,0–55,0 µm largura, formadas por grupos de 4 células unidas por fios de mucilagem inseridos na porção basal das células. Mucilagem colonial hialina. Células adultas ovaladas, 4,5–5,5 µm comprimento, 3,5–4,0 µm largura. Cloroplasto único, poculiforme, com um pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: As espécies do gênero *Dictyosphaerium* são caracterizadas pela morfologia celular, arranjo das células na colônia e pelo ponto de inserção do fio de

mucilagem na superfície celular (Komárek e Fott 1983). *Dictyosphaerium sphagnale* apresenta similaridade morfológica com *Dictyosphaerium elegans* Bachmann, sendo a principal diferença entre os dois táxons a ausência de pirenóide em *Dictyosphaerium elegans*.

Os indivíduos das populações analisadas sempre apresentaram células ovaladas, com a inserção do fio de mucilagem na região basal da célula e pirenóide evidente. A mucilagem colonial foi inconspícua em algumas colônias, sendo evidenciada apenas com nanquim. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com a descrição original de Hindák (1980).

Chlorellaceae

Ankistrodesmus Corda 1838

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1. Células fusiformes, retas ..... *Ankistrodesmus fusiformis*
- 1. Células fusiformes, arcuadas ou lunadas 2
- 2. Distância entre os ápices superior a 20 µm ..... *Ankistrodesmus gracilis*
- 2. Distância entre os ápices inferior a 20 µm ..... *Ankistrodesmus bibraianus*

Ankistrodesmus bibraianus (Reinsch) Korshikov

Protococcineae 302. 1953.

Basônimo: *Selenastrum bibraianum* Reinsch

Algenfl. Franken. 64. 1867.

Figura 5

Colônias irregulares, formadas por 32 ou 64 células, unidas por suas superfícies convexas. Mucilagem colonial tênue, hialina, circundando as colônias. Células lunadas, afinando gradualmente em direção aos ápices, 9,0-14,0 µm de distancia entre os ápices, 3,5-4,0 µm largura. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP399768, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984); Xavier (1996).	Presente Trabalho

Comentários: Os representantes da família Selenastraceae, equivalente a subfamília Ankistrodesmoideae de Komárek e Fott (1983), reproduzem-se exclusivamente por autosporeação. Gêneros desta família, como *Ankistrodesmus*, *Selenastrum*, *Monoraphidium* e *Kirchneriella*, são delimitados pelas seguintes características morfológicas: forma das células e colônias adultas, grau de curvatura das células, presença ou ausência de mucilagem colonial e sua consistência, disposição e número de autósporos dentro da célula parental, presença ou ausência de pirenóides. Análises moleculares do gene 18S indicaram o monofilétismo de Selenastraceae, mas gêneros como *Ankistrodesmus* e *Monoraphidium* mostraram-se polifiléticos (Fawley *et al.* 2005).

Ankistrodesmus Corda e *Selenastrum* Reinsch apresentam morfologia semelhante. Ambos os gêneros apresentam habito colonial e difícil delimitação taxonômica. Komárková-Legnerová (1969) e Komárek & Fott (1983) sinonimizaram e incluíram as espécies de *Selenastrum* dentro do gênero *Ankistrodesmus*, dentro da família Chlorellaceae. Marvan, em 1984, manteve *Selenastrum* e *Ankistrodesmus* como gêneros separados na família Selenastraceae (Nogueira, 1991). Neste trabalho, adotamos o proposto por Komárek & Fott (1983).

Ankistrodesmus bibraianus é morfológicamente semelhante a *Ankistrodesmus gracilis*, o qual apresenta células mais estreitas e mais longas. Nas populações analisadas, algumas colônias apresentaram-se com células muito agregadas, mas mantiveram-se unidas por suas superfícies convexas. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984), mas divergiram dos indivíduos analisados por Xavier (1996), os quais apresentaram células com 20,0-40,0 µm de comprimento e 1,0-2,0 µm de largura.

Ankistrodesmus fusiformis Corda *sensu* Korshikov
Protococcineae 300. 1953.

Figura 6

Colônias formadas por 4 células, dispostas cruciadamente ou radialmente. Mucilagem colonial hialina, circundando as células. Células fusiformes, alongadas, retas, afilando gradualmente em direção aos ápices, apenas cruzando-se uma sobre as outras, 60,0–75,0 µm comprimento e 2,0–3,0 µm largura. Cloroplasto único parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003);	Beyruth (1996);
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984); Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: As células de *Ankistrodesmus fusiformis* apenas se cruzam e nunca se torcem uma sobre as outras, como ocorre em *Ankistrodesmus spiralis* (Turner) Lemmermann, por exemplo.

Nas populações analisadas, foram encontradas colônias cruciadas (formadas por 4 células) e colônias radiadas (formadas por 3 células). A mucilagem que envolve as células ficou mais evidente com a adição de tinta nanquim. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korshikov**

Protococcineae 305. 1953.

Basônimo: *Selenastrum gracile* Reinsch

Algenfl. Franken. 64.1867.

Figure 7

Colônias regulares, formadas por 4 células, unidas por suas superfícies convexas. Mucilagem colonial hialina, concentrada na região central da colônia. Células fusiformes, arcuadas, afilando gradualmente em direção aos ápices, 22,0–30,0 µm de distancia entre os ápices, 3,0–3,5 µm largura. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	Represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: O arranjo celular de *Ankistrodesmus gracilis* assemelha-se ao de *Dicloster acuatatus* Jao *et al.*, porém, *Dicloster acuatatus* apresenta pirenóides e dimensões celulares maiores (31,0-54,0 µm comprimento e 3,5-7,0 µm largura) que *Ankistrodesmus gracilis*, segundo Komárek & Fott (1983).

Nas populações analisadas, as colônias de *Ankistrodesmus gracilis* sempre se apresentaram regulares, formadas por 4 células, enquanto que em *Ankistrodesmus bibraianus* as colônias apresentaram-se irregulares, formadas por muitas células. As dimensões celulares também foram maiores em *Ankistrodesmus gracile* que em *Ankistrodesmus bibraianus*.

***Monoraphidium* Komárková-Legnerová 1969**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Células fusiformes, apenas arcuadas .....*Monoraphidium arcuatum*
- 1.Células fusiformes, helicoidalmente torcidas.....*Monoraphidium contortum*

***Monoraphidium arcuatum* (Korshikov) Hindák**

Algol. Stud. 1:19. 1970.

Basônimo: *Ankistrodesmus arcuatus* Korshikov

Protococcineae 296. 1953.

Figura 8

Células solitárias, fusiformes, arcuadas, afilando gradualmente em direção aos ápices, pólos pontiagudos, 41,0–45,0 µm de distancia entre os ápices, 3,0–3,5 µm largura. Cloroplasto único, parietal, com reentrância lateral, sem pirenóide.

Material examinado: SP 399771.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	_____	Presente Trabalho

Comentário: O gênero *Monoraphidium* engloba indivíduos isolados, com células fusiformes, sem pirenóide, sem mucilagem e formando autósporos seriados e alternados dentro da célula parental (Comas 1996). A espécie do gênero morfológicamente mais próxima de *Monoraphidium arcuatum* é *Monoraphidium caribeum* Hindák, o qual apresenta dimensões celulares menores (9,6-24,5 µm comprimento e 1,6-4,0 µm largura), segundo Komárek & Fott (1983).

A população analisada apresentou células com larguras maiores do que as descritas por Tucci *et al.* (2006) para indivíduos do Estado de São Paulo. A população de *Monoraphidium arcuatum* foi constituída de poucos indivíduos (n=8) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga.

Monoraphidium contortum (Thuret) Komárková-Legnerová
Stud. Phycol. 104. 1969.

Basônimo: *Ankistrodesmus contortus* Thuret
Mem. Soc. Imper. Sci. Nat. Cherbourg 4:158. 1856.

Figura 9

Células solitárias, fusiformes, helicoidais com 1 ou 1,5 voltas, afilando gradualmente em direção aos ápices, pólos pontiagudos, 19,0–25,0 µm de distancia entre os ápices, 1,2–1,5 µm largura. Cloroplasto único, parietal, sem pirenóide.

Material examinado: SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentário: Segundo Nogueira (1991), *Monoraphidium contortum* e *Monoraphidium irregulare* (Smith) Komárková-Legnerová são táxons morfológicamente semelhantes.

Monoraphidium irregulare apresenta maior distância entre os ápices (40,0-72,0 µm comprimento) e células helicoidais com até 2,5 voltas.

As populações analisadas apresentaram a maioria das células helicoidais com 1,5 voltas e concordaram com as características morfométricas citadas por Nogueira (1991), para os indivíduos encontrados no Estado do Rio de Janeiro.

Coelastraceae

Actinastrum Lagerheim 1882

Actinastrum hantzschii Lagerheim var. *subtile* Woloszyńska

Rpzspr. Spraw. Wydz. Akad. Umiej. Krakow 51: 301–302. 1911.

Figura 13

Cenóbios estrelados, formados por 4 ou 8 células, radiando de um centro comum. Mucilagem colonial ausente. Células lanceoladas, afinando gradualmente em direção ao ápice, 15,0–19,0 µm comprimento, 2,0–3,0 µm largura. Cloroplasto único, parietal, pirenóide não observado.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399773, SP399769, Amostra 12, SP399775, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Segundo Komárek & Fott (1983), as espécies do gênero *Actinastrum* são delimitadas pela morfologia celular, tipo de ápice (truncado, afilado, arredondado) e pela proporção entre comprimento e largura celular. *Actinastrum hantzschii* apresenta 2 variedades: var. *hantzschii* e var. *subtile*, diferenciadas de acordo com a relação comprimento/largura da célula e forma do ápice. *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii* apresenta menor relação entre comprimento/largura das células e ápices mais arredondados quando comparados com a var. *subtile*.

As características morfométricas das populações analisadas concordaram com a descrição original.

Coelastrum Nägeli 1849

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Cenóbios estrelados, formados por células com espessamento apical.....*Coelastrum indicum*
- 1.Cenóbios esféricos, formados por células sem espessamento apical.....*Coelastrum reticulatum*

***Coelastrum indicum* Turner**

Bih. Kgl. Svensk. Vetensk. Akad. Handl. 25(5): 161.1892.

Figura: 12

Cenóbios estrelados, 26,0–31,0 µm diâmetro, formado por 16 células, espaços intercelulares presentes. Células arredondadas em vista lateral, poliédricas em vista apical, com espessamento apical na parede, 7,5–9,0 µm comprimento, 6,5–8,0 µm largura, unidas por 5 processos cilíndricos de ligação, 3,0–3,2 µm comprimento e 1,5–1,7 µm largura. Cloroplasto único, poculiforme, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP399768, SP399769, SP399770, SP399774, SP399769, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	——
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: *Coelastrum* é um gênero com distribuição geográfica ampla, com maior número de espécies em regiões tropicais (Comas 1996). Segundo Komárek & Fott (1983), a correta identificação das espécies de *Coelastrum* depende da observação das células em vista lateral e apical, da presença, ausência e número de processos de ligação entre as células adjacentes e da morfologia dos pólos externos.

Segundo Komárek (1983), *Coelastrum indicum* apresenta distribuição somente em áreas tropicais e não ocorre em regiões temperadas. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com a descrição original.

***Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn**

Bot. Ztg. 57:66. 1899.

Basônimo: *Hariotina reticulata* Dangeard

Le Botaniste 1:163. 1889.

Figuras 10-11

Cenóbios esféricos, 18,0-28,0 µm diâmetro, formados por 32 células, espaços intercelulares presentes. Sincenóbios freqüentes, unidos por cordões mucilaginosos. Células esféricas em vista apical e lateral, sem espessamento na parede, 6,0–8,0 µm diâmetro, ligadas entre si por 5 processos de ligação. Cloroplasto único, poculiforme, pirenóide não observado.

Material examinado: SP399768, SP399773, SP399769, SP399770.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984); Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: *Coelastrum reticulatum* é caracterizado pelo número de processos de ligação que unem uma célula à outra (cinco processos) e pela ocorrência de cenóbios múltiplos ligados por fios de mucilagem (Sant'Anna 1984).

Nas populações analisadas, foi freqüente a ocorrência de sincenóbios formados por até 15 colônias-filhas. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Figuras 1–12

- 1: *Botryococcus neglectus* (adição de nanquim)
- 2: *Botryococcus terribilis* (seta indica processo mucilaginoso)
- 3: *Dictyosphaerium sphagnale* (adição de nanquim)
- 4: *Dichotomococcus curvatus* (adição de nanquim)
- 5: *Ankistrodesmus bibraianus* (adição de nanquim)
- 6: *Ankistrodesmus fusiformis* (adição de nanquim)
- 7: *Ankistrodesmus gracilis* (adição de nanquim)
- 8: *Monoraphidium arcuatum*
- 9: *Monoraphidium contortum*
- 10: *Coelastrum reticulatum* (sincenóbios)
- 11: *Coelastrum reticulatum*
- 12: *Coelastrum indicum* (seta indica processos de ligação)

Barra = 10 µm

Golenkiniaceae

Acanthosphaera Lemmermann 1899

Acanthosphaera zachariasii Lemmermann

Forsch. Biol. Stat. Plön. 7: 118. 1899.

Figuras 14-15

Células solitárias, esféricas, 11,0-14,0 µm diâmetro, sem envoltório mucilaginoso. Númerasas setas, em torno de 20, distribuídas regularmente na superfície celular, bases alargadas até um quarto do seu comprimento, depois afilando gradualmente em direção ao ápice. 26,0-31,0 µm comprimento. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Kleerekoper (1939)
Descrição/Ilustração	—	Presente Trabalho

Comentários: Tanto o gênero como as duas espécies de *Acanthosphaera*, *Acanthosphaera zachariasii* e *Acanthosphaera tenuispina* Korshikov, apresentam delimitação taxonômica confusa. A principal diferença em relação ao gênero *Golenkinia* é que em *Acanthosphaera* as setas apresentam um espessamento distinto na base, afilando abruptamente em direção ao ápice, enquanto que *Golenkinia* não apresenta espessamento distinto na base das setas (Comas 1996).

A população de *Acanthosphaera zachariasii* foi constituída de poucos indivíduos (n=4) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. Na população analisada, as dimensões celulares, o tamanho e o espessamento das setas concordaram com o descrito por Korshikov (1953).

Hydrodictyaceae

Monactinus Corda 1839

Monactinus simplex (Meyen) Corda

Alm. Carlsbad 9:239. 1839.

Basônimo: *Pediastrum simplex* Meyen

Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carol. 14:772. 1829.

Figura 19

Cenóbios arredondados, 72,0–94,0 µm diâmetro, com 16 células dispostas concêntricamente, com espaços intercelulares. Células externas poligonais, 22,0–28,0 µm comprimento (com processos), 8,5–10,5 µm largura, com 1 processo cônico alongado e truncado, 17,0–20,0 µm comprimento. Células internas triangulares, 8,0–13,0 µm comprimento, 6,0–11,0 µm largura. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide excêntrico.

Material examinado: SP 391778, SP 399772, SP 399768, SP 399773, SP 399769, Amostra 12, SP 399774, SP 399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	—
Descrição/Ilustração	Sant’Anna (1984)*; Xavier (1996)*	Presente Trabalho

*citado como *Pediastrum simplex* Meyen

Comentário: *Pediastrum simplex* Meyen distingue-se das demais espécies de *Pediastrum* por apresentar um único processo longo em cada célula. Análises filogenéticas também confirmaram o isolamento de *Pediastrum simplex* dentro do clado *Pediastrum* (Buchheim *et al.* 2005). Segundo esses mesmos autores, a morfologia de *Pediastrum simplex* é consistente com a descrição do gênero *Monactinus* por Corda em 1839. Assim, *Monactinus* foi escolhido para acomodar os organismos identificados como *Pediastrum simplex*.

Os indivíduos das populações analisadas foram identificados inicialmente como *Pediastrum simplex* var *simplex* segundo Komárek & Fott (1983). Em alguns cenóbios das populações analisadas, verificou-se a atrofia de uma das células externas, diferindo morfológicamente das demais. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant’Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Conforme Buchheim *et al.* (2005), esse táxon foi transferido para o gênero *Monactinus*, apresentando uma nova combinação: *Monactinus simplex* (Meyen) Corda, a qual decidimos adotar para este trabalho.

***Parapediastrum* Hegewald 2005**

***Parapediastrum biradiatum* (Meyen) Hegewald**

J. Phycol. 41:1052. 2005.

Basônimo: *Pediastrum birradiatum* Meyen

Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carol. 14:772. 1829.

Figura 16

Cenóbios planos, arredondados, 26,0–34,0 µm diâmetro, formados por 8 células dispostas concentricamente, com espaços intercelulares. Células externas poligonais, unidas somente pelas bases laterais, 8,0–9,0 µm comprimento (com processos), 4,5–5,0 µm largura, com 4 processos dicotomicamente bifurcados, tamanhos similares, 2,6–2,8 µm comprimento. Célula interna retangular, 5,5 µm comprimento, 6,0 µm largura. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide basal.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399773.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: A família Hydrodictyaceae compreende gêneros exclusivamente coloniais: *Pediastrum* (com cenóbios planos), *Sorastrum* (com arranjo radial das células), *Hydrodictyon* (com cenóbios reticulados formados por células tubulares) e *Euastropsis* (cenóbios dicelulares). A família Hydrodictyaceae, mais o gênero *Tetraedron*, pertencente à família Chlorellaceae, formaram um grupo monofilético com base nas análises dos genes 18S e 26S (Buchheim *et al.* 2005).

De acordo com dados moleculares do gene 18S, *Pediastrum biradiatum* constitui um grupo monofilético dentro do clado *Pediastrum*, tendo como grupo irmão, o gênero *Sorastrum*. A união desses dois táxons em um único gênero não foi sustentada nem morfologicamente e nem filogeneticamente (Buchheim *et al.* 2005).

Os indivíduos das populações analisadas foram identificados inicialmente como *Pediastrum biradiatum* segundo Komárek & Fott (1983). Conforme Buchheim *et al.* (2005), esse táxon foi transferido para o novo gênero *Parapediastrum*, apresentando uma nova combinação: *Parapediastrum biradiatum* (Meyen) Hegewald, a qual adotamos para este trabalho.

Pediastrum Meyen 1829

1.Células cujos processos são menores que a largura celular..... *Pediastrum duplex* var. *duplex*

1.Células cujos processos são maiores que a largura celular.....*Pediastrum duplex* var. *gracilimum*

Pediastrum duplex* var *duplex Meyen 1829

Nova Acta Acad. Caesar. Leop. Carol. 14:772. 1829.

Figura 17

Cenóbios planos, arredondados, 62,0-72,0 µm diâmetro, formados por 16 células dispostas concentricamente, com espaços intercelulares. Células externas poligonais, 14,0–16,0 µm comprimento (com processos), 11,0–12,0 µm largura, unidas entre si pelas bases, 2 processos cilíndricos com ápices truncados, 7,0–7,5 µm comprimento. Células internas retangulares, 9,0–10,0 µm comprimento, 11,0–13,0 µm largura conectadas entre si por quatro pontos. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide basal.

Material examinado: SP 391778, SP 399772, SP 391779, SP 399768, SP 399773, SP 399769, SP 399770, SP 399771, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	——
Descrição/Ilustração	Sant´Anna (1984); Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentário: Análises ultra-estrututrais e moleculares baseadas principalmente no gene 18S e 26S, demonstraram que o gênero *Pediastrum* não é monofilético (Buchheim *et al.* 2005). Assim, foi proposta a quebra desse gênero e a transferência de algumas de suas espécies para gêneros novos (*Parapediastrum*, *Pseudopediastrium*) ou gêneros já existentes (*Monactinus*, *Stauridium*) (Buchheim *et al.* 2005). De acordo com as regras de nomenclatura botânica, o clado contendo a espécie-tipo do gênero, no caso *Pediastrum duplex*, deve manter o nome do gênero.

As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Pediastrum duplex* var. *gracilimum* West & G.S. West**

Trans. Linn. Soc. Lond. 5:52. 1895.

Figura 18

Cenóbios planos, arredondados, 52,0–91,0 µm diâmetro, formados por 8 ou 16 células dispostas concêntricamente, com espaços intercelulares. Células externas poligonais, 16,0–21,0 µm comprimento (com processos), 10,0–11,0 µm largura, unidas entre si pelas bases, 2 processos cilíndricos com ápices truncados, 11,0–13,0 µm comprimento. Células internas retangulares, 11,0–12,5 µm comprimento, 11,5–14,5 µm largura, conectadas entre si por quatro pontos. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide basal.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399768, SP399773, SP399770.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: *Pediastrum duplex* var. *gracilimum* difere da variedade típica da espécie por apresentar células com processos mais longos e espaços intercelulares maiores.

***Stauridium* Corda 1839**

***Stauridium tetras* (Ehrenberg) Hegewald**

J. Phycol. 41:1051. 2005.

Basônimo: *Micrasterias tetras* Ehrenberg

Infusionsthierchen 1:155. 1838.

Figura 20

Cenóbios arredondados, 22,0–28,0 µm diâmetro, formados por 8 células arranjadas concêntricamente, espaços intercelulares ausentes. Células internas e externas poligonais, 7,5–10,0 µm comprimento, 5,0–7,0 µm largura. Células externas com 2 processos bifurcados, 4,5–5,5 µm comprimento, incisão mediana até a metade do comprimento da célula. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, pirenóide não observado.

Material examinado: SP 399772, SP 391779, SP 399773, SP 399769, SP 399770, SP 399774, SP399771, SP 399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)*; Xavier (1996)*	Presente Trabalho

*citado como *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs

Comentários: Segundo análises moleculares do gene 18S, *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs e *Pediastrum privum* (Printz) Hegewald constituem um grupo basal monofilético dentro do clado *Pediastrum* (Buchheim *et al.* 2005).

Em 1835, Corda identificou dois táxons morfologicamente similares a *Pediastrum tetras*, incluindo-os no gênero *Stauridium* (Buchheim *et al.* 2005). Esses mesmos autores revalidaram o gênero *Stauridium* Corda para acomodar os táxons identificados como *Pediastrum tetras* e *Pediastrum privum*.

Os indivíduos das populações analisadas foram identificados inicialmente como *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs segundo Komárek & Fott (1983). As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Conforme Buchheim *et al.* (2005), esse táxon foi transferido para o gênero *Stauridium*, apresentando uma nova combinação: *Stauridium tetras* (Ehrenberg) Hegewald e os seguintes sinônimos: *Pediastrum tetras* (Ehrenberg) Ralfs 1844; *Stauridium bicuspidatum* Corda 1835 nom. inval.; *Stauridium crux-melitensis* Corda 1835 nom. inval.; *Stauridium obtusangulum* Corda 1839; *Euastrum hexagonum* Corda 1835 nom. inval.; *Euastrum ehrenbergii* Corda 1839; *Heleriella renicarpa* Turpin 1828.

Micractiniaceae

Golenkiniopsis Korshikov 1953

Golenkiniopsis longispina (Korshikov) Korshikov
Protococcinae 5: 265. 1953.

Basônimo: *Golenkinia longispina* Korshikov
Proc. Chark. Stat. Univ. 10:129. 1937.

Figura 21

Células solitárias, esféricas, 7,0–9,5 µm diâmetro, sem envelope mucilaginoso. Setas delicadas, longas, 6 a 9, distribuídas regularmente sobre a superfície celular, levemente flexuosas, afilando gradualmente em direção ao ápice, com as extremidades ligeiramente arqueadas, 38,0–46,0 µm comprimento. Cloroplasto único, parietal, com pirenóide esférico.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	———
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: Integrantes do gênero *Golenkiniopsis* assemelham-se a membros do gênero *Micractinium*, tanto na morfologia celular, quanto na reprodução. Porém, *Golenkiniopsis* nunca forma colônias verdadeiras (Luo *et al.* 2006).

Inicialmente, as espécies de *Golenkiniopsis* estavam incluídas no gênero *Golenkinia*. Korshikov (1953) propôs o gênero *Golenkiniopsis* para reunir as espécies de *Golenkinia* que se reproduziam por autósporos e manteve as espécies que se reproduziam por zoósporos no gênero *Golenkinia*. Bourrelly (1972) separou os dois táxons com base na forma do pirenóide: esféricos em *Golenkiniopsis* e reniformes em *Golenkinia*.

Segundo Komárek & Fott (1983), *Golenkiniopsis longispina* assemelha-se a *Golenkiniopsis solitária*, a qual apresenta setas sempre retas e levemente alargadas na base.

As populações analisadas apresentaram dimensões celulares um pouco menores que as registradas por Tucci *et al.* (2006) para os indivíduos do Estado de São Paulo.

***Micractinium* Fresenius 1858**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1. Células arrançadas em colônias piramidais..... *Micractinium bornhemiense*
- 1. Células arrançadas em colônias tetraédricas..... *Micractinium pusillum*

Micractinium bornhemiense (Conrad) Korshikov

Protococcineae 401. 1953.

Basônimo: *Errerella bornhemiensis* Conrad

Bull. Soc. Bot. Belg. 52:242. 1913.

Figura 22-23

Colônias piramidais, formadas por 12 ou 16 células. Células esféricas, 4,0–5,0 µm diâmetro. Setas, 2 a 5, dispostas na margem livre das células, retas, longas, afilando gradualmente em direção ao ápice 42,5–51,0 µm comprimento. Cloroplasto único, poculiforme, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP 399768.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	——
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)	Presente Trabalho

Comentários: O arranjo das células na colônia, a forma das células e o tamanho e distribuição das setas na superfície celular são as principais características para a delimitação das espécies de *Micractinium* (Komárek & Fott 1983).

A população de *Micractinium bornhemiense* foi constituída de poucos indivíduos (n=8) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. As colônias de *Micractinium bornhemiense* apresentaram a conformação piramidal típica da espécie e concordaram com as dimensões apresentadas por Sant'Anna (1984) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Micractinium pusillum Fresenius

Abh. Senckenb. Natforsch. Ges. 2:236. 1858.

Figura 24

Colônias tetraédricas, formadas por 4 ou 8 células. Células esféricas, 5,0–6,0 µm diâmetro. Setas 4 a 6, retas, delicadas, longas, dispostas na margem livre das células e afilando gradualmente em direção ao ápice 25,0–40,0 µm comprimento. Cloroplasto único, poculiforme, pirenóide não observado.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771, SP399775, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984); Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: *Micractinium pusillum* exibe elevada similaridade morfológica com células de *Chlorella vulgaris* Beijerinck em cultura, crescendo como células esféricas solitárias, sem setas. Em ambos os táxons, a ultra-estrutura da parede celular apresenta-se idêntica e os pirenóides são similares. A principal diferença morfológica entre os dois táxons é o potencial de *Micractinium* em desenvolver setas e formar colônias (Luo *et al.* 2006).

Segundo Komárek & Fott (1983), *Chlorella* e *Micractinium* pertencem a duas famílias diferentes: Chlorellaceae e Micractiniaceae, respectivamente. Análises moleculares do gene 18S suportam a estreita relação entre *Chlorella* e *Micractinium*, indicando que devem pertencer a mesma família, mas a gêneros diferentes (Luo *et al.* 2006).

Nas populações das duas espécies analisadas de *Micractinium*, ocorreu sobreposição somente nas dimensões celulares. O número de setas foi superior em *Micractinium pusillum*, enquanto que o tamanho das setas foi maior em *Micractinium bornhemiense*. Porém, segundo Luo *et al.* (2006), a formação de setas em *Micractinium* pode ser induzida pela pressão de predação do zooplâncton, evidenciando a plasticidade fenotípica desse caráter.

As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Figura 13 - 24

13: *Actinastrum hantzschii* var. *subtile*

14: *Acanthosphaera zachariasii*

15: *Acanthosphaera zachariasii* (contraste de fase)

16: *Parapediastrium biradiatum*

17: *Pediastrium duplex*

18: *Pediastrium duplex* var. *gracilimum*

19: *Monactinus simplex*

20: *Stauridium tetras*

21: *Golenkiniopsis longispina*

22: *Micractinium bornhemiense*

23: *Micractinium bornhemiense* (contraste de fase)

24: *Micractinium pusillum*

Barra = 10 μ m

Oocystaceae

Eremosphaera De Bary 1858

Eremosphaera sp.

Figura 25-26

Células solitárias, esféricas, 23,0–32,0 µm diâmetro, parede celular espessa, lisa. Cloroplasto único, ramificado, pirenóides não observados.

Material examinado: SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770.

Comentários: Segundo Komárek & Fott (1983), membros da família Oocystaceae diferenciam-se das demais famílias de Chlorococcales por apresentarem parede celular formada por várias camadas de celulose. Análises moleculares indicam que integrantes da família Oocystaceae devem ser transferidos para a ordem Chorellales, pertencente ao clado Trebouxiophyceae (Hepperle *et al.* 2000).

Os indivíduos das populações analisadas sempre apresentaram células esféricas, com cloroplasto ramificado, de difícil definição e delimitação. Com base nas características morfométricas, a espécie do gênero mais próxima a das populações analisadas foi *Eremosphaera viridis* De Bary, que apresenta células vegetativas esféricas entre 30,0 e 200,0 µm diâmetro, porém com inúmeros cloroplastos discoidais situados numa fina camada periférica do protoplasma (Komárek & Fott 1983).

Franceia Lemmermann 1898

Franceia droescheri (Lemmermann) G.M.Smith

Freshwater algae of the United States: 505. 1933.

Basônimo: *Chodatella droescheri* Lemmermann

Ber. Dtsch. Bot. Ges. 18:98. 1900.

Figura 27-30

Células solitárias, amplamente elípticas, 14,5-18,0 µm comprimento, 12,0-16,5 µm largura, sem envelope mucilaginoso. Númerosas setas, entre 20 e 25, distribuídas regularmente sobre a superfície celular, longas, delicadas, levemente espessadas na base e flexuosas, afilando gradualmente em direção ao ápice, 32,0-48,0 µm de comprimento. Dois cloroplastos parietais, em forma de calotas, voltados para o equador da célula, com um pirenóide em cada um. Reprodução por 2, 4 ou 8 autósporos, que permanecem

durante determinado tempo no interior da célula parental alargada, até a sua liberação, que ocorre por rompimento da parede celular parental.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: Komárek & Fott (1983) separaram as doze espécies de *Franceia* de acordo com a forma das células, o número e o tamanho das setas. Os indivíduos das populações analisadas diferiram da descrição original principalmente em relação ao comprimento maior das setas, que na descrição original varia de 9,0 a 32,0 µm de comprimento.

Particularmente na amostra de setembro da represa Guarapiranga, a população de *Franceia droescheri* analisada encontrava-se em estágio reprodutivo, com indivíduos em auto-esporulação. Nesses casos, a forma celular mudou de elíptica para arredondada, as dimensões celulares aumentaram (25,0–40,0 µm largura) e o número de setas foi menor em comparação com os indivíduos que não se encontravam em estágio reprodutivo.

***Lagerheimia* Chodat 1895**

Lagerheimia longiseta (Lemmermann) Printz

Vidensk. Skr. Kristiana 6:60. 1913.

Basônimo: *Chodatella longiseta* (Lemmermann)

Hedwigia 37:310. 1898.

Figura 31

Células solitárias, elípticas, 11,0–14,0 µm comprimento, 5,5–8,0 µm largura, pólos levemente atenuados. Cada pólo com 3 a 5 setas, longas, levemente flexuosas, afilando gradualmente em direção ao ápice, 38,0–46,0 µm comprimento. Cloroplasto e pirenóide não observados.

Material examinado: SP 399768.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: O gênero *Lagerheimia* apresenta circunscrição confusa, além de ser considerado por alguns autores como sinônimo de *Chodatella* (Nogueira 1991). Hindák (1983) caracterizou o gênero *Lagerheimia* pela localização das setas nos pólos e/ou equador da célula, diferenciando-o de *Franceia*, que apresenta setas distribuídas ao longo de toda superfície celular.

Komárek & Fott (1983) separaram as doze espécies de *Lagerheimia* com base na morfologia celular e na disposição das setas nos pólos e equador das células. *Lagerheimia longiseta* diferencia-se das demais espécies de *Lagerheimia* pelas longas setas e pelo ápice mais pontiagudo que em *Lagerheimia ciliata* (Komárek & Fott 1983).

A população de *Lagerheimia longiseta* foi constituída de poucos indivíduos (n=6) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. Foi observado um único indivíduo em auto-esporulação, com aspecto citriforme e setas longas. As características morfométricas da população analisada concordaram com Nogueira (2001) para os indivíduos encontrados no Estado do Rio de Janeiro.

Figuras 25 – 31

25: *Eremosphaera* sp.

26: *Eremosphaera* sp. (adição de nanquim)

27: *Franceia droescheri* (vista apical)

28: *Franceia droescheri* (adição de nanquim)

29: *Franceia droescheri* (estágio reprodutivo com 4 autósporos)

30: *Franceia droescheri* (estágio reprodutivo com 8 autósporos)

31: *Lagerheimia longiseta*

Barra = 10 µm

Scenedesmaceae

Crucigeniella Lemmermann 1900

Crucigeniella crucifera (Wolle) Komárek

Arch. Protistenkd. 116:39. 1974.

Basônimo: *Staurogenia crucifera* Wolle

Bull. Torrey Bot. Club. 6:140. 1877.

Figura 32

Cenóbios planos, quadráticos, 12,0-14,0 µm comprimento, 8,5-11,0 µm largura, formados por 4 células. Espaço losangular no centro da colônia. Células reniformes, 6,0-7,0 µm comprimento, 4,0-5,0 µm largura, parede celular espessada em um dos pólos. Cloroplasto único, parietal, pirenóide não observado.

Material examinado: SP399768, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	_____	Presente Trabalho

Comentários: Os integrantes do gênero *Crucigeniella* apresentam morfologia semelhante aos integrantes do gênero *Crucigenia*, diferenciando-se deste pela disposição dos cenóbios-filhos na célula parental e pelo tipo de espaço formado entre as células, quadrático em *Crucigenia* e losangular em *Crucigeniella* (Komárek & Fott 1983). As diferenças apresentadas por Komárek & Fott (1983) para separar as dez espécies de *Crucigeniella* são sutis e baseadas na posição das células no cenóbio e presença ou ausência de espessamento parietal.

As populações de *Crucigeniella crucifera* foram constituídas de poucos indivíduos (n=5) presentes somente em duas amostras da represa Guarapiranga. Os indivíduos analisados foram identificados com base na forma celular e na presença do espessamento apical.

Desmodesmus An, Friedl & Hegewald 1999

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Células dispostas alternadamente.....*Desmodesmus denticulatus*
 1.Células dispostas linearmente.....2
 2.Espinhos longos dispostos obliquamente em apenas um dos ápices das células extremas .....*Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*
 2.Espinhos longos em ambos os ápices das células extremas.....3
 3.Células centrais em contato ao longo de todo seu comprimento .....*Desmodesmus communis*
 3.Células centrais em contato em apenas 2/3 do seu comprimento.....*Desmodesmus opoliensis*

Desmodesmus armatus var. *bicaudatus* (Guglielmetti) Hegewald

Algol. Stud. 96:4. 2000.

Basônimo: *Scenedesmus acutiformis* var. *bicaudatus* Guglielmetti

Nuova Notarisia, 21:31. 1910.

Figura 36

Cenóbios retos, planos, 25,5–27,0 µm comprimento, formados por 4 células dispostas linearmente. Células oblongas, 11,5–12,0 µm comprimento, 4,0–4,5 µm largura, com pólos arredondados. Células extremas com um único espinho, 7,5–9,0 µm comprimento, em um dos pólos, de modo que o espinho de uma célula é diagonalmente oposto ao da outra. Células internas sem espinhos. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP391779, Amostra 11, SP399768, SP399773, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)*
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)*; Xavier (1996)*	Presente Trabalho

* citado como *Scenedesmus bicaudatus* (Hansgirg) Chodat

Comentários: *Scenedesmus* e *Desmodesmus* estão entre os táxons mais comuns de microalgas encontrados em água doce, geralmente formando cenóbios de 4 células.

Análises moleculares têm confirmado esses dois gêneros na família Scenedesmaceae, na ordem Sphaeropleales, da classe Chlorophyceae (Johnson *et al.* 2007). Hegewald (1978) dividiu o gênero *Scenedesmus* em 3 subgêneros: *Scenedesmus*, *Acutodesmus* e *Desmodesmus*. Posteriormente, o subgênero *Desmodesmus* foi elevado à categoria de gênero por An *et al.* (1999) e o subgênero *Acutodesmus* foi elevado a categoria de gênero por Tsarenko e Petlevanny em 2001 (Hegewald & Wolf 2003). Análises moleculares do gene 18S confirmaram a validade de apenas dois subgêneros: *Desmodesmus* e *Scenedesmus*. A separação entre *Scenedesmus* e *Acutodesmus* não foi suportada pelas análises filogenéticas. A grande distancia genética entre *Scenedesmus* e *Desmodesmus* e a ultra-estrutura distinta da parede celular, deram suporte à separação de *Scenedesmus* (táxons sem espinhos nos cenóbios) de *Desmodesmus* (táxons com espinhos nas células extremas e/ou intermediárias do cenóbio) (Lurling 2000).

Os indivíduos da população analisada foram identificados como *Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko de acordo com Hegewald & Silva (1988), por apresentarem células oblongas com pólos arredondados, parede lisa e presença de apenas 1 espinho em cada célula extrema do cenóbio. Outros 2 táxons semelhantes, *Scenedesmus insignis* (West & G.S.West) Chodat e *Scenedesmus semipulcher* (Hortobagyi), apresentam pequenos espinhos polares ou denticulos nas células internas e extremas, além dos 2 espinhos como em *Scenedesmus bicaudatus*. Hegewald & Silva (1988) consideraram *Scenedesmus bicaudatus* (Hansgirg) Chodat como nome ilegítimo.

Conforme Hegewald (2000), esse táxon foi transferido para o gênero *Desmodesmus*, apresentando uma nova combinação: *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus* (Guglielmetti) Hegewald, a qual adotamos para este trabalho.

Desmodesmus communis (Hegewald) Hegewald 2000

Algol. Stud. 96:8. 2000.

Basônimo: *Scenedesmus communis* Hegewald,

Algol. Stud. 19:151. 1977

Figura 37

Cenóbios retos, planos, 32,5–41,0 µm comprimento, formados por 4 células dispostas linearmente. Células internas oblongas, com pólos arredondados, 10,5–18,5 µm comprimento, 3,5–6,0 µm largura, sem ornamentação. Células extremas

trapezoidais, 10,0–18,0 µm comprimento, 3,5–7,0 µm largura, com margem externa levemente convexa, com um espinho longo em cada pólo, 10,0–17,0 µm comprimento. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)*
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)*; Xavier (1996)*	Presente Trabalho

* citado como *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébrisson

Comentários: Os indivíduos das populações analisadas foram identificados como *Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébrisson de acordo com Hegewald & Silva (1988). *Scenedesmus quadricauda* é morfologicamente semelhante a *Scenedesmus protuberans* Fritsch & Rich e *Scenedesmus opoliensis* Richter, os quais não apresentam as células centrais em contato ao longo de todo o seu comprimento com as células extremas Sant'Anna (1984).

Conforme Hegewald (2000), esse táxon foi transferido para o gênero *Desmodesmus*, apresentando uma nova combinação: *Desmodesmus communis* (Hegewald) Hegewald, o qual adotamos para este trabalho.

Desmodesmus denticulatus (Lagerheim) An *et al.*

Algol. Stud. 96:9. 2000.

Basônimo: *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim

Öfvers. K. Svensk. Vet. Akad. Förh. 39(2): 61.1882.

Figura 38

Cenóbios retos, planos, 20,5–22,0 µm comprimento, formados por 4 células dispostas alternadamente. Células internas ovaladas, 12,5–15,0 µm comprimento, 6,5–8,0 µm largura, sem ornamentações. Células extremas elípticas, 11,0–12,5 µm comprimento, 5,5–6,0 µm largura, com 1 ou 2 espinhos curtos em cada pólo, 1,5–2,0 µm comprimento. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)*
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)*	Presente Trabalho

* citado como *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim

Comentários: Os indivíduos das populações analisadas foram identificados como *Scenedesmus denticulatus* Lagerheim de acordo com Hegewald & Silva (1988) e concordaram com Sant'Anna (1984) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo. Esse táxon apresenta extrema semelhança com *Scenedesmus smithii* Teiling, cujas células oblongas estão firmemente conectadas entre si, de forma a configurar margens retas na região de contato (Nogueira 2001). Hegewald & Silva (1988) consideraram *Scenedesmus smithii* como nome ilegítimo.

Conforme Hegewald (2000), *Scenedesmus denticulatus* foi transferido para o gênero *Desmodesmus*, apresentando uma nova combinação: *Desmodesmus denticulatus* (Lagerheim) An *et al.*, o qual adotamos para este trabalho.

Desmodesmus opoliensis (P.Richter) Hegewald

Algol. Stud. 96:14. 2000.

Basônimo: *Scenedesmus opoliensis* (P.Richter)

Z. Angew. Zool. 1:7.1895.

Figura 39

Cenóbios retos, planos, 49,5-54,5 µm comprimento, formados por 4 células dispostas linearmente. Células internas fusiformes, com pólos atenuados e arredondados, 20,5–22,0 µm comprimento, 7,0–8,0 µm largura, sem ornamentação. Células extremas trapezoidais, 22,5–25,0 µm comprimento, 7,0–10,0 µm largura, com pólos truncados na base de inserção do espinho, margem externa levemente convexa, um espinho longo em cada pólo, 21,0–24,0 µm comprimento. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)*
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984)*	Presente Trabalho

* citado como *Scenedesmus opoliensis* P. Richter

Comentários: Os indivíduos da população analisada foram identificados como *Scenedesmus opoliensis* P.Richter de acordo com Hegewald & Silva (1988). *Scenedesmus opoliensis* apresenta grande número de táxons infra-específicos baseados na variabilidade da disposição e tamanho dos espinhos das células internas, que podem estar ausentes ou apresentarem apenas dentículos, enquanto que nas células extremas os espinhos são longos e os pólos levemente atenuados e truncados na base de inserção do espinho (Sant'Anna 1984).

Conforme Hegewald (2000), esse táxon foi transferido para o gênero *Desmodesmus*, apresentando uma nova combinação: *Desmodesmus opoliensis* (P.Richter) Hegewald, a qual adotamos para este trabalho.

***Scenedesmus* Meyen 1829**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Células dispostas em ziguezague..... *Scenedesmus bernardii*
- 1.Células dispostas linearmente.....2
- 2.Células dispostas em uma única fileira..... *Scenedesmus acuminatus*
- 2.Células disposta em duas fileiras..... *Scenedesmus disciformis*

Scenedesmus acuminatus (Lagerheim) Chodat

Beitr. Kryptogamenflora Schweiz 1(3):211. 1902

Basônimo: *Selenastrum acuminatum* Lagerheim

Ofvers. K. Vetensk Akad. Förh. 39 (2):71.1882

Figura 40

Cenóbios planos, 36,0–40,0 µm comprimento, formados por 4 células, dispostas linearmente. Células extremas fusiformes, arcuadas, afilando em direção aos ápices, 23,5–28,0 µm comprimento, 5,0–6,5 µm largura. Células internas fusiformes, retas a

levemente arcuadas, 29,0–34,0 µm comprimento e 4,0–5,5 µm largura. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Sant'Anna (1984); Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: Em torno de 1300 espécies de *Scenedesmus* estão descritas em Hegewald & Silva (1988). As descrições dessas espécies foram baseadas em características morfológicas como tamanho e forma das células e tipos de ornamentação da parede celular (espinhos, dentículos, costelas). Para essas descrições, assumiu-se que a morfologia era uma característica estável. Porém, a concentração de nutrientes, a intensidade luminosa, a temperatura e a presença de predadores alteram o fenótipo das células de *Scenedesmus* (Lurling 2000). Estudos que consideram a plasticidade fenotípica presente em *Scenedesmus* sugerem que o verdadeiro número de espécies desse táxon está em torno de trinta (Johnson *et al.* 2007).

Poucos indivíduos (n=4) das populações analisadas apresentaram cenóbios com 8 células, todos os outros foram constituídos por 4 células. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Sant'Anna (1984) e Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Scenedesmus bernardii* G.M.Smith**

Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett. 18(2):436-437. 1916.

Figura 41

Cenóbio planos, 75,0–90,0 µm comprimento, formados por 8 células dispostas em ziguezague. Células fusiformes, as extremas arcuadas e as internas apenas levemente arcuadas, afilando em direção aos ápices, 37,0–46,0 µm comprimento, 6,0–8,0 µm largura. Um dos pólos de cada célula interna une-se à região mediana convexa da célula vizinha. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP391778, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771, SP399775, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Beyruth (1996);
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)*	Presente Trabalho

*Citado como *Scenedesmus javanensis* Chodat

Comentários: A distinção entre *Scenedesmus bernardii* e *Scenedesmus javanensis* Chodat é ainda bastante problemática. Dessa forma, alguns autores consideram como *Scenedesmus bernardii* os cenóbios com as células extremas fusiformes-retas e como *Scenedesmus javanensis* aqueles com células extremas lunadas, ambos apresentando a formação em ziguezague (Nogueira, 1991). Para Komárek & Fott (1983), o arranjo celular em ziguezague é uma característica diacrítica e por isso decidiram reunir os dois táxons com o nome de *Scenedesmus bernardii*, o que adotamos para este trabalho.

As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Scenedesmus disciformis (Chodat) Fott & Komárek

Preslia 32:129. 1960.

Basônimo: *Scenedesmus bijugatus* var. *disciformis* Chodat

Algol. Vert. Suiss. 213. 1902.

Figura 42

Cenóbios planos, 21,0–24,5 µm comprimento, formados por 8 células dispostas linearmente em 2 fileiras, alternadas, espaços intercelulares ausentes. Células marginais um pouco deslocadas para cima ou para baixo. Células oblongas, levemente côncavas, 9,5–10,5 µm comprimento, 4,5–5,0 µm largura. Parede celular lisa. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP399773, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência

Comentários: *Scenedesmus disciformis* e *Scenedesmus arcuatus* Lemmermann caracterizam-se pela dupla fileira de células dispostas linearmente, porém em *Scenedesmus arcuatus*, como o próprio nome indica, as células são arcuadas em vista apical e frouxamente agregadas, com espaços intercelulares Sant'Anna (1984). *Scenedesmus disciformis* foi um táxon exclusivo da represa Billings.

Tetrastrum Chodat 1895

Tetrastrum homoiacanthum (Huber-Pestalozzi) Comas

Acta Bot. Cuba 17:22.1984.

Basônimo: *Tetrastrum heteracanthum* var. *homoiacanthum* Huber-Pestalozzi

Arch. Hydrobiol. 20:423. 1929.

Figura 33

Cenóbios planos, quadrangulares, 21,0–22,5 µm comprimento (com espinhos), formados por 4 células dispostas cruciadamente, com pequeno espaço intercelular quadrangular. Células cordiformes, ângulos arredondados, 3,0–3,5 µm comprimento, 4,0–4,5 µm largura, margem externa reta, com 2 espinhos retos, iguais, dispostos excentricamente, 6,0–7,0 µm comprimento. Cloroplasto único, parietal, pirenóide não observado.

Material examinado: SP399773.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: A morfologia celular e a presença ou ausência de espinhos são os principais caracteres utilizados na identificação das espécies de *Tetrastrum*. *Tetrastrum homiacanthum* e *Tetrastrum heteracanthum* apresentam dois espinhos excêntricos na margem livre das células, porém em *Tetrastrum homiacanthum* esses espinhos são do mesmo tamanho enquanto que em *Tetrastrum heteracanthum* são de tamanhos marcadamente diferentes (Comas 1996).

A população de *Tetrastrum homiacanthum* foi constituída de poucos indivíduos (n=3) presentes numa única amostra da represa Billings. O tamanho dos espinhos da população analisada foi menor que o apresentado na descrição original (9,0-11,0 µm comprimento) por Comas (1996).

Westella de Wildeman 1897

Westella botryoides (W. West) de Wildeman

Bull. Herb. Boissier 5 (6): 532. 1897.

Basônimo: *Tetracoccus botryoides* W. West

J. R. Microsc. Soc. 1892:735. 1892.

Figura 34-35

Cenóbios quadrangulares, 9,5–14,5 µm comprimento, formados por 4 células dispostas cruciadamente, com espaço intercelular retangular. Restos de parede da célula

parental unindo os cenóbios na forma de fios de mucilagem densos. Células esféricas, 5,0–7,0 µm diâmetro. Cloroplasto único, poculiforme, pirenóide não observado.

Material examinado: SP399768, SP399773, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: *Westella* é um gênero monoespecífico e o arranjo tetraédrico das células e cenóbios ligados entre si por restos de parede da célula parental caracterizam *Westella botryoides*.

As características morfológicas das populações analisada concordaram com Sant'Anna (1984) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Treubariaceae

Treubaria Bernard 1908

Treubaria crassispina G.M.Smith

Trans. Am. Microsc. Soc. 45:178. 1926.

Figura 43

Células solitárias, tetraédricas, protoplasma arredondado, 12,0-14,0 µm diâmetro, justaposto a parede celular, ângulos arredondados, lados levemente convexos a quase retos. Células com quatro espinhos hialinos, cônicos, partindo da região central e afilando gradualmente em direção aos ápices agudos, 46,0–58,0 µm comprimento. Cloroplasto único, parietal, com 1 pirenóide.

Material examinado: SP 399768.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Os gêneros *Treubaria* e *Pachicladella* são morfologicamente semelhantes, distintos principalmente pela região de fragmentação dos apêndices: *Pachicladella* apresenta uma região de fragmentação conspícua, com apêndices inseridos próximos ao conteúdo citoplasmático, enquanto que em *Treubaria*, a região de fragmentação é inexistente, os espinhos são hialinos e o protoplasma afastado da parede

(Nogueira 1991). As principais diferenças entre as espécies de *Treubaria* residem na porção basal e distal dos espinhos e na forma do protoplasto (Komárek & Fott 1983).

A população de *Treubaria crassispina* foi constituída de poucos indivíduos (n=6) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. Todos os indivíduos da população analisada apresentaram número e forma dos espinhos constantes.

VOLVOCALS

Eudorina Ehrenberg 1832

Eudorina illinoisensis (Kofoid) Pascher

Susswasser Fl. Deutschl. 4:443. 1927.

Basônimo: *Pleodorina illinoisensis* Kofoid

Bull. Ill. St. Lab. Nat. Hist. 5:273. 1898.

Figura 44

Colônias vegetativas, elipsoidais, 85,0–105,0 µm comprimento, 57,5–78,0 µm largura, pólo anterior e posterior arredondados. Envoltório mucilaginoso comum duplo. Colônias com 32 células arredondadas em vista lateral e apical, bainha de mucilagem individual hexagonal, tamanhos desiguais, sendo que as 4 células da série anterior são menores, 9,5–10,5 µm diâmetro e as demais células das séries posteriores são maiores, 13,0–14,5 µm diâmetro, arranjadas regularmente em 5 séries paralelas distintas de 4-8-8-8-4 células. Cada célula com dois flagelos apicais de tamanhos iguais. Estigma arredondado, localizado na região anterior da célula, maior na série anterior, tamanho reduzido nas séries posteriores e geralmente ausente na última série. Cloroplasto único, urceolado, com 3 a 5 pirenóides.

Material examinado: SP 391778, SP 391779.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Tradicionalmente, os integrantes das algas verdes com células vegetativas flageladas foram classificados nas ordens Chlamydomonadales (formas unicelulares) ou Volvocales (formas coloniais) da classe Chlorophyceae. Porém, dados recentes de ultra-estrutura celular e de filogenia molecular, levaram à transferência de alguns desses táxons, principalmente os uni e quadriflagelados, para o clado Prasinophyceae, além de confirmar que as Volvocales constituem um grupo polifilético (Nozaki et al. 2003; Wehr & Sheath 2003).

Eudorina illinoisensis apresenta a disposição das células em distintas séries equidistantes na colônia exatamente como *Eudorina elegans* Ehrenberg, levando alguns autores a considerar *Eudorina illinoisensis* como um estágio de desenvolvimento de *Eudorina elegans*. Porém, o tamanho reduzido das 4 células da serie anterior nas colônias adultas, a forma do cloroplasto e a bainha celular hexagonal, separam esta espécie de *Eudorina illinoisensis* (Menezes 1994). Nos indivíduos das populações analisadas, a fixação com formaldeído alterou algumas estruturas como bainha de mucilagem individual e levou à queda dos flagelos, o que dificultou a visualização dessas características. As características morfométricas das populações analisadas concordam com Menezes (1994) para os indivíduos registrados para o Estado do Rio de Janeiro.

Figuras 32 - 44

32: *Crucigeniella crucifera*

33: *Tetrastrum homoiacanthum* (contraste de fase)

34: *Westella botryoides*

35: *Westella botryoides* (seta indica restos de parede da célula parental)

36 : *Desmodesmus armatus* var. *bicaudatus*

37 : *Desmodesmus communis*

38: *Desmodesmus denticulatus*

39: *Desmodesmus opoliensis*

40: *Scenedesmus acuminatus*

41: *Scenedesmus bernardii*

42: *Scenedesmus disciformis*

43: *Treubaria crassispina* (contraste de fase)

44: *Eudorina illinoisensis*

Barra = 10 µm

Classe Zygnematophyceae

Chave para identificação dos gêneros de Zygnematophyceae:

- 1. Indivíduos filamentosos ..... *Mougeotia*
- 1. Indivíduos unicelulares 2
- 2. Células com seno mediano linear ..... *Euastrum*
- 2. Células com seno mediano aberto 3
- 3. Um único espinho por ângulo ..... *Staurodesmus*
- 3. Dois ou três espinhos por ângulo ..... *Stauroastrum*

DESMIDIALES

Desmidiaceae

Euastrum Ehrenberg ex Ralfs 1848

Euastrum rectangulare Fritsch & Rich

Trans. R. Soc. S. Afr. 25(2):174. 1937.

Figura 45

Células solitárias, retangulares, 13,5-14,5 µm comprimento, 11,5-13,0 µm largura, istmo 3,5-4,0 µm. Constrição mediana profunda, seno mediano linear, fechado. Semicélula transversalmente retangular, parede celular lisa, lobo apical retangular, incisão apical mediana, pouco profunda, aberta, em forma de V, lobos basais inteiros, tão largos quanto o lobo apical. Ângulos apicais com 1 espinho curto, 1,0-1,5 µm. Cloroplasto axial, 1 pirenóide em cada cloroplasto. Zigósporo não observado.

Material examinado: SP399772, SP391779.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Os integrantes do gênero *Euastrum* apresentam como característica distintiva uma incisão apical mediana, que pode ser profunda e estreita ou aberta em forma de U ou V. Na maioria dos casos, a constrição mediana é profunda e linear (Bicudo & Menezes 2006).

Euastrum rectangulare é morfologicamente semelhante a *Euastrum denticulatum* (Kirchner) Gay var. *rectangulare* West & West, a qual apresenta

dimensões celulares maiores, ângulos basais arredondados ornamentados com diminutos denticulos e incisão apical em forma de U (Lopes, 1992).

As populações de *Euastrum rectangulare* foram constituídas de poucos indivíduos (n=4) presentes em duas amostras das represas estudadas.

Stauroastrum Meyen ex Ralfs 1848

Chave para a identificação dos táxons encontrados:

1.	Célula	com	vista	apical	triangular
..... <i>Stauroastrum anatinum</i> var. <i>anatinum</i> f. <i>anatinum</i>					
1.	Célula	com	vista	apical	quadrangular
..... <i>Stauroastrum tetracerum</i> var. <i>tetracerum</i> f. <i>tetragona</i>					

Stauroastrum anatinum Cooke & Wills var. *anatinum* f. *anatinum*

In Cooke: Grevillea 9:92. 1881.

Figura 46-47

Células 37,5–45,0 µm comprimento (sem processos), 24,5–28,0 µm largura (sem processos), 66,0–71,5 µm comprimento (com processos), 62,0–66,5 µm largura (com processos), constrição mediana suave, seno mediano aberto, acutangular. Istmo 8,0–10,0 µm largura. Semicélulas poculiformes, margem basal reta a levemente convexa, margem apical levemente convexa. Ângulos laterais continuados em 3 processos divergentes, 23,5–32,0 µm comprimento, terminados em 3 espinhos curtos. Vista apical triangular, margens levemente côncavas, ângulos de uma semicélula alternados com os da outra semicélula. Parede celular lisa. Cloroplasto poculiforme, único por semicélula, pirenóide não observado. Zigósporo não observado.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Segundo Gontcharov *et al.* (2005), espécies de *Stauroastrum* que apresentam algum tipo de ornamentação na parede celular (grânulos, verrugas ou espinhos) formaram um grupo monofilético de acordo com dados moleculares. Porém, alguns táxons de *Stauroastrum* com parede celular inteiramente lisa ou decorada somente

por um denticulo nos ângulos laterais não agruparam com o clado *Staurastrum*, sugerindo que outros táxons de *Staurastrum* com parede lisa possam não pertencer a este gênero (Gontcharov *et al.* 2005).

Segundo Faustino (Comunicação pessoal), *Staurastrum anatinum* possui grande variedade morfológica, o que dificulta a sua identificação taxonômica. Prescott *et al.* (1982) apresentam 11 variedades e formas de *Staurastrum anatinum*, separadas de acordo com a morfometria das semicélulas, tamanho dos processos e ornamentação da parede.

Alguns indivíduos das populações analisadas apresentaram processos menores (15,0-17,0 µm comprimento), aparentemente em formação. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com Bicudo *et al.* (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Staurastrum tetracerum* Ralfs ex Ralfs var. *tetracerum* f. *tetragona* West & West**

J. R. Microsc. Soc. 1897:495. 1897.

Figura 48-49

Células tão longas quanto largas, 13,0–15,0 µm comprimento (sem processos) e 8,0–10,0 µm largura (sem processos), 21,5–26,5 µm comprimento (com processos) e 22,0–23,5 µm largura (com processos), constrição mediana suave, seno mediano aberto, acutangular. Istmo 5,0–6,0 µm largura. Semicélulas obtrapeziformes, margem basal levemente convexa, margem apical reta. Ângulos laterais continuados em 4 processos divergentes, 9,0–13,0 µm comprimento, terminados em 2 ou 3 espinhos curtos. Vista apical quadrangular, margens levemente côncavas a quase retas. Parede celular lisa. Cloroplasto não observado. Zigósporo não observado.

Material examinado: SP399772, SP399768, SP399773, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira referência.

Comentários: *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetragona* difere da variedade típica da espécie por apresentar vista apical quadrangular, enquanto que a variedade típica apresenta célula birradiada em vista apical (Prescott *et al.* 1982).

As características morfométricas das populações analisadas apresentaram dimensões celulares pouco menores que as encontradas por Faustino (2006) para os indivíduos de *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetragona* do Estado de São Paulo.

Staurodesmus Teiling 1948*Staurodesmus dejectus* (Brébisson) Teiling

Rapp. VIII Congr. Int. Bot. 19:128. 1954.

Basônimo: *Binatella dejecta* Brébisson

Mem. Soc. Acad. Sci. Arts Falaise 1835:269. 1836.

Figura 50

Célula tão longa quanto larga, 18,5–21,0 µm comprimento (com espinhos), 19,0–21,5 µm largura, profundamente constricta na região central, seno mediano aberto, obtusangular. Istmo alongado, cilíndrico, 4,5–5,0 µm largura. Semicélulas cuneadas, margens apical e basal levemente convexas, ângulos arredondados, 1 espinho pontiagudo, 3,0–3,5 µm comprimento, amplamente divergente, inserido em cada pólo. Vista apical triangular. Parede celular lisa. Cloroplastos não observados. Zigósporo não observado.

Material examinado: SP 391779.**Referências do táxon para as represas estudadas:**

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	———	———
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: De acordo com análises moleculares, o gênero *Staurodesmus* é polifilético, com posição filogenética e taxonômica não-definida, com alguns táxons apresentando-se espalhados entre outros gêneros de Desmidiaceae (Gontcharov *et al.* 2005). Segundo Bicudo *et al.* (2007), a presença de células tão longas quanto largas, istmo alongado, espinhos angulares curtos e amplamente divergentes e inseridos no terço superior das semicélulas caracterizam *Staurodesmus dejectus*.

A população de *Staurodesmus dejectus* foi constituída de poucos indivíduos (n=8) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. As características morfométricas da população analisada concordaram com Xavier (1996) e Bicudo *et al.* (2007) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Z Y G N E M A T A L E S**Zygnemataceae**

Mougeotia C. Agardh 1824***Mougeotia* sp.****Figura 51-52**

Filamentos 150,0–240,0 µm comprimento, formados por células cilíndricas, 36,0–40,0 µm comprimento, 3,0–3,5 µm largura. Cloroplasto único, laminar, axial, com uma torção na região central, com 4 a 6 pirenóides. Material estéril.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Comentários: Apenas características vegetativas não são suficientes para caracterizar as espécies de *Mougeotia*. As características apresentadas pelo zigósporo (forma, dimensão, cor, número de camadas da parede e principalmente sua ornamentação) são as características mais importantes para a definição dos táxons infragenéricos (Ferrer & Cáceres 2005).

A principal diferença entre o gênero *Mougeotia* e o gênero *Mougeotiopsis* é a ausência de pirenóides neste último (Bicudo & Menezes 2006).

As populações de *Mougeotia* sp. foram constituídas de muitos indivíduos presentes em todas as amostras das represas Billings e Guarapiranga, porém nenhum indivíduo foi encontrado em estágio reprodutivo. No estudo realizado por Beyruth (2000) na represa Guarapiranga, foram constatadas elevadas densidade e frequência de *Mougeotia* cf. *americana*, em períodos de chuvas intensas, indicando que esse táxon pertencia ao perifíton dos bancos de macrófitas existentes nas margens e nas entradas dos rios tributários. Por esse motivo, acreditamos que *Mougeotia* sp. também seja primariamente perifítica.

Figuras 45 – 52

45: *Euastrum rectangulare*

46: *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum*

47: *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum* (vista apical)

48: *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetragona*

49: *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetragona* (vista apical)

50: *Staurodesmus dejectus*

51: *Mougeotia* sp. (contraste de fase)

52: *Mougeotia* sp.

Barra = 10 μ m

4. Referências Bibliográficas

- AN, S. S., FRIEDEL, T. & HEGEWALD, E. 1999. Phylogenetic relationships of *Scenedesmus* and *Scenedesmus*-like coccoid green algae as inferred from ITS-2 rDNA sequence comparisons. *Plantbiology* 1:418-428.
- BEYRUTH, Z. 1996. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. Rima. São Carlos.
- BICUDO, C. E. M., FAUSTINO, S. M. M., GODINHO, L. R. & OLIVEIRA, M. 2007. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 24: Zygnemaphyceae (Desmidiales: *Octacanthium*, *Staurastrum* e *Stauroidesmus*). *Hoehnea* 34: 497-517.
- BOURRELLY, P. 1972. Les Algues d'Eau Douce, Initiation à la Systematique. Tome I: Les Algues Vertes. Boubée & Cie, Paris.
- BUCHHEIM, M., BUCHHEIM, J., CARLSON, T., BRABAND, A., HEPERLE, D., KRIENITZ, L. HEGEWALD, E. & WOLF, M. 2005. Phylogeny of the Hydrodictyaceae (Chlorophyceae): Inferences From rDNA Data. *Journal Phycology* 41:1039–1054.
- CARVALHO, M. C. 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FAUSTINO, S. M. M. 2006. O gênero *Staurastrum* (Zygnemaphyceae) no Estado de São Paulo: levantamento florístico. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CAVALIER-SMITH, T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society of London* 271:1251–1262.
- COMAS, A. 1996. Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba. *Bibliotheca Phycologica* 99:1-192.
- COESEL, P. F. M. & KRIENITZ, L. 2008. Diversity and geographic distribution of desmids and other coccoid green algae. *Biodiversity Conservation* 17:381–392.

- FAWLEY, M. W., FAWLEY, K. P. & BUCHHEIM, M. A. 2004. Molecular diversity among communities of freshwater microchlorophytes. *Microbial Ecology* 48:489–499.
- FAWLEY, M.W., DEAN, M.L., DIMMER, S.K., & FAWLEY, K.P. 2005. Evaluating the Morphospecies Concept in the Selenastraceae (Chlorophyceae, Chlorophyta). *Journal Phycology* 42:142–154.
- FERRER, N. C. & CÁCERES, E. J. 2005. *Mougeotia mesocarpiana* (Zygnematophyceae, Chlorophyta), a new freshwater species of the Mesocarpus Section from Argentina. *Iheringia* 60: 63-68.
- HUBER-PESTALOZZI, G. 1961. Das Phytoplankton des Süßwassers. Teil 5. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Volvocales. In: Die Binnengewässer - 16. (A. Thienemann, Ed.) E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- GONTCHAROV, A. A., MARIN, B. & MELKONIAN, M. 2003. Molecular phylogeny of conjugating green algae (Zygnemophyceae, Streptophyta) inferred from SSU rDNA sequence comparisons. *Journal of Molecular Evolution* 56:89–104.
- GONTCHAROV, A. A. & MELKONIAN, M. 2005. Molecular Phylogeny of *Staurostrum* Meyen Ex Ralfs and Related Genera (Zygnematophyceae, Streptophyta) Based on Coding and Noncoding rDNA Sequence Comparisons. *Journal of Phycology* 41:887–899.
- HEPPERLE, D., HEGEWALD, E. & KRIENITZ, L. 2000. Phylogenetic position of the Oocystaceae (Chlorophyta). *Journal of Phycology* 36:590–595.
- HEGEWALD E. 1978. Eine neue Unterteilung der Gattung *Scenedesmus* Meyen. *Nova Hedwigia* 30:343–376.
- HEGEWALD, E. & SILVA P. 1988. Annotated catalogue of *Scenedesmus* and nomenclaturally related genera including original descriptions and figures. *Bibliotheca Phycologica* 80:1–587.
- HEGEWALD, E. 2000. New combinations in the genus *Desmodesmus* (Chlorophyceae, Scenedesmaceae). *Algological Studies* 96:1-18.
- HEGEWALD, E. & WOLF, M. 2003. Phylogenetic relationships of *Scenedesmus* and *Acutodesmus* (Chlorophyta, Chlorophyceae) as inferred from 18S rDNA and ITS-2 sequence comparisons. *Plant Systematics and Evolution* 241:185–191.
- HINDÁK, F. 1980. Studies on the chlorococcal algae (Chlorococcales) II. *Biologické Práce* 26:1-195.

- HINDÁK, F. 1983. Review of the genus *Lagerheimia* & *Chodatella* (Chlorococcales, Chlorophyceae). *Schweizerische Zeitschrift fuer Hydrologie* 45:373-387.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2002. Billings 2000: Ameaças e Perspectivas para o Maior Reservatório de Água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999. (J. P. R. Capobianco & M. Whately, orgs.). São Paulo.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2006. Guarapiranga 2005: Como e por que São Paulo está perdendo este manacial. Resultados do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Guarapiranga. (M. Whately & P. M. Cunha, orgs.). São Paulo.
- JOHNSON, J. L., FAWLEY, M. W. & FAWLEY, K. P. 2007. The diversity of *Scenedesmus* and *Desmodesmus* (Chlorophyceae) in Itasca State Park, Minnesota, USA. *Phycologia* 46: 214–229.
- KAPRAUN, D. F. 2007. Nuclear DNA Content Estimates in Green Algal Lineages: Chlorophyta and Streptophyta. *Annals of Botany* 99: 677–701.
- KOMÁREK, J. 1983. Contribution to the chlorococcal algae of Cuba. *Nova Hedwigia* 37:65–180.
- KOMÁREK, J., & B. FOTT. 1983. Das Phytoplankton des Susswassers. Systematik und Biologie. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung: Chlorococcales. E. Schweizerbart'sche verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- KOMÁREK, J. & MARVAN, P. 1992. Morphological differences in natural populations of the genus *Botryococcus* (Chlorophyceae). *Archiv Protistenk* 141:65–100.
- KORSHIKOV, O. A. 1953. Podklas protokokovi (Subclasse Protococcineae): Vakuol'ni (Vacuolales) ta Protokokovi (Protococcales). *Vyznacnik Prissnovodnich Vodorosley Ukrainyskoy SSR* (The freshwater algae of the Ukrainian SSR). Akademiya Nauka Ukrainyskoy SSR.
- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. 1969. The systematics and ontogenesis of the genera *Ankistrodesmus* Corda and *Monoraphidium* gen. nov. *Studies in Phycology* 262–292.
- KRIENITZ, L., LUO, W. & KOTUT, K. 2005. Genetic versus phenotypic diversity of planktonic coccoid green algae (Chlorophyceae and Trebouxiophyceae). *Geophysical Research Abstracts* 7: 2p.

- LEWIS, L. A. & MCCOURT, R. M. 2004. Green Algae and the Origin of Land Plants. *American Journal of Botany* 91:1535–1556.
- LOPES, M. R. M. 1992. Desmidióflórula do lago Novo Andirá (Rio Acre), Estado do Amazonas. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- LUO, W., PFLUGMACHER, S., PRÖSCHOLD, T., WALZ, N. & KRIENITZ, L. 2006. Genotype versus Phenotype Variability in *Chlorella* and *Micractinium* (Chlorophyta, Trebouxiophyceae). *Protist* 157: 315—333.
- LÜRLING, M. 2000. Phenotypic plasticity in the green algae *Desmodesmus* and *Scenedesmus* with special reference to the induction of defensive morphology. *International Journal of Limnology* 39:85-101.
- MENEZES, M. 1994. Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d'água da região sul do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- NOGUEIRA, I.S. 1991. Chlorococcales *sensu lato* (Chlorophyceae) do município do Rio de Janeiro e arredores, Brasil: inventário e considerações taxonômicas. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- NOZAKI, H., MISUMI, O. & KUROIWA, T. 2003. Phylogeny of the quadriflagellate Volvocales (Chlorophyceae) based on chloroplast multigene sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 29:58–66.
- PRESCOTT, G. W., BICUDO, C. E. M. & VINYARD, W. C. 1982. A synopsis of North American desmids, 2(4): Desmidiaceae, Placodermae. University of Nebraska Press, Lincoln.
- SANT'ANNA, C. L. 1984. Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. *Bibliotheca Phycologica* 67:1-348.
- SENOUSY, H. H., BEAKES G. W., HACK E. (2004) Phylogenetic placement of *Botryococcus braunii* (Trebouxiophyceae) and *Botryococcus sudeticus* isolate UTEX 2629 (Chlorophyceae). *Journal Phycology* 40:412–423.
- TUCCI, A., SANT'ANNA, C. L., GENTIL, R. C. & AZEVEDO, M. T. P. 2006. Fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, Brasil: um reservatório urbano eutrófico. *Hoehnea* 33:147-175.
- VAN-DEN-HOEK, C.; MANN, D. G.; JANHS, H. J. A. 1995. An Introduction to Phycology. University of Cambridge Press, Cambridge.

XAVIER, M. B. 1996. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Iheringia* 47:103-122.

Capítulo 3: Biodiversidade de Euglenophyta (Euglenophyceae) das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.

ABSTRACT - Biodiversity of Euglenophyta (Euglenophyceae) in two of the greatest reservoirs from the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), Billings and Guarapiranga, which supply water for millions of people, was studied. The samples were collected every two months, in a specific site (Sabesp's water sourcing) in both reservoirs, from January to December 2004. The samples were filtered using a plankton net (20µm) and were preserved with formaldehyde. The studied samples were kept in the Herbarium of Institute of Botany (SP). Thirteen taxa of Euglenophyta (Euglenophyceae) were identified, described and illustrated: five belong to *Trachelomonas*; four belong to *Phacus*; two belong to *Euglena*; one belong to *Lepocinclis* and one belong to *Monomorphina*. Five taxa are first references for the studied reservoirs.

Key words: Euglenophyceae, Billings and Guarapiranga Reservoirs, Phytoplankton, Biodiversity.

RESUMO – A biodiversidade de Euglenophyta (Euglenophyceae) foi estudada em duas das maiores represas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Billings e Guarapiranga, que fornecem água para o abastecimento de milhões de pessoas. As amostras foram coletadas bimensalmente, em pontos próximos à captação da Sabesp, durante o período de janeiro/2004 a dezembro/2004. As amostras foram filtradas com rede de plâncton de 20µm de abertura de malha, preservadas em formol e depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP). Foram identificados, descritos e ilustrados 13 táxons de Euglenophyta (Euglenophyceae), sendo cinco de *Trachelomonas*; quatro de *Phacus*; dois de *Euglena*; um de *Lepocinclis* e um de *Monomorphina*. Cinco táxons constituem primeiras referências para as represas estudadas.

Palavras-chave: Euglenophyceae, Represa Billings, Represa Guarapiranga, Fitoplâncton, Biodiversidade.

1. Introdução

Segundo Cavalier-Smith (2004), as Euglenophyta pertencem ao clado Excavata, e estão incluídas no reino Protozoa, dentro do domínio Eukaryota. Constituem um grupo formado por espécies verdes fototróficas, espécies despigmentadas fagotróficas e espécies osmotróficas. Esses organismos são caracterizados por uma película protéica estriada, formada por microtúbulos, localizada sob a membrana plasmática; grãos de paramido (glucano com ligação β 1,3) como principal material de reserva; fuso mitótico intranuclear, com um nucléolo persistente; cromossomos condensados ao longo de todo o ciclo celular e bastões paraxiais associados aos flagelos (Marin *et al.* 2003). O sistema taxonômico atual para as Euglenophyta fundamenta-se no sistema proposto por Hollande em 1952, que se baseou principalmente na forma celular: simetria radial ou assimetria; tipo de nutrição: fototrófica, osmotrófica ou fagotrófica; estrutura flagelar e grau de metabolia celular: rígida ou metabólica (Brosnan *et al.* 2003).

As Euglenophyta pigmentadas ocorrem principalmente em águas paradas e iluminadas. São abundantes em lagos e represas eutróficas, ricos em matéria orgânica e circundados por áreas agrícolas, onde podem causar florações. Algumas espécies dos gêneros *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis* e *Trachelomonas* são usadas como indicadoras de poluição orgânica devido a sua ocorrência em tanques de oxidação de esgotos (Wehr & Sheath 2003).

Considerando a importância das represas Billings e Guarapiranga para o abastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, este trabalho tem como objetivo principal o conhecimento da biodiversidade de Euglenophyceae dessas represas.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica da represa Billings localiza-se na região sudeste da Grande São Paulo (23° 47' S e 46° e 40' W), ocupando área de aproximadamente 560 km². A represa Billings é a maior represa da Região Metropolitana de São Paulo, com área aproximada de 127 km² e volume de água estimado em 1,2 bilhões de m³. A represa Billings possui um formato complexo, dendrítico, constituído de um corpo central

alongado e estreito, ligado a oito braços laterais. A partir de 2000, em virtude da deficiência de água para o abastecimento da Grande São Paulo, teve início a transferência de água de um de seus braços, o Taquacetuba, para a represa Guarapiranga (Cetesb 2002).

A bacia hidrográfica da represa Guarapiranga localiza-se na região sudoeste da Grande São Paulo ($23^{\circ} 43' S$ e $46^{\circ} 32' W$), ocupando área de 640 km^2 . Atualmente, a represa Guarapiranga constitui o segundo maior manancial do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, fornecendo 11 mil litros de água por segundo para cerca de 3,7 milhões de pessoas. Com área de 33 km^2 , a morfologia da represa Guarapiranga é do tipo dendrítica, estreita e alongada, o que acentua a influência do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica (Beyruth 1996; Isa 2006).

2.2 Obtenção das Amostras

Bimensalmente, foram coletadas na sub-superfície da coluna de água, por técnicos da Cetesb, 10L de água da represa Billings (Braço Taquacetuba) e 10L de água da represa Guarapiranga, junto à captação da Sabesp (Figuras 2 e 3), durante o período de janeiro de 2004 a novembro de 2004. Os dados abióticos (coloração, pH, fósforo total e temperatura) foram fornecidos pela Cetesb.

2.3 Preparação e Análise das Amostras

As 12 amostras foram filtradas em rede de plâncton, com abertura de malha de $20\mu\text{m}$. As amostras foram fixadas em formol 4% na proporção 1:1 (com a água da amostra) e acondicionadas em frascos de vidro com tampa de 100 mL. De cada uma das 12 amostras foram preparadas e analisadas no mínimo 20 lâminas para a identificação dos táxons. As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico binocular Zeiss, modelo Axioplan-2, com câmara clara, ocular micrometrada, contraste de fase e sistema de epifluorescência para distinguir as cianobactérias das outras bactérias. Os aumentos utilizados foram de 400 e 1000 vezes. A lamínula foi percorrida transversalmente em toda a sua extensão para registrar o maior número possível de táxons. As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony Modelo W-30 adaptada a ocular micrometrada do microscópio.

2.4 Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica baseou-se em características morfométricas de 30 indivíduos de cada táxon, quando possível, de modo a demonstrar a amplitude morfométrica das populações analisadas. Para evidenciar a presença de pirenóide foi utilizado solução de lugol.

O sistema de classificação adotado foi o de Starmach (1983). Para a identificação dos táxons adotaram-se principalmente os trabalhos de Starmach (1983), Menezes (1994) e Alves-da-Silva (1998).

Os táxons identificados foram apresentados em ordem alfabética dentro de suas respectivas categorias taxonômicas. Cada táxon identificado contém as seguintes informações: referência da obra original; basônimo; descrição morfométrica detalhada; relação do material examinado; referências que mencionam o táxon para as represas; comentários.

2.5 Referências do táxon para represas Billings e Guarapiranga

Para o estudo das referências dos táxons encontrados nas duas represas, foram considerados artigos publicados, dissertações e teses com descrições/ilustrações dos táxons, além daqueles que apresentaram apenas listagens de táxons das duas represas.

2.6 Comparação entre as floras das represas estudadas

Para a comparação entre as floras planctônicas das duas represas foi aplicado o índice de similaridade de Sørensen, com base na presença/ausência dos táxons em cada represa, conforme a fórmula: $I_s = 2c / (a+b)$, onde c representa o número total de táxons comuns entre duas represas, a o número de táxons presentes em uma represa e b o número táxons presentes em outra represa.

2.7 Relação das Amostras Analisadas e Depositadas em Herbário

Com exceção de duas amostras analisadas que se perderam por quebra dos frascos, todas as demais foram depositadas no acervo do Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica, São Paulo, SP,

Brasil. A relação das mesmas segue-se em ordem numérica crescente de seus números de acesso:

(1) SP391778 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 8-I-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,5 °C.

(2) SP391779 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 25-III-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 24,2 °C.

(3) SP399768 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 6-V-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 8,6; fósforo total: < 0.03 mg/L; temperatura da água: 22,7 °C.

(4) SP399769 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 15-VII-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 6,8; fósforo total: 0.10 mg/L; temperatura da água: 18,1 °C.

(5) SP399770 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 23-IX-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 9,5; fósforo total: 0.06 mg/L; temperatura da água: 23,1 °C.

(6) SP399771 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 18-XI-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,2; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 22,2 °C.

(7) SP399772 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 7-I-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,2; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,7 °C.

(8) SP399773 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 5-V-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,3; fósforo total: 0.09 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(9) SP399774 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 22-IX-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,8; fósforo total: 0.05 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(10) SP399775 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 30-XI-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,8; fósforo total: 0.15 mg/L; temperatura da água: 24,0 °C.

Amostra 11 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 24-III-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,7; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 23,3 °C.

Amostra 12 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 14-VII-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,5; fósforo total: 0.13 mg/L; temperatura da água: 18,5 °C.

3. Resultados e Discussão

Foram encontrados 13 táxons de Euglenophyceae nas duas represas estudadas. Somente dois táxons não puderam ser identificados até o nível específico: *Euglena* sp.; *Trachelomonas* sp..

Chave para identificação dos gêneros de Euglenophyceae:

1. Células delimitadas por uma lóricas .....*Trachelomonas*
1. Células nuas, não delimitadas por uma lóricas 2
2. Células com película flexível, metabólicas.....*Euglena*
2. Células com película rígida a semirígida, não metabólicas 3
3. Células achatadas em seção transversal .....*Phacus*
3. Células circulares ou elípticas em seção transversal.....4
4. Quilhas hialinas associadas às estrias da película.....*Monomorphina*
4. Ausência de quilhas hialinas associadas às estrias da película.....*Lepocinclis*

EUGLENALES

Euglenaceae

Euglena Ehrenberg 1830

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1. Células ovaladas.....*Euglena texta* var. *salina*
- 1. Células fusiformes.....*Euglena* sp.

Euglena texta var. *salina* (Fritsch) Popova

Opred. Presnov. Vodor. SSSR 7:159. 1955.

Basônimo: *Lepocinclis salina* Fritsch

New Phytol. 13:351. 1914.

Figura 2

Células ovaladas, 36,0–42,0 µm comprimento, 27,0–32,0 µm largura, RC/l=1,3. Poro flagelar subapical. Pólo anterior levemente cônico-arredondado, formando uma depressão oblíqua, pólo posterior arredondado. Película semi-rígida, hialina, estrias dextrógiras, quase inconspícuas. Cloroplastos numerosos, discóides, sem pirenóides; grãos de paramido numerosos, discóides; núcleo, estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399771.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira referência.

Comentários: A população analisada foi identificada inicialmente como *Lepocinclis salina* Fritsch var. *salina* por apresentar células ovaladas, com estrias tênues de orientação dextrógira e ausência de processo caudal, estando de acordo com as características morfométricas descritas por Alves-Da-Silva (1998) para os indivíduos encontrados no Rio Grande do Sul.

Segundo Alves-Da-Silva (2004), *Lepocinclis salina* e *Lepocinclis texta* (Dujardin) Lemmermann emend. Conrad são táxons morfologicamente muito semelhantes, cuja principal diferença entre eles é o sentido de orientação das estrias. Em *Lepocinclis salina* a orientação das estrias é dextrógira, enquanto que em *Lepocinclis texta* é levógira. Além disso, *Lepocinclis salina* apresenta poro flagelar excêntrico,

localizada no fundo de uma depressão e seção transversal circular, enquanto em *Lepocinclis texta* a seção transversal é elíptica.

Németh, em 1980, propôs que *Lepocinclis salina* e *Lepocinclis texta* fossem transferidos para o gênero *Euglena* e que *Lepocinclis salina* fosse considerada uma variedade de *Euglena texta*, desconsiderando o sentido de orientação das estrias (Alves-Da-Silva 1998). Starmach (1983) considera *Euglena/Lepocinclis salina* uma variedade de *Euglena texta*, o que adotamos para este trabalho.

***Euglena* sp.**

Figura 1

Células fusiformes, 38,0–42,0 µm comprimento e 15,0–17,0 µm largura, RC/l=2,4–2,5. Poro flagelar subapical. Pólo anterior cônico-arredondado, pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, reto, hialino, 5,5-8,0 µm comprimento. Película hialina, estrias inconspícuas. Cloroplastos numerosos, discóides, com pirenóides; flagelo cerca da metade do comprimento celular; grãos de paramido, núcleo e estigma não observados.

Material examinado: SP399772, SP391779, SP399768, SP399769, SP399770, SP399771, Amostra 11, Amostra 12.

Comentários: Em 1786, Muller descreveu um pequeno flagelado verde que ele denominou de *Cercaria viridis*. Em 1830, Ehrenberg renomeou *Cercaria viridis* para *Euglena viridis*, a qual é reconhecida como espécie tipo para o gênero *Euglena*. Dujardin, em 1841 e Perty, em 1849 reconheceram a amplitude do gênero *Euglena* descrita inicialmente e propuseram dois novos gêneros, *Phacus* e *Lepocinclis*, respectivamente, para acomodar alguns dos táxons formalmente designados para *Euglena*. Tradicionalmente, o gênero *Euglena* foi dividido em vários grupos ou subgêneros de acordo com as características morfológicas do cloroplasto e dos grãos de paramido e o grau de rigidez celular. Estudos fiogenéticos preliminares apontaram o gênero *Euglena* (tradicional) como polifilético (Shin & Triemer 2004).

Com base em estudos morfológicos e moleculares do gene 18S, Marin *et al.* (2003) transferiram e colocaram em sinonímia do gênero *Lepocinclis*, algumas espécies de *Euglena* não metabólicas, com pequenos cloroplastos discóides e sem pirenóides, como *Euglena spirogyra*, *Euglena acus* e *Euglena tripteris*.

Segundo Menezes (Comunicação pessoal), para a correta identificação das espécies do gênero *Euglena*, faz-se necessário a análise do material vivo, uma vez que

os movimentos metabólicos e a forma dos cloroplastos são características diacríticas para algumas espécies. Na população analisada, devido à fixação do material, não foi possível a observação do tipo de metabolia apresentado pelos indivíduos e, portanto, não foi possível a identificação específica dessas populações encontradas. No entanto, a presença de pirenóides tornou possível a inclusão dessas populações no gênero *Euglena*.

Lepocinclis Perty 1852

Lepocinclis acus (Müller) Marin & Melkonian

Protistology 154:104. 2003.

Basônimo: *Vibrio acus* Müller

Animalc. Infus. 59. 1786.

Figura 3

Células fusiformes, alongadas, porção mediana cilíndrica, 90,0–115,0 µm comprimento, 8,0–11,0 µm largura, RC/l=10,45-11,25. Poro flagelar subapical. Pólo anterior estreito, truncado, pólo posterior atenuado gradativamente em processo caudal cônico, reto, hialino, 19,0–31,0 µm comprimento. Película semi-rígida, hialina, estrias longitudinais inconspícuas. Cloroplastos numerosos, discóides, sem pirenóides; grãos de paramido bastoniformes, 7,5–8,5 µm comprimento e 1,5–2,0 µm largura; estigma arredondado; núcleo e flagelo não observados.

Material examinado: SP399772.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	Beyruth (1996)*
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)*	_____

*citado como *Euglena acus* Ehrenberg

Comentários: Atualmente, o gênero *Lepocinclis* engloba espécies com células rígidas ou levemente flexíveis, ovaladas ou alongadas, circulares em seção transversal, com estriação helicoidal da película evidente e com numerosos cloroplastos discóides ou bastoniformes (especialmente nas células alongadas), sem pirenóides e grãos de paramido anelares. Algumas espécies são capazes de movimentos de inclinação ou leve torção, como *Lepocinclis spirogyroides* Marin & Melkonian e *Lepocinclis acus*, mas

nunca movimentos peristálticos típicos de *Euglena* (Marin *et al.* 2003; Trimer *et al.* 2006).

A população analisada foi identificada inicialmente como *Euglena acus* Ehrenberg e concordou com as dimensões celulares citadas por Xavier (1996) para os indivíduos encontrados no braço do Rio Grande da represa Billings. Posteriormente adotou-se a nova combinação proposta por Marin *et al.* (2003) que apresenta os seguintes táxons como sinônimos de *Lepocinclis acus*: *Euglena acus* (Müller) Ehrenberg 1832, *Euglena acutissima* Lemmermann 1904 e *Euglena lata* Swirenko 1915.

Marin *et al.* (2003) transferiram *Euglena acus* Ehrenberg para o gênero *Lepocinclis* pelo fato desses organismos apresentarem película rígida, ausência de metabolia e pequenos cloroplastos sem pirenóides.

A população de *Lepocinclis acus* foi constituída de poucos indivíduos (n=5) presentes numa única amostra da represa Billings.

***Monomorphina* Mereschkovsky 1877**

Monomorphina pyrum (Ehrenberg) Mereschkovsky emend. Kosmala & Zakrys
J. Phycol. 43:177. 2007.

Basônimo: *Euglena pyrum* Ehrenberg
Physik. Abh. Königl. Akad. Wiss. 1831:72. 1832.

Figura 4-5-6

Células piriformes, 38,0-43,0 µm comprimento, 16,5–18,0 µm largura, RC/l=2,3–2,4. Pólo anterior arredondado a truncado, pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, reto, hialino, 16,0–18,0 µm comprimento. Película rígida, helicoidalmente estriada, com 5-7 quilhas de orientação levógira. Dois cloroplastos parietais; grãos de paramido, estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Em 1877, Mereschkovsky reconheceu a necessidade de um novo gênero para *Euglena pyrum* e estabeleceu o gênero *Monomorphina*. Mereschkovsky afirmou que as Euglenophyceae rígidas, que não apresentavam metabolia, poderiam ser subdividas em táxons achatados (*Phacus*) e táxons com seção transversal circular

(*Monomorphina*). Porém, a diagnose de *Monomorphina* foi publicada em russo e esquecida por muitos anos. Assim, à medida que os parentes de “*Phacus/Euglena pyrum*” foram descobertos, os taxonomistas incluíram esses táxons dentro de *Phacus* (Marin *et al.* 2003; Kosmala *et al.* 2007a).

Análises filogenéticas preliminares separavam o tradicional gênero *Phacus* em dois grupos: um grupo no qual as células eram achatadas dorsiventralmente e um segundo grupo cujas células eram piriformes, com um a poucos cloroplastos parietais grandes (Trimer *et al.* 2006).

Marin *et al.* (2003) ressuscitaram o gênero *Monomorphina*, transferindo as espécies piriformes de *Phacus* e algumas espécies de *Lepocinclis* para esse gênero, incluindo *Monomorphina pyrum* como espécie tipo para o gênero, tornando *Phacus* e *Monomorphina* monofiléticos, segundo Trimer *et al.* (2006).

As células das espécies de *Monomorphina* apresentam um único cloroplasto parietal, que sob condições desfavoráveis ou em populações envelhecidas, pode desintegrar-se ou tornar-se muito perfurado, dando a impressão de haver dois ou mais cloroplastos por célula. A presença de dois cloroplastos pode ser também resultado da duplicação do cloroplasto antes da divisão celular (Kosmala *et al.* 2007a). A película de *Monomorphina* consiste de estrias helicoidais levógiras (raramente dextrógiras), com quilhas hialinas associadas às estrias, dando o aspecto de relevo a superfície celular, considerada uma característica única dentro de Euglenophyceae (Marin *et al.* 2003).

Segundo dados morfológicos e moleculares do gene 18S de quinze linhagens de *Monomorphina pyrum*, esse táxon constitui um grupo monofilético (Kosmala *et al.* 2007a).

As populações analisadas concordaram com as características morfométricas apresentadas por Kosmala *et al.* (2007a) para os indivíduos de *Monomorphina pyrum*. Estes autores apresentaram como sinônimos de *Monomorphina pyrum* (Ehrenberg) Mereschowsky: *Phacus pyrum* var. *ovatus* Playfair; *Lepocinclis ovata* (Playfair) Conrad; *Monomorphina ovata* (Playfair) Marin & Melkonian; *Phacus pyrum* var. *rudicula* Playfair; *Phacus rudicula* (Playfair) Pochmann; *Monomorphina rudicula* (Playfair) Marin & Melkonian; *Phacus inconspicuus* Deflandre; *Phacus pyrum* f. *pulcherrimus* Conrad; *Phacus pulcherrimus* (Conrad) Pochmann; *Monomorphina pulcherrima* (Conrad) Marin & Melkonian; *Phacus atraktoides* Pochmann; *Monomorphina atraktoides* (Pochmann) Marin & Melkonian; *Phacus cochleatus* Pochmann; *Monomorphina cochleata* (Pochmann) Marin & Melkonian; *Phacus*

megalopsis Pochmann; *Monomorphina megalopsis* (Pochmann) Safonova; *Phacus mirabilis* Pochmann; *Monomorphina mirabilis* (Pochmann) Safonova; *Phacus pseudonordstedtii* Pochmann; *Monomorphina pyrum* var. *pseudonordstedtii* (Pochmann) Popova; *Monomorphina pseudonordstedtii* (Pochmann) Marin & Melkonian; *Phacus splendens* Pochmann; *Monomorphina splendens* (Pochmann) Popova; *Phacus strongylus* Pochmann; *Monomorphina strongyla* (Pochmann) Marin & Melkonian.

***Phacus* Dujardin 1841**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Processo caudal longo, maior que 20 µm..... 2
- 1.Processo caudal curto, menor que 20 µm..... 3
- 2.Células com estrias transversais e uma torção completa na região mediana..... *Phacus longicauda* var. *torta*
- 2.Células sem estrias transversais e não torcidas na região mediana .....*Phacus longicauda* var. *longicauda*
- 3.Película ornamentada com verrugas .....*Phacus monilata* var. *suecica*
- 3.Película ornamentada com estrias longitudinais.....*Phacus pleuronectes*

Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin var. *longicauda

Hist. Nat. Zoophytes 337. 1841.

Basônimo: *Euglena longicauda* Ehrenberg

Physik. Abh. Königl. Akad. Wiss. 1830:83. 1830.

Figura 7

Células obovadas, dorsiventralmente achatadas, não torcidas, 88,0–113,0 µm comprimento (com processo caudal), 35,0–42,5 µm largura, RC/l= 2,5–2,7. Poro flagelar subapical. Pólo anterior arredondado, pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal, cônico, reto, hialino, 38,0– 45,0 µm comprimento. Película rígida, hialina, estrias longitudinais seguindo até o extremo posterior da célula. Cloroplastos numerosos, discóides, grãos de paramido esféricos, 7,0–8,0 µm diâmetro. Núcleo posterior, estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778, SP391779, SP399769, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Xavier (1987)	Presente Trabalho

Comentários: Estudos filogenéticos preliminares apontavam o tradicional gênero *Phacus* como polifilético (Trimer *et al.* 2006). Após a transferência de alguns de seus táxons para o gênero *Monomorphina*, os táxons restantes de *Phacus* passaram a ser caracterizados por apresentar células rígidas, dorsiventralmente achatadas e com orientação longitudinal das estrias da película, com numerosos cloroplastos discóides, sem pirenóides e com grãos de paramido anelares ou discóides (Marin *et al.* 2003; Trimer *et al.* 2006).

As populações analisadas concordaram com as características morfométricas citadas por Xavier (1987) para os indivíduos de *Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin encontrados no Braço do Rio Grande da represa Billings.

Phacus longicauda var. *torta* Lemmermann

Kryptfl. Mark. Brandenburg 3:511. 1910.

Figura 8

Células amplamente elípticas, dorsiventralmente achatadas, com uma torção completa na região mediana, 68,0–82,0 µm comprimento (com processo caudal), 35,5–41,0 µm largura, RC/l=1,9–2,0. Poro flagelar subapical. Pólo anterior arredondado, pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, reto, hialino, 28,0–36,0 µm comprimento. Película rígida, hialina, estrias longitudinais seguindo a torção da célula, até o extremo posterior; estrias transversais entre as longitudinais. Cloroplastos numerosos, discóides; grãos de paramido, núcleo, estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778, SP391779.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)*	_____
Descrição/Ilustração	Xavier (1987)*; Xavier (1996)*	Presente Trabalho

*citado como *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov

Comentários: Starmach (1983) considera *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov como uma variedade de *Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin, o que adotamos para este trabalho.

Phacus longicauda var. *torta* difere da variedade típica da espécie por apresentar estrias transversais entre as longitudinais, dimensões celulares proporcionalmente menores e por possuir de meia a uma torção completa na região mediana da célula (Alves-Da-Silva 1998).

As populações analisadas de *Phacus longicauda* var. *torta* concordaram com as características morfométricas citadas por Xavier (1996) para os indivíduos de *Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov encontrados no Braço do Rio Grande da represa Billings. Nas populações analisadas, somente foram encontrados indivíduos com uma única torção completa na região mediana da célula, e com dimensões celulares menores que as registradas para as populações de *Phacus longicauda* var. *longicauda* analisadas.

***Phacus monilata* var. *suecica* Lemmermann**

Ark. Bot. 2:125. 1904.

Figura 10

Células elípticas, 35,5–38,0 µm comprimento (com processo caudal), 23,0–25,0 µm largura, RC/l=1.5. Pólo anterior truncado a levemente côncavo, com uma papila mediana de onde emerge o flagelo, pólo posterior atenuado abruptamente em processo caudal cônico, levemente curvado, 5,5-6,0 µm comprimento. Película rígida, com verrugas dispostas em 7 fileiras longitudinais. Estigma arredondado, 2,5–3,0 µm diâmetro. Cloroplastos discóides; grãos de paramido, núcleo e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira referencia.

Comentários: *Phacus monilata* var. *suecica* e *Phacus horridus* Pochmann são táxons semelhantes, separados pelo tipo de ornamentação da película. *Phacus horridus* apresenta fileiras de espinhos curvados em direção ao pólo posterior da célula, ao invés de verrugas. Alguns autores consideram *Phacus suecicus* Lemmermann sinônimo de *Phacus monilata* var. *suecica*.

A população de *Phacus monilatus* var. *suecicus* foi constituída de poucos indivíduos (n=3) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga.

Phacus pleuronectes (Müller) Dujardin emend. Zakrys & Kosmala

J. Phycol. 43:1077. 2007.

Basônimo: *Cercaria pleuronectes* Müller

Vermium Hist. 1:70. 1773.

Figura 9

Células elípticas, 38,0–43,0 µm comprimento (com processo caudal), 24,0–28,5 µm largura, RC/l=1,5–1,6. Poro flagelar subapical. Pólo anterior arredondado, pólo posterior arredondado e abruptamente atenuado em processo caudal cônico, curvado, hialino, 6,5–8,0 µm comprimento. Película rígida, hialina, com estrias longitudinais. Cloroplastos numerosos, discóides; 2 grãos de paramido, discóides, de tamanhos diferentes, parcialmente sobrepostos; estigma arredondado, 2,5–3,0 µm diâmetro; núcleo e flagelo não observados.

Material examinado: SP391779, SP399769, SP399771.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	_____
Descrição/Ilustração	_____	Presente Trabalho

Comentários: A delimitação taxonômica entre *Phacus pleuronectes* (Müller) Dujardin, *Phacus orbicularis* Hübner, *Phacus platalea* Drezepolski, *Phacus triqueter* (Ehrenberg) Dujardin e *Phacus hamatus* Pochmann apresenta-se confusa pelo elevado grau de similaridade morfológica desses táxons (Menezes 1994).

Kosmala *et al.* (2007b) estudaram as características morfológicas (forma e tamanho da célula e estriação da película) e moleculares (gene 18S) de três espécies relacionadas de *Phacus*: *Phacus pleuronectes*, *Phacus orbicularis* e *Phacus hamelii* Allorge & Lefevre. Segundo esse estudo, a forma celular não deve ser usada para separar esses táxons e a ornamentação da película foi considerada como a principal característica diagnóstica para separá-los: *Phacus orbicularis* apresenta estriações perpendiculares em relação às estrias longitudinais, enquanto *Phacus pleuronectes* e *Phacus hamelii* não apresentam essas estriações. Com base nos dados moleculares, *Phacus orbicularis*, *Phacus pleuronectes* e *Phacus hamelii* pertencem a três clados distintos, devendo permanecer como espécies distintas Kosmala *et al.* (2007b).

As populações analisadas concordaram com as características morfométricas apresentadas por Kosmala *et al.* (2007b) para os indivíduos de *Phacus pleuronectes*.

Estes autores estabeleceram como sinônimos de *Phacus pleuronectes* os seguintes táxons: *Phacus pleuronectes* var. *triquetra* Klebs; *Phacus pleuronectes* var. *insecta* Koczwara; *Phacus prunoideus* Roll; *Phacus pleuronectes* var. *prunoideus* (Roll) Popova; *Phacus megapyrenoidea* Roll; *Phacus acuminate* var. *megapyrenoidea* (Roll) Pochmann; *Phacus pulcher* Roll; *Phacus granulatus* Roll; *Phacus acuminata* var. *granulate* (Roll) Pochmann; *Phacus granulatus* var. *laevis* Shi.

As populações analisadas concordaram com as características morfométricas citadas por Alves-Da-Silva (1998) para os indivíduos encontrados no Estado do Rio Grande do Sul. *Phacus pleuronectes* foi um táxon exclusivo da represa Guarapiranga.

Figuras 1 - 9

1: *Euglena* sp.

2: *Euglena texta* var. *salina*

3: *Lepocinclis acus*

4-5: *Monomorphina pyrum*

6: *Monomorphina pyrum* (seta indica quilha hialina)

7: *Phacus longicauda* var. *longicauda*

8: *Phacus longicauda* var. *torta*

9: *Phacus pleuronectes*

Barra = 10 µm

***Trachelomonas* Ehrenberg 1833**

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Lórica de parede lisa..... *Trachelomonas volvocinopsis*
- 1.Lórica de parede ornamentada.....2
- 2.Colarinho presente..... *Trachelomonas similis* var. *spinosa*
- 2.Colarinho ausente.....3
- 3.Espinhos em toda a superfície da lórica ..... *Trachelomonas hirta*
- 3.Espinhos apenas nos pólos 4
- 4.Espinhos em ambos os pólos..... *Trachelomonas hirta* var. *duplex*
- 4.Espinhos somente em um dos pólos.....*Trachelomonas* sp.

***Trachelomonas hirta* da Cunha**

Mem. Inst. Oswaldo Cruz 6:171-172. 1914.

Figura 13

Lóricas elípticas, 26,0–29,0 µm comprimento, 21,0-22,5 µm largura, RC/l=1,2–1,3. Pólos arredondados. Poro flagelar não observado, colarinho ausente. Parede da lórica castanho-avermelhada escura, pontuada, ornamentada com espinhos fortes, cônicos até o terço distal e extremidade triangular, 2,0–2,5 µm comprimento, distribuídos irregularmente sobre a superfície da lórica. Cloroplastos numerosos, discóides, com pirenóides; estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	_____	_____
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: Os espinhos de *Trachelomonas hirta* são de um tipo particular: cônicos, retos, afilando desde a base até o terço distal, com a extremidade triangular de difícil visualização. *Trachelomonas hirta* assemelha-se a *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein, a qual também apresenta espinhos cônicos, mas sem a formação triangular distal.

As populações analisadas apresentaram dimensões da lórica maiores que as da descrição original (20 µm comprimento, 15 µm largura) e maiores que as registradas por Xavier (1996) para o braço do Rio Grande da represa Billings.

Trachelomonas hirta var. *duplex* Deflandre

Bull. Soc. Bot. France 74:664. 1928.

Figura 12

Lóricas amplamente elípticas, 34,0–36,5 µm comprimento, 27,0–29,0 µm largura, RC/l=1,25. Pólos arredondados. Poro flagelar em torno de 4,0 µm, colarinho ausente. Parede da lórica castanho-avermelhada, pontuada, ornamentada com espinhos fortes, cônicos até o terço distal e extremidade triangular, 2,0–2,2 µm comprimento, distribuídos principalmente na região dos pólos. Cloroplastos numerosos, discóides, com pirenóides; estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP399772, SP391779, SP399773, SP399769, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: *Trachelomonas hirta* var. *duplex* difere da variedade típica por apresentar os espinhos concentrados principalmente na região dos pólos e pelas dimensões maiores das lóricas.

As populações analisadas apresentaram dimensões da lórica maiores que as da descrição original (20,0–24,0 µm comprimento, 14,0–16,5 µm largura).

Trachelomonas similis Stokes var. *spinosa* Huber-Pestalozzi

Binnengewasser 16(4):342. 1955.

Figura 14

Lóricas amplamente elípticas, 26,0–28,0 µm comprimento, 17,0–18,5 µm largura, RC/l=1,5. Pólos arredondados. Poro flagelar circundado por colarinho cilíndrico, curvo, com borda irregular lisa, 4,0–4,5 µm comprimento, 2,5–3,0 µm largura. Parede da lórica avermelhada, pontuada, ornamentada com pequenos espinhos, irregularmente distribuídos. Cloroplastos discóides, com pirenóides; estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP399772, SP399773.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: *Trachelomonas similis* Stokes apresenta duas variedades separadas entre si pela presença de espinhos: *Trachelomonas similis* var. *spinosa* apresenta espinhos na

lorica e no colarinho, enquanto que a variedade típica da espécie não apresenta espinhos (Menezes 1994).

Nas populações de *Trachelomonas similis* var. *spinosa* analisadas, os espinhos mostraram-se em número reduzido na superfície da lórica e ausentes no colarinho. O fato dos espinhos parecerem inclusos pode estar relacionado ao seu estágio inicial de desenvolvimento. As populações analisadas apresentaram características morfométricas concordantes com os indivíduos encontrados por Menezes (1994) para o Estado do Rio de Janeiro.

As populações de *Trachelomonas similis* var. *spinosa* foram constituídas de poucos indivíduos (n=8) presentes em duas amostras da represa Billings.

***Tracheomonas volvocinopsis* Swirenko**

Arch. Hydrobiol. Plankt. 9:633. 1914.

Figura 15

Lóricas esféricas, 17,0–19,0 µm diâmetro. Poro flagelar 2,5–3,0 µm diâmetro, espessamento anelar presente, colarinho ausente. Parede castanho-avermelhada, lisa. Cloroplastos numerosos, discóides, com pirenóide; estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: *Trachelomonas volvocinopsis* é morfologicamente semelhante à *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg, sendo diferenciadas pelo número de cloroplastos por célula: *Trachelomonas volvocinopsis* apresenta vários cloroplastos discóides enquanto que *Trachelomonas volvocina* possui somente dois cloroplastos em forma de escudo (Alves-Da-Silva 1998).

As populações analisadas apresentaram características morfométricas de acordo com os indivíduos encontrados por Alves-Da-Silva (1998) para o Estado do Rio Grande do Sul.

***Trachelomonas* sp.**

Figura 11

Lóricas amplamente elípticas, 29,0–34,0 µm comprimento, 22,0–26,0 µm largura, RC/l=1,3. Pólos arredondados. Poro flagelar 4,0–5,0 µm diâmetro, circundado por espinhos curtos, 1,8–2,1 µm comprimento, colarinho ausente. Parede castanho-avermelhada escura, pontuada. Cloroplastos numerosos, discóides, com pirenóides; estigma e flagelo não observados.

Material examinado: SP399772.

Comentários: De acordo com dados morfológicos e moleculares, *Colacium*, *Strombomonas* e *Trachelomonas* formam uma linhagem monofilética bem definida dentro de Euglenophyta. Estes gêneros secretam grandes quantidades de mucilagem que ficam retidas na superfície celular, formando lóricas (*Trachelomonas* e *Strombomonas*) ou pedúnculos mucilaginosos (*Colacium*). Análises moleculares realizadas por Trimer *et al.* (2006) suportaram a retenção de *Strombomonas* e *Trachelomonas* como gêneros separados.

Todos os táxons loricados foram originalmente classificados no gênero *Trachelomonas*, estabelecido por Ehrenberg em 1833. As espécies de *Trachelomonas* são delimitadas por um envelope mucilaginoso mineralizado que apresenta um poro apical, que pode ou não estar circundado por um colarinho, através do qual o flagelo emerge. A lórica pode ser porosa e ornamentada com apêndices de diferentes formas e tamanhos. O ferro é o principal elemento mineralizante nas lóricas de *Trachelomonas*, com quantidades menores de silício e manganês (Pereira & Azeiteiro 2003; Brosnan *et al.* 2005). No interior da lórica reside uma célula euglenóide, a qual é muito metabólica, com vários cloroplastos geralmente discóides, com pirenóides. Em 1930, Deflandre transferiu o subgrupo “*Saccatae*” das *Trachelomonas* para um novo gênero: *Strombomonas*. Sua separação baseou-se inteiramente nas características da lórica: forma, ausência de um colarinho distinto, presença de um processo caudal, ausência de ornamentação e a habilidade de agregar partículas a superfície da lórica. Com exceção da morfologia da lórica, os protoplastos de *Trachelomonas* e *Strombomonas* são muito similares (Brosnan *et al.* 2005). Em *Strombomonas*, o desenvolvimento da lórica é polar, iniciando a secreção de mucilagem a partir da região anterior de célula e prosseguindo para a região posterior, antes da mineralização; não formam poros nem espinhos como em *Trachelomonas*. As espécies de *Trachelomonas* secretam uma

camada mucilaginosa ao longo de toda a superfície celular simultaneamente, a qual é subsequente mineralizada (Trimer *et al.* 2006).

Segundo Pereira & Azeiteiro (2003), o ambiente pode afetar a espessura, coloração e o grau de ornamentação das lóricas de *Trachelomonas*. Embora não seja possível distinguir os diferentes táxons com base na coloração da lórica, quando completamente formadas, algumas lóricas apresentam coloração e tons particulares.

As características morfométricas da população de *Trachelomonas* sp., principalmente os espinhos distribuídos somente ao redor do poro flagelar e uma depressão da lórica no pólo posterior, não foram encontradas em nenhuma outra espécie de *Trachelomonas*. A população de *Trachelomonas* sp. foi constituída de poucos indivíduos (n=4) presentes em uma única amostra da represa Billings.

Figuras 10 - 15

10: *Phacus monilata* var. *suecica*

11: *Trachelomonas* sp.

12: *Trachelomonas hirta*

13: *Trachelomonas hirta* var. *duplex*

14: *Trachelomonas similis* Stokes var. *spinosa*

15: *Trachelomonas volvocinopsis*

Barra = 10 µm

4. Referências Bibliográficas

- ALVES-DA-SILVA, S. M. 1998. Levantamento taxonômico e variação temporal das Euglenophyceae de um reservatório raso no município de Triunfo, estado do Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- ALVES-DA-SILVA, S. M. & BRIDI, F. C. 2004. Estudo de Euglenophyta no Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Os gêneros *Phacus* Dujardin e *Hyalophacus* (Pringheim) Pochmann. *Iheringia* 59:75-96.
- BEYRUTH, Z. 1996. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BROSNAN, S., BROWN, P. J. P., FARMER, M. A. & TRIEMER, R. E. 2005. Morphological separation of the euglenoid genera *Trachelomonas* and *Strombomonas* (Euglenophyta) based on lorica development and posterior strip reduction. *Journal Phycology* 41:590–605.
- BROSNAN, S., SHIN, W., KJER, K. M. & TRIEMER, R. E. 2003. Phylogeny of the photosynthetic euglenophytes inferred from the nuclear SSU and LSU rDNA. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* 53:1175–1186.
- CARVALHO, M. C. 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CAVALIER-SMITH, T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society of London* 271:1251–1262.
- DA CUNHA, A. M. 1914. Contribuição para o conhecimento da fauna de Protozoários do Brasil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 6: 169-177.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2002. Billings 2000: Ameaças e Perspectivas para o Maior Reservatório de Água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999. (J. P. R. Capobianco & M. Whately, orgs.). São Paulo.

- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). 2006. Guarapiranga 2005: Como e por que São Paulo está perdendo este manacial. Resultados do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Guarapiranga. (M. Whately & P. M. Cunha, orgs.). São Paulo.
- KOSMALA, S., MILANOWSKI, R., BRZOSKA, K., PEKALA, M., KWIATOWSKI, J. & ZAKRYS, B. 2007a. Phylogeny and systematics of the genus *Monomorphina* (Euglenaceae) based on morphological and molecular data. *Journal Phycology* 43:171–185.
- KOSMALA, S., BEREZA, M., MILANOWSKI, R., KWIATOWSKI, J. & ZAKRYS, B. 2007b. Morphological and Molecular Examination of Relationships and Epitype Establishment of *Phacus pleuronectes*, *Phacus orbicularis* and *Phacus hamelii*. *Journal Phycology* 43:1071–1082.
- MENEZES, M. 1994. Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d'água da região sul do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARIN, B., PALM, A., KLINGBERG, M. & MELKONIAN, M. 2003. Phylogeny and taxonomic revision of plastid-containing Euglenophytes based on SSU rDNA sequence comparisons and synapomorphic signatures in the SSU rRNA secondary structure. *Protist* 154: 99-145.
- PEREIRA, M. J. & AZEITEIRO, U. M. M. 2003. Structure, organization and elemental composition of the envelopes of *Trachelomonas* (Euglenophyta): a review. *Acta Oecologica* 24:557–566.
- STARMACH, K. 1983. Euglenophyta. Flora Slodkowodna Polski 3. Polska AKademiya Nauka. Warszawa.
- SHIN, W. & TRIEMER, R. E. 2004. Phylogenetic analysis of the genus *Euglena* (Euglenophyceae) with particular reference to the type species *Euglena viridis*. *Journal Phycology* 40: 226–235.
- TELL, G. & CONFORTI, V. 1986. Euglenophyta Pigmentadas de la Argentina. *Bibliotheca Phycologica* 75:1-301.
- TRIEMER, R. E., LINTON, E., BROSNAN, S. & SHIN, W. 2006. Phylogeny of the Euglenales Based Upon Combined SSU and LSU rDNA Sequence Comparisons and Description of *Discoplastis* Gen. Nov. (Euglenophyta). *Journal Phycology* 42: 731–740.

- XAVIER, M. B. 1996. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Iheringia* 47:103-122.
- XAVIER, M. B. 1987. Euglenaceae Pigmentadas (Euglenophyceae) do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Revista Brasileira de Biologia* 47:513-521.

Capítulo 4: Biodiversidade de Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Xantophyceae) e Dinophyta (Dinophyceae) das represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, SP, Brasil.

ABSTRACT - Biodiversity of Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae) and Dinophyta (Dinophyceae) in two of the greatest reservoirs from the Metropolitan Region of São Paulo (RMSP), Billings and Guarapiranga, which supply water for millions of people, was studied. The samples were collected every two months, in a specific site (Sabesp's water sourcing) in both reservoirs, from January to December 2004. The samples were filtered using a plankton net (20µm) and were preserved with formaldehyde. The studied samples were kept in the Herbarium of Institute of Botany (SP). Thirteen taxa were identified, described and illustrated: seven belong to Bacillariophyceae; three belong to Xantophyceae; one belong to Chrysophyceae and two belong to Dinophyceae. Six taxa are first references for the studied reservoirs.

Key words: Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Xantophyceae, Dinophyceae, Billings and Guarapiranga Reservoirs, Phytoplankton, Biodiversity.

RESUMO – A biodiversidade de Heterokontophyta (Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae) e Dinophyta (Dinophyceae) foi estudada em duas das maiores represas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP): Billings e Guarapiranga, que fornecem água para o abastecimento de milhões de pessoas. As amostras foram coletadas bimensalmente, em pontos próximos à captação da Sabesp, durante o período de janeiro/2004 a dezembro/2004. As amostras foram filtradas com rede de plâncton de 20µm de abertura de malha, preservadas em formol e depositadas no Herbário do Instituto de Botânica (SP). Foram identificados, descritos e ilustrados treze táxons, sendo sete de Bacillariophyceae; três de Xantophyceae; um de Chrysophyceae e dois de Dinophyceae. Seis táxons constituem primeiras referências para as represas estudadas.

Palavras-chave: Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae, Dinophyceae, Represa Billings, Represa Guarapiranga, Fitoplâncton, Biodiversidade.

1. Introdução

1.1 Heterokontophyta

Segundo Cavalier-Smith (2004), as Heterokontophyta pertencem ao reino Chromista, do domínio Eukaryota. Além dos organismos clorofilados, essa divisão engloba vários grupos de protozoários unicelulares aclorofilados e classes de fungos multicelulares. Todos os organismos flagelados presentes nesta divisão são heterocontes, isto é, possuem dois flagelos de tamanhos e funções diferentes: um curto e liso e outro longo e plumoso, em pelo menos algum estágio do seu ciclo de vida (Andersen 2004). Tanto o monofiletismo de Heterokontophyta como os das suas classes estão bem estabelecidos, porém a relação evolutiva entre as diferentes classes permanece não resolvida (Phillips *et al.* 2008).

As Heterokontophyta estão divididas em 9 classes segundo Hoek *et al.* (1995) e 17 classes segundo Andersen (2004). As classes são distinguidas pela morfologia, pigmentos fotossintetizantes, características ultraestruturais e seqüências gênicas (Andersen 2004). O cloroplasto, além da própria membrana dupla, é circundado também por uma dobra do retículo endoplasmático, que em alguns casos pode ser contínuo com o envelope nuclear. Os principais pigmentos fotossintetizantes são as clorofilas *a* e *c*. A principal substância de reserva é a crisolaminarina (um glucano com ligação β 1,3) armazenada fora dos cloroplastos, em vacúolos especiais (Andersen 2004). Somente as classes Bacillariophyceae, Chrysophyceae e Xanthophyceae serão abordadas neste trabalho.

A principal característica das diatomáceas (Classe Bacillariophyceae) é a presença de um envoltório de sílica denominado frústula, delimitando a célula. As complexas estruturas morfológicas que ornamentam as frústulas são a base para a taxonomia do grupo (Bigunas 2005). Dados moleculares, ultra-estruturais e bioquímicos confirmaram que as diatomáceas pertencem ao clado Heterokontophyta. Os flagelos são reduzidos, como ocorre nos gametas das diatomáceas cêntricas, ou ausentes.

Tradicionalmente, as diatomáceas são divididas em 2 grandes grupos, de acordo com o tipo de simetria, tipo de reprodução gamética e número de cloroplastos: as cêntricas e as penadas (Simonsen 1979). Round *et al.* (1990) reconheceram 3 classes de diatomáceas – Coscinodiscophyceae (diatomáceas cêntricas), Fragilariophyceae (diatomáceas penadas sem rafe) e Bacillariophyceae (diatomáceas penadas com rafe).

As células vegetativas e reprodutivas das Chrysophyceae são heterocontes, com os flagelos inseridos próximos ao ápice celular. Além da crisolaminarina, algumas Chrysophyceae armazenam gotículas de óleo em seu citoplasma. Alguns gêneros, como *Mallomonas*, apresentam escamas silicosas, enquanto *Dinobryon* apresenta lorica envolvendo o protoplasto (Hoek *et al.* 1995). Starmach (1985) divide a classe Chrysophyceae em 7 Ordens: Chromulinales, Ochromonadales, Chrysarachniales, Stylococcales, Chrysosaccales, Phaeoplacales e Monosigales. As Chrysophyceae são abundantes, tanto em número de espécies como em biomassa, no plâncton de lagos oligotróficos, localizados em altas latitudes, em águas neutras a levemente acidadas. Portanto, a maior diversidade desse grupo encontra-se em água doce, em regiões temperadas (Hoyos *et al.* 1998). Lagos eutróficos com pH acima de 7,5 geralmente abrigam poucos representantes das Chrysophyceae (Wehr & Sheath 2003).

A classe Xanthophyceae está incluída nas Heterokontophyta com base em dados morfológicos (típico flagelo heteroconte nas formas flageladas), bioquímicos (clorofila *a* e *c*) e seqüências nucleotídicas (Negrisolo *et al.* 2004). A sistemática tradicional está baseada principalmente na morfologia das células vegetativas e, segundo Ettl (1978), sete ordens são definidas: Chloramoebales inclui os flagelados unicelulares; Rhizochloridales inclui as formas amebóides; Heterogloales as formas palmelóides; Mischococcales contém as espécies cocóides; Tribonematales os táxons filamentosos; Botrydiales e Vaucheriales incluem os organismos sifonóides que apresentam forma distinta de reprodução gamética. Ocorrem principalmente em água doce e ambientes terrestres úmidos. Membros dessa classe apresentam um número maior de cloroplastos por célula do que as Chlorophyceae, com as quais podem ser confundidas (Wehr & Sheath 2003). A maioria das Xanthophyceae é rara porque dificilmente crescem em abundância (Hoek *et al.* 1995). Ocorrem com mais freqüência em águas distróficas e mesotróficas. Os gêneros *Gonyochloris*, *Tetraplektron* e *Polyedriella* têm sido encontrados em águas eutróficas (Wehr & Sheath 2003).

1.2 Dinophyta ou Dinoflagelados

Segundo Cavalier-Smith (2004), as Dinophyta pertencem ao grupo dos Alveolata e estão incluídas no reino Protozoa, dentro do domínio Eukaryota. Dentro dos Alveolata, os dinoflagelados estão mais relacionados aos Apicomplexa que aos Ciliata (Saldarriaga *et al.* 2004).

Os dinoflagelados constituem um grupo altamente diversificado, incluindo seres autotróficos, mixotróficos, parasíticos e simbioses. Algumas espécies são produtoras de toxinas. Sua maior diversidade encontra-se no plâncton marinho, onde provocam marés vermelhas e outros tipos de florações, que podem causar a morte de peixes e outros integrantes da fauna marinha. Atualmente, existem mais de duas mil espécies descritas, sendo 90% marinhas e 10% de água doce (Taylor *et al.* 2008).

A maioria dos dinoflagelados possui um núcleo único, o dinocário, que apresenta diferenças com o núcleo dos outros eucariotos: a molécula de DNA não está organizada ao redor das histonas, ao invés disso, formam cromossomos fibrilares que permanecem condensados durante todo o ciclo celular; a mitose é fechada, ou seja, a membrana nuclear permanece intacta durante a divisão celular e o fuso forma-se extranuclearmente. Grande parte dos dinoflagelados apresenta dois flagelos desiguais inseridos ventralmente (Saldarriaga *et al.* 2004; Taylor *et al.* 2008). Sob a membrana plasmática, encontramos as vesículas do anfiema (alvéolos corticais) que podem ou não estar preenchidas por placas de celulose. Nas ordens estruturadas (tecadas) como Gonyaulacales, Peridinales, Dinophysiales, Prorocentrales, o anfiema é formado relativamente por poucas vesículas preenchidas por placas de celulose, podendo determinar-se o padrão de disposição das placas através da tabulação. As ordens não estruturadas (atecadas), principalmente Gymnodinales, contêm milhares de vesículas sem preenchimento por celulose, tornando difícil determinar a homologia e as relações de posição das placas (Saldarriaga *et al.* 2004).

Em vista ventral, uma célula dinoflagelada típica pode ser dividida em epiteca, cingulo, sulco e hipoteca. As placas da epiteca são: placas apicais (1'...), placas pré-cingulares (1''....) e placas intercalares anteriores (1a...); as placas da hipoteca são: placas pós-cingulares (1'''....) placas antapicais (1''''....) e placas intercalares posteriores (1p,...). Series de placas adicionais são encontradas no cingulo, no sulco, no complexo do poro apical e no canal, sendo importantes na delimitação dos gêneros (Bicudo & Menezes 2006).

Aproximadamente, metade das espécies de dinoflagelados é fotossintetizante, e embora a maioria delas possua cloroplastos contendo peridinina e delimitados por duas ou três membranas, outras formas de cloroplastos surgiram a partir da endossimbiose com outros grupos de microalgas. Essa habilidade na incorporação de endossimbiontes é uma característica única dos dinoflagelados e nenhum outro grupo eucariótico possui uma variedade comparável de tipos de cloroplastos (Saldarriaga *et al.* 2004).

Entre 250 e 300 espécies de dinoflagelados são encontradas em água doce, sendo a maioria delas incapaz de produzir toxinas e causar florações. Os gêneros *Ceratium* e *Peridinium* são os principais responsáveis pelos registros de florações em água doce (Wehr & Sheath 2003).

Considerando a importância das represas Billings e Guarapiranga para o abastecimento de milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, este trabalho tem como objetivo principal o conhecimento da biodiversidade de Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Xanthophyceae e Dinophyceae dessas represas.

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica da represa Billings localiza-se na região sudeste da Grande São Paulo (23° 47' S e 46° e 40' W), ocupando área de aproximadamente 560 km². A represa Billings é a maior represa da Região Metropolitana de São Paulo, com área aproximada de 127 km² e volume de água estimado em 1,2 bilhões de m³. A represa Billings possui um formato complexo, dendrítico, constituído de um corpo central alongado e estreito, ligado a oito braços laterais. A partir de 2000, em virtude da deficiência de água para o abastecimento da Grande São Paulo, teve início a transferência de água de um de seus braços, o Taquacetuba, para a represa Guarapiranga (Cetesb 2002).

A bacia hidrográfica da represa Guarapiranga localiza-se na região sudoeste da Grande São Paulo (23° 43' S e 46° 32' W), ocupando área de 640 km². Atualmente, a represa Guarapiranga constitui o segundo maior manancial do sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, fornecendo 11 mil litros de água por segundo para cerca de 3,7 milhões de pessoas. Com área de 33 km², a morfologia da represa Guarapiranga é do tipo dendrítica, estreita e alongada, o que acentua a influência do uso e ocupação do solo em sua bacia hidrográfica (Beyruth 1996; Isa 2006).

2.2 Obtenção das Amostras

Bimensalmente, foram coletadas na sub-superfície da coluna de água, por técnicos da Cetesb, 10L de água da represa Billings (Braço Taquacetuba) e 10L de água

da represa Guarapiranga, junto à captação da Sabesp (Figuras 2 e 3), durante o período de janeiro de 2004 a novembro de 2004. Os dados abióticos (coloração, pH, fósforo total e temperatura) foram fornecidos pela Cetesb.

2.3 Preparação e Análise das Amostras

As 12 amostras foram filtradas em rede de plâncton, com abertura de malha de 20µm. As amostras foram fixadas em formol 4% na proporção 1:1 (com a água da amostra) e acondicionadas em frascos de vidro com tampa de 100 mL. De cada uma das 12 amostras foram preparadas e analisadas no mínimo 20 lâminas para a identificação dos táxons. As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico binocular Zeiss, modelo Axioplan-2, com câmara clara, ocular micrometrada, contraste de fase e sistema de epifluorescência para distinguir as cianobactérias das outras bactérias. Os aumentos utilizados foram de 400 e 1000 vezes. A lamínula foi percorrida transversalmente em toda a sua extensão para registrar o maior número possível de táxons. As fotografias foram obtidas com câmera digital Sony Modelo W-30 adaptada a ocular micrometrada do microscópio.

2.4 Identificação Taxonômica

A identificação taxonômica baseou-se em características morfométricas de 30 indivíduos de cada táxon, quando possível, de modo a demonstrar a amplitude morfométrica das populações analisadas. Para evidenciar o contorno das placas dos dinoflagelados, foi utilizado solução de cloreto de zinco iodado.

Os sistemas de classificação adotados foram os de Van den Hoek *et al.* (1995) para todas as classes, Simonsen (1979) para as Bacillariophyceae, Ettl (1978) para Xanthophyceae, Starmach (1985) para Chrysophyceae e Popovsky & Pfiester (1990) para Dinophyceae.

Os táxons identificados foram apresentados em ordem alfabética dentro de suas respectivas categorias taxonômicas. Cada táxon identificado contém as seguintes informações: referência da obra original; basônimo; descrição morfométrica detalhada; relação do material examinado; referências que mencionam o táxon para as represas; comentários.

2.5 Referências do táxon para represas Billings e Guarapiranga

Para o estudo das referências dos táxons encontrados nas duas represas, foram considerados artigos publicados, dissertações e teses com descrições/ilustrações dos táxons, além daqueles que apresentaram apenas listagens de táxons das duas represas.

2.6 Comparação entre as floras das represas estudadas

Para a comparação entre as floras planctônicas das duas represas foi aplicado o índice de similaridade de Sørensen, com base na presença/ausência dos táxons em cada represa, conforme a fórmula: $Is = 2c / (a+b)$, onde c representa o número total de táxons comuns entre duas represas, a o número de táxons presentes em uma represa e b o número táxons presentes em outra represa.

2.7 Relação das Amostras Analisadas e Depositadas em Herbário

Com exceção de duas amostras analisadas que se perderam por quebra dos frascos, todas as demais foram depositadas no acervo do Herbário Científico do Estado “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” (SP) do Instituto de Botânica, São Paulo, SP, Brasil. A relação das mesmas segue-se em ordem numérica crescente de seus números de acesso:

(1) SP391778 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 8-I-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,5 °C.

(2) SP391779 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 25-III-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,9; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 24,2 °C.

(3) SP399768 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 6-V-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 8,6; fósforo total: < 0.03 mg/L; temperatura da água: 22,7 °C.

(4) SP399769 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 15-VII-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 6,8; fósforo total: 0.10 mg/L; temperatura da água: 18,1 °C.

(5) SP399770 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 23-IX-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 9,5; fósforo total: 0.06 mg/L; temperatura da água: 23,1 °C.

(6) SP399771 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Guarapiranga, na Captação da SABESP; Coletor: Cetesb; Data: 18-XI-2004; GPS: 23° 40' 27" S e 46° 43' 40" W; coloração:verde; pH: 7,2; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 22,2 °C.

(7) SP399772 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 7-I-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,2; fósforo total: 0.07 mg/L; temperatura da água: 23,7 °C.

(8) SP399773 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 5-V-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,3; fósforo total: 0.09 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(9) SP399774 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 22-IX-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 9,8; fósforo total: 0.05 mg/L; temperatura da água: 24,1 °C.

(10) SP399775 – BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 30-XI-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,8; fósforo total: 0.15 mg/L; temperatura da água: 24,0 °C.

Amostra 11 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 24-III-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração:verde; pH: 8,7; fósforo total: 0.04 mg/L; temperatura da água: 23,3 °C.

Amostra 12 - BRASIL. SÃO PAULO: São Paulo, represa Billings, Braço do Taquacetuba; Coletor: Cetesb; Data: 14-VII-2004; GPS: 23° 50' 41" S e 46° 39' 20" W; coloração: verde; pH: 8,5; fósforo total: 0.13 mg/L; temperatura da água: 18,5 °C.

3. Resultados e Discussão

Foram encontrados 11 táxons de Heterokontophyta (7 da classe Bacillariophyceae, 3 da classe Xantophyceae e 1 da classe Chrysophyceae) e 2 táxons de Dinophyta (classe Dinophyceae) nas duas represas estudadas. Somente 1 táxon da classe Bacillariophyceae não pode ser identificado até o nível específico: *Synedra* sp..

Classe Bacillariophyceae

Chave para identificação dos gêneros de Bacillariophyceae:

- 1.Valvas lineares ou dorsiventrais.....2
- 1.Valvas circulares ou retangulares.....3
- 2.Frústulas formando colônias estreladas.....*Nitzschia*
- 2.Frústulas solitárias, não formando colônias estreladas.....4
- 3.Frústulas unidas por espinhos de ligação.....*Aulacoseira*
- 3.Frústulas solitárias, não unidas por espinhos de ligação.....*Cyclotella*
- 4.Rafe presente .....*Amphora*
- 4.Rafe ausente.....*Synedra*

CENTRALES

Thalassiosiraceae

Aulacoseira Thwaites

Chave para identificação dos táxons encontrados:

- 1.Espinhos de ligação curtos, inferiores a 1/3 do comprimento da frústula.....*Aulacoseira ambigua*

- 1.Espinhos de ligação longos, superiores a 1/3 do comprimento da frústula.....2
- 2.Valvas com dois ou três espinhos longos marginais..... *Aulacoseira granulata* var. *granulata*
- 2.Valvas com um único espinho longo marginal.....*Aulacoseira granulata* var. *angustissima*

Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen

Bacillaria 2:56. 1979.

Basônimo: *Melosira crenulata* (Ehrenberg) Kützinger var. *ambigua* Grunow.

Syn. Diat. Belg. 88. 1882.

Figura 1

Frústulas cilíndricas em vista lateral, 16,5–19,0 µm comprimento, 7,0-8,0 µm largura, unidas em cadeias retilíneas por espinhos de ligação curtos, marginais. Manto ornamentado por estrias oblíquas em relação ao eixo longitudinal, inconspícuas; areolação inconspícua; sulco e pseudo-sulco em forma de “U”.

Material examinado: SP391779, SP399768, SP399769, Amostra 11.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	—
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: As células de *Aulacoseira* vivem firmemente unidas pela superfície valvar formando colônias filamentosas de comprimento variado, retas, curvas ou até mesmo helicoidais. Na junção entre o manto e a superfície valvar ocorrem espinhos que se encaixam com os espinhos da célula adjacente resultando nos filamentos. Em 1979, Simonsen ressuscitou o nome genérico *Aulacoseira* proposto por Thwaites em 1848 e nele incluiu espécies e variedades antes classificadas em *Melosira* (Morandi *et al.* 2006).

As populações analisadas apresentaram dimensões das frústulas maiores do que as citadas por Xavier (1996) para os indivíduos de *Aulacoseira ambigua* (Grunow) Simonsen encontrados no braço do Rio Grande da represa Billings (9,5–11,0 µm comprimento e 5,8-6,2 µm largura).

Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen var. *granulata

Bacillaria 2:58. 1979.

Basônimo: *Gallionella granulata* Ehrenberg

Physik. Abh. Königl. Akad. Wiss. Berlin 1841:127. 1843.

Figura 2

Frústulas cilíndricas em vista lateral, 20,0–25,5 µm comprimento, 10,5–12,0 µm largura, unidas em cadeias retilíneas, por 2 ou 3 espinhos de ligação longos, marginais. Manto ornamentado por estrias paralelas a levemente oblíquas em relação ao eixo longitudinal, 8-10 estrias em 10 µm; areolação conspícua, 8-10 em 10 µm; sulco e pseudo-sulco em forma de “V”.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: A presença de longos espinhos de ligação e de estrias grosseiras caracteriza *Aulacoseira granulata* var. *granulata* (Ludwig 2005).

As dimensões das frústulas das populações analisadas foram maiores do que as citadas por Xavier (1996) e Morandi *et al.* (2006) para os indivíduos de *Aulacoseira granulata* var. *granulata* encontrados no Estado de São Paulo. As populações de *Aulacoseira granulata* var. *granulata* foram constituídas por indivíduos presentes em todas as amostras das represas Billings e Guarapiranga.

***Aulacoseira granulata* var. *angustissima* (Müller) Simonsen**

Bacillaria 2:58. 1979.

Basônimo: *Melosira granulata* (Ehrenberg) Ralfs var. *angustissima* Muller

Hedwigia 38:315. 1899.

Figura 3

Frústulas cilíndricas em vista lateral, 18,5–23,5 µm comprimento, 4,0-5,5 µm largura, unidas em cadeias retilíneas por um único espinho marginal longo. Manto ornamentado por estrias paralelas a levemente oblíquas em relação ao eixo longitudinal,

8-10 estrias em 10 μm ; areolação conspicua, 10-12 em 10 μm . sulco e pseudo-sulco em forma de “V”.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* difere da variedade típica da espécie por apresentar menor diâmetro valvar.

As dimensões das frústulas das populações analisadas foram maiores do que as citadas por Morandi *et al.* (2006) para os indivíduos de *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* encontrados no Estado de São Paulo. As populações de *Aulacoseira granulata* var. *angustissima* foram constituídas por indivíduos presentes em todas as amostras das represas Billings e Guarapiranga.

Cyclotella Kützing ex Brébisson

Cyclotella meneghiniana Kützing

Bacillaria 50. 1844.

Figura 4

Valvas circulares, 17,0-23,0 μm diâmetro; superfície valvar plana. Área central hialina ou levemente granulada; estrias marginais radiadas, 8-9 estrias marginais em 10 μm .

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399769, SP399774, SP399771, SP399775.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	Xavier (1996)	Presente Trabalho

Comentários: Nos integrantes do gênero *Cyclotella*, as frústulas apresentam a forma de cilindros curtos, semelhantes a um tambor. As valvas são circulares, raramente elípticas e apresentam ornamentação separada em duas zonas: uma zona marginal com estrias radiais e uma zona central, que pode ser lisa ou apresentar algum tipo de ornamentação, como estrias ou grânulos (Morandi *et al.* 2006).

Cyclotella meneghiniana e *Cyclotella stelligera* Cleve & Grunow são morfológicamente semelhantes, porém *Cyclotella stelligera* apresenta a área central com estrias radiadas em forma de roseta.

As dimensões valvares das populações analisadas concordaram com Xavier (1996) para os indivíduos de *Cyclotella meneghiniana* encontrados no Braço do Rio Grande da represa Billings.

P E N N A L E S

Cymbellaceae

Amphora Ehrenberg ex Kützing 1844

Amphora ovalis (Kützing) Kützing

Bacill. Diat. 108. 1844.

Figura 5

Valvas dorsiventrais, 36,0–44,0 µm comprimento, 16,0–20,0 µm largura. Margem dorsal convexa, margem ventral levemente côncava, ápices truncados; rafe arqueada, com as extremidades proximais e apicais inconspícuas. Estrias dorsais radiadas, 14-15 estrias em 10 µm, estrias ventrais inconspícuas; aréolas alongadas, 12–13 aréolas em 10 µm.

Material examinado: SP399768.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: *Amphora ovalis* e *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman & Archibald são dois táxons morfológicamente semelhantes. Em *Amphora ovalis*, as estrias dorsais não são interrompidas na região central, enquanto que em *Amphora copulata* as estrias dorsais apresentam-se interrompidas por uma área hialina na região central (Bigunas 2005).

A população de *Amphora ovalis* foi constituída de poucos indivíduos (n=5) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga.

Bacillariaceae

Nitzschia Hassal 1845

Nitzschia fruticosa Hustedt

Abh. Natwiss. Ver. Brem. (34):349. 1957.

Figura 6

Colônias estreladas, formadas por 4 até 9 frústulas. Valvas retas, lineares, 40,0–46,0 µm de comprimento, 2,5–3,0 µm largura, extremidades capitadas a subcapitadas. Estrias e aréolas inconspícuas.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: As colônias estreladas típicas e as dimensões das valvas das populações analisadas estão de acordo com a descrição original de *Nitzschia fruticosa* por Hustedt 1957.

As populações de *Nitzschia fruticosa* foram constituídas por indivíduos presentes em todas as amostras das represas Billings e Guarapiranga.

Fragilariaceae

Synedra Ehrenberg

Synedra sp.

Figura 7

Valvas retas, lineares, 42,0–65,0 µm comprimento, 4,0–6,0 µm largura, com extremidades captadas a subcapitadas. Área central retangular, intumescida bilateralmente. Estrias paralelas, delicadas, alinhadas com as da margem oposta.

Material examinado: SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399774, SP399775.

Comentários: A delimitação taxonomia entre *Synedra* e *Fragilaria* é bastante confusa, sendo que alguns autores defendem a união dos dois em um único gênero. Krammer & Lange-Bertalot incluem espécies de *Synedra* no gênero *Fragilaria*, acreditando não se justificar a separação entre esses dois gêneros. Segundo Ludwig (2003), Round elege o

padrão de estriação como uma característica importante para separá-los: *Fragilaria* caracteriza-se pelas estrias alternadas (as de uma margem intercaladas com as da margem oposta) e *Synedra* apresenta estrias opostas umas às outras.

De acordo com a posição oposta das estrias apresentadas pelas populações analisadas, decidimos classificá-las no gênero *Synedra*.

Classe Chrysophyceae

OCHROMONADALES

Dinobryonaceae

Dinobryon Ehrenberg 1835

Dinobryon sertularia Ehrenberg **var. sertularia**

Physik. Abh. Königl. Akad. Wiss. Berlin 1833:280. 1835.

Figura 8

Colônias arborescentes, ramificações em series divergentes a quase paralelas, loricas campanuladas, margens retas, pólo anterior levemente divergente, pólo posterior afilado, obliquo em relação ao eixo longitudinal da lorica, superfície externa lisa, 26,0–35,0 µm comprimento, 6,5–9,5 µm largura, RC/l= 3,6-4,0. Protoplasto arredondado, não preenchendo totalmente a lorica, preso a parede interna da lorica por epipódio inconspícuo. Cloroplastos, estigma e flagelos não observados.

Material examinado: SP391779.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	—	Beyruth (1996)
Descrição/Ilustração	—	Presente Trabalho

Comentários: O gênero *Dinobryon*, reconhecido principalmente pelo formato arborescente de suas colônias, é mais freqüente em águas oligotróficas, embora algumas espécies, como *Dinobryon divergens* Imhof, possam ser encontrados em águas eutrofizadas (Hoyos 1998).

A delimitação das espécies do gênero *Dinobryon* é baseada na forma das colônias, ornamentação dos estatósporos e nas características morfométricas da lórica.

Dinobryon sertularia caracteriza-se por apresentar colônias densas, com lóricas campanuladas, margens lisas e de pólo posterior acuminado (Menezes 1994).

A população de *Dinobryon sertularia* foi constituída de poucas colônias presentes numa única amostra da represa Guarapiranga. Foram encontradas colônias formadas por cinco a dezoito lóricas, algumas lóricas com protoplasto e outras vazias, porém todas as lóricas apresentaram formatos semelhantes. As características morfométricas da população analisada concordaram com Menezes (1994) para os indivíduos encontrados no Estado do Rio de Janeiro.

Figuras 1-8

1: *Aulacoseira ambigua*

2: *Aulacoseira granulata* (contraste de fase)

3: *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*

4: *Cyclotella meneghiniana* (contraste de fase)

5: *Amphora ovalis* (contraste de fase)

6: *Nitzschia fruticosa*

7: *Synedra* sp. (contraste de fase)

8: *Dinobryon sertularia*

Barra = 10 μ m

Classe Xanthophyceae

Chave para identificação dos gêneros de Xanthophyceae:

- 1.Célula quadrangular, com projeções em um único plano.....*Isthmochloron*
- 1.Célula tetraédrica, com projeções em mais de um plano.....2
- 2.Ângulos truncados, com setas longas.....*Pseudopolyedriopsis*
- 2.Ângulos agudos, com um espinho..... *Tetraedriella*

MISCHOCOCCALES

Pleurochloridaceae

Isthmochloron Skuja 1948

Isthmochloron lobulatum (Nägeli) Skuja

Symb. Bot. Ups. 9(3):334. 1948.

Basônimo: *Polyedrium lobulatum* Nägeli

Gatt. Einzell. Algen. 84. 1849.

Figura 9

Células solitárias, planas, quadrangulares, margens laterais côncavas, 39,0-45,0 µm comprimento, ângulos estendidos em projeções bifurcadas. Parede celular lisa, delgada, hialina. Cloroplastos numerosos, discoidais, pirenóides ausentes.

Material examinado: SP399772, SP399773, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas:

Tipo de Referência	represa Billings	represa Guarapiranga
Listagem de espécies	Carvalho (2003)	——
Descrição/Ilustração	Presente Trabalho	Presente Trabalho

Comentários: O gênero *Isthmochloron* inclui somente duas espécies: *Isthmochloron trispinatum* (West & West) e *Isthmochloron lobulatum*. *Isthmochloron trispinatum* apresenta células quadrangulares com projeções não bifurcadas, com 3 espinhos em cada projeção (Ettl 1978).

Isthmochloron lobulatum é uma espécie facilmente reconhecida por suas células quadrangulares com projeções bifurcadas em um único plano. As populações de

Isthmochloron lobulatum foram constituídas de poucos indivíduos (n=6) nas amostras das represas estudadas. As populações analisadas concordaram com as características morfométricas citadas por Bicudo *et al.* (2006), para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Pseudopolyedriopsis* Gollerbach 1962**

***Pseudopolyedriopsis skujae* Gollerbach**

Inst. Bot. Acad. Sci. URSS 15:65. 1962.

Figuras 10-11

Células solitárias, tetraédricas, levemente torcidas, margens laterais retas a levemente côncavas, 20,0–27,0 µm comprimento. Ângulos truncados, cada um com 2 ou 3 setas longas, 25,0–45,0 µm comprimento. Parede celular lisa, espessa, hialina. Cloroplastos numerosos, discoidais, pirenóides ausentes.

Material examinado: SP391778, SP399773, SP399770.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: O gênero *Pseudopolyedriopsis* é monoespecífico. A principal característica que diferencia *Pseudopolyedriopsis skujae* de *Polyedriopsis spinulosa* (Schmidle) Schmidle é a quantidade de cloroplastos por célula. Em *Polyedriopsis spinulosa* (Chlorophyceae), existe somente um único cloroplasto por célula, enquanto *Pseudopolyedriopsis skujae* apresenta numerosos cloroplastos parietais (Nogueira 1991).

As populações de *Pseudopolyedriopsis skujae* foram constituídas de poucos indivíduos (n=4) presentes nas amostras das represas estudadas. As populações analisadas concordaram com as características morfométricas citadas por Bicudo *et al.* (2006) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

***Tetraedriella* Pascher 1930**

***Tetraedriella spinigera* Skuja**

Symb. Bot. Ups. 9(3):243. 1948.

Figuras 12-13

Células solitárias, tetraédricas, margens laterais quase retas, 21,0-26,0 µm comprimento (sem espinhos), ângulos estendidos em espinhos longos, rígidos,

pontiagudos, levemente arqueados, 8,0–10,0 µm comprimento. Parede celular lisa, espessa, hialina. Cloroplastos numerosos, discoidais, pirenóides ausentes.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399769.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Integrantes dos gêneros *Tetraedron* (Chlorophyceae) e *Tetraedriella* (Xanthophyceae) caracterizam-se por apresentar células tetraédricas, morfologicamente semelhantes. A principal característica que diferencia esses dois gêneros é o fato de *Tetraedron* apresentar um único cloroplasto parietal por célula, enquanto que *Tetraedriella* possui numerosos cloroplastos por célula.

As populações de *Tetraedriella spinigera* foram constituídas de poucos indivíduos (n=8) presentes nas amostras das represas estudadas. As populações analisadas concordaram com as características morfométricas citadas por Bovo-Scomparin *et al.* (2005) para os indivíduos encontrados no Estado do Paraná e com Silva (1999) para os indivíduos encontrados no Estado de São Paulo.

Classe Dinophyceae

Chave para identificação dos gêneros de Dinophyceae:

- 1. Células com 3 placas cingulares.....*Glochidinium*
- 1. Células com 6 placas cingulares.....*Peridiniopsis*

PERIDINIALES

Peridiniaceae

Glochidinium Boltovskoy 1999

Glochidinium platygaster Boltovskoy

Grana 38:99. 1999.

Figura 14

Células solitárias, pentagonais em vista ventral, 23,5-26,0 µm comprimento, 21,0-22,5 µm largura, RC/l= 1,1. Epiteca côncavo-arredondada, hipoteca trapeziforme, com leve depressão antapical, cingulo escavado na região equatorial da célula.

Cloroplastos discóides, numerosos. Flagelos não observados. Tabulação: Po + X + 4' + 6" + C3 + S4 + 5''' + 2''''.

Material examinado: SP391779.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Integrantes do gênero *Glochidinium* caracterizam-se por apresentarem somente três placas cingulares, ao invés de 6 placas cingulares, como em *Peridiniopsis* ou cinco placas cingulares, como em *Peridinium*. Atualmente, o gênero *Glochidinium* conta com duas espécies: *Glochidinium penardiforme* e *Glochidinium platygaster* Boltovskoy, as quais estão sempre associadas com outras espécies de dinoflagelados (Boltovskoy 1999).

A população de *Glochidinium platygaster* foi constituída de poucos indivíduos (n=3) presentes numa única amostra da represa Guarapiranga, juntamente com a população de *Peridiniopsis cunningtonii*. A população analisada diferiu das dimensões celulares citadas por Boltovskoy (1999) para os indivíduos encontrados na Argentina.

Peridiniopsis Lemmermann 1904

Peridiniopsis cunningtonii (Lemmermann) Popovský & Pfister

In: Ettl, H., Gerloff, J., & Heynig, H., Susswasser Flora Mitteleuropa 6:202-203. 1990.

Basônimo: *Peridinium cunningtonii* Lemmermann Kryptfl. Mark. Brandenburg 671. 1910.

Figuras 15-16

Células solitárias, ovaladas, levemente achatadas dorsiventralmente, 38,0–42,0 µm comprimento e 31,0–34,0 µm largura, RC/l= 1,2. Epiteca cônica, com um ápice proeminente; hipoteca arredondada, com dois espinhos na placa pos-cingular e dois espinhos na placa antapical; cingulo torcido levemente para a esquerda; sulco estende-se até a hipoteca, alcançando o antápice. Placas tecais com ornamentação reticulada. Cloroplastos discóides, numerosos. Flagelos não observados. Tabulação: Po, 4', 1a, 6'', C6, S6, 5''', 2''''.

Material examinado: SP391778, SP399772, SP391779, SP399768, SP399773, SP399769, SP399770, SP399774, SP399771, SP399775, Amostra 11, Amostra 12.

Referências do táxon para as represas estudadas: Primeira Referência.

Comentários: Integrantes do gênero *Peridiniopsis* apresentam morfologia semelhante aos integrantes do gênero *Peridinium*. *Peridiniopsis* possui uma única placa

intermediária e seis placas cingulares e sulcais, enquanto que *Peridinium* apresenta de 2 a 3 placas intermediárias e cinco placas cingulares e sulcais (Bicudo e Menezes 2006).

Peridiniopsis cunningtonii, com 4 placas apicais e com 4 a 6 espinhos na hipoteca, pode ser confundido com *Peridiniopsis quadridens* (Stein) Bourrelly, o qual apresenta 5 placas apicais e no máximo 4 espinhos na hipoteca (Popovsky & Pfiester 1990).

As populações de *Peridiniopsis cunningtonii* foram constituídas por indivíduos presentes em todas as amostras das represas Billings e Guarapiranga. As características morfométricas das populações analisadas concordaram com a descrição original de Popovský & Pfiester (1990).

Figuras 9-16

9: *Isthmochloron lobulatum*

10: *Pseudopolyedriopsis skujae*

11: *Pseudopolyedriopsis skujae* (contraste de fase)

12: *Tetraedriella spinigera*

13: *Tetraedriella spinigera*

14: *Glochidinium platygaster* (adição de cloreto de zinco iodado)

15: *Peridiniopsis cunningtonii* (vista ventral)

16: *Peridiniopsis cunningtonii* (vista dorsal)

Barra = 10 μm

4. Referências Bibliográficas

- ANDERSEN, R. A. 2004. Biology and systematics of heterokont and haptophyte algae. *American Journal of Botany* 91:1508–1522.
- BEYRUTH, Z. 1996. Comunidade fitoplanctônica da Represa de Guarapiranga: 1991-1992. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BICUDO, C. E. M. & MENEZES, M. 2006. Gêneros de algas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. Rima. São Carlos.
- BIGUNAS, P. I. T. 2005. Diatomáceas (Ochrophyta) do rio Guaraguaçu, litoral do Paraná, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BOLTOVSKOY, A. 1999. The genus *Glochidinium* gen. nov., with two species: *G. penardiforme* comb. nov. and *G. platygaster* sp. nov. (Peridiniaceae). *Grana* 38: 98-107.
- BOVO-SCOMPARIN, V. M., BORGES, P. A. F., TRAIN, S. & RODRIGUES, L. C. 2005. Xanthophyceae Planctônicas da Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. *Acta Scientiarum* 27: 9-20.
- BRASSAC, N. M. & LUDWIG, T. A. V. 2003. Fragilariaceae (Bacillariophyceae) de rios da bacia do Iguaçu, Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Botânica* 26:311-318.
- CARVALHO, M. C. 2003. Comunidade fitoplanctônica como instrumento de biomonitoramento de reservatórios no Estado de São Paulo. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CAVALIER-SMITH, T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proceedings of the Royal Society of London* 271: 1251–1262.
- ETTL, H. 1978. Xantophyceae. In: H. Ettl, J. Gerloff & H. Heynig (eds.) *Suswasserflora Von Mitteleuropa* 3. Gustav Fisher Verlag. Stuttgart.
- HOYOS, C., ALDASORO, J. J., TORO, M. & COMIN, F. A. 1998. Specific composition and ecology of chrysophyte flagellates in Lake Sanabria (NW Spain). *Hydrobiologia* 369-370:287–295.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) 2002. Billings 2000: Ameaças e Perspectivas para o Maior Reservatório de Água da Região Metropolitana de São Paulo:

- relatório do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Billings no período de 1989 a 1999. (J. P. R. Capobianco & M. Whately, orgs.). São Paulo.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA) 2006. Guarapiranga 2005: Como e por que São Paulo está perdendo este manacial. Resultados do Diagnóstico Sociambiental participativo da bacia Hidrográfica da Guarapiranga. (M. Whately & P. M. Cunha, orgs.). São Paulo.
- LANDUCCI, M. & LUDWIG, T. A. V. 2005. Diatomáceas de rios da bacia hidrográfica Litorânea, PR, Brasil: Coscinodiscophyceae e Fragilariophyceae. *Acta Botanica Brasilica* 19:345-357.
- MENEZES, M. 1994. Fitoflagelados pigmentados de quatro corpos d'água da região sul do município do Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MORANDI, L. L., RITTER, L. M. O., MORO, R. S., & BICUDO, C. E. M. 2006. Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. *Algas*, 20: Coscinodiscophyceae. *Hoehnea* 33:115-122
- NEGRISOLO, E., MAISTRO, S., INCARBONE, M. MORO, I., VALLE, L. D. & ANDREOLIB, C. 2004. Morphological convergence characterizes the evolution of Xanthophyceae (Heterokontophyta): evidence from nuclear SSU rDNA and plastidial rbcL genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 33:156–170.
- PHILLIPS, N., CALHOUN, S., MOUSTAFA, A., BHATTACHARYA, D., CARVER, R.J. & BRAUN, E.L. 2008. Genomic Insights Into Evolutionary Relationships Among Heterokont Lineages Emphasizing the Phaeophyceae. *Journal Phycology* 44:15–18.
- POPOVSKY, J., PFIESTER, L. A., 1990. Dinophyceae (Dinoflagellida). *In* H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, & D. Mollenhauer (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 6. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- ROUND F. E., CRAWFORD R. M. & MANN D. G. 1990. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge.
- SALDARRIAGA, J.F., TAYLOR, F.J.R., CAVALIER-SMITH, T., MENDEN-DEUER, S., KEELING, P. J. 2004. Molecular data and the evolutionary history of dinoflagellates. *European Journal of Protistology* 40:85–111.

- SILVA, L. H. S. 1999. Phytoplankton in an eutrophic reservoir (Lake Monte Alegre), Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* (59)281-303.
- SIMONSEN, R. 1979. The diatom system: ideas on phylogeny. *Bacillaria* 2:9-71.
- STARMACH, K. 1985. Chrysophyceae und Haptophyceae. *In* H. Ettl, J. Gerloff, H. Heynig, & D. Mollenhauer (eds.). *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Band 1. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- TAYLOR, F. J. R., HOPPENRATH, M. & SILDARRIAGA, J. F. 2008. Dinoflagellate diversity and distribution. *Biodiversity Conservation* 17:407–418.
- VAN-DEN-HOEK, C.; MANN, D. G.; JANHS, H. J. A. 1995. *An Introduction to Phycology*. University of Cambridge Press, Cambridge.
- WEHR, J. D. & SHEATH, R. G. 2003. *Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification*. Academic Press, San Diego.
- XAVIER, M. B. 1996. Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico. *Iheringia* 47:103-122.

Considerações Gerais sobre a Flora Planctônica das Represas Billings e Guarapiranga

Foram identificados, descritos e ilustrados, 84 táxons para as represas Billings (Braço Taquacetuba) e Guarapiranga, sendo: 36 de Chlorophyceae (43%); 17 de Cyanobacteria (20%); 13 de Euglenophyceae (15,5%); 7 de Bacillariophyceae (8,5%); 5 de Zygnematophyceae (6%); 3 de Xantophyceae (3,5%); 2 de Dinophyceae (2,5%) e 1 de Chrysophyceae (1%) (Figura 1, Anexos). Seis táxons não puderam ser identificados além do nível genérico pela impossibilidade de observação de características consideradas imprescindíveis para a determinação específica. Foram eles: 2 de Euglenophyceae (*Euglena* sp. e *Trachelomonas* sp.); 1 de Cyanobacteria (*Anabaena* sp.); 1 de Bacillariophyceae (*Synedra* sp.); 1 de Chlorophyceae (*Eremosphaera* sp.) e 1 de Zygnematophyceae (*Mougeotia* sp.).

Represa Billings

1. Foram identificados, descritos e ilustrados 68 táxons, distribuídos em 43 gêneros, para a represa Billings (Braço do Taquacetuba), sendo: 28 de Chlorophyceae (41%); 17 de Cyanobacteria (25%); 9 de Euglenophyceae (13%); 6 de Bacillariophyceae (9%); 4 de Zygnematophyceae (6%); 3 de Xantophyceae (4,5%) e 1 de Dinophyceae (1,5%). A classe Chrysophyceae não esteve representada na represa Billings (Figura 1, Anexos). Os gêneros com maior número de táxons foram: *Trachelomonas* com 5 (7% do total); *Desmodesmus* com 4 (6% do total); *Anabaena* e *Microcystis* com 3 taxons cada uma (4,5% do total) e *Aulacoseira* com 3 (4,5% do total). Proporções similares para esses mesmos grupos taxonômicos foram verificadas por Carvalho em 2003 para o corpo central da represa Billings.

2. Dezesete táxons foram exclusivos da represa Billings (Braço do Taquacetuba) sendo, 11 de Cyanobacteria (*Microcystis aeruginosa*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis protocystis*, *Sphaerocavum brasiliense*, *Woronichinia naegeliana*, *Planktothrix isothrix*, *Pseudanabaena mucicola*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena solitaria*, *Anabaena* sp. e *Cylindrospermopsis raciborskii*); 3 de Chlorophyceae (*Botryococcus terribilis*, *Tetrastrum homoiacanthum*, *Scenedesmus disciformis*) e 3 de

Euglenophyceae (*Lepocinclis acus*, *Trachelomonas similis* var. *spinosa*, *Trachelomonas* sp.).

3. Em relação aos meses amostrados, a amostra de Maio/04 apresentou o maior número de táxons (52) e a amostra de Novembro/04, o menor número (28). No entanto, se considerarmos as amostras referentes ao período de seca (maio, julho e setembro) e as do período chuvoso (janeiro, março e novembro), não houve diferença quanto à riqueza de espécies: 116 e 112 táxons identificados, respectivamente (Tabela 1, Anexos).

4. Dezesete táxons estiveram presentes nas seis amostras analisadas: *Anabaena solitaria*, *Anabaena* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix*, *Coelastrum indicum*, *Desmodesmus communis*, *Scenedesmus acuminatus*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum*, *Stauridium tetras*, *Mougeotia* sp., *Trachelomonas hirta*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Nitzschia fruticosa*, *Peridiniopsis cunningtonii*. Quinze táxons estiveram presentes em uma única amostra analisada: *Pseudanabaena catenata*, *Botryococcus neglectus*, *Botryococcus terribilis*, *Desmodesmus denticulatus*, *Dichotomococcus curvatus*, *Parapediastrium biradiatum*, *Tetrastrum homoiacanthum*, *Westella botryoides*, *Euastrum rectangulare*, *Euglena texta* var. *salina*, *Lepocinclis acus*, *Trachelomonas* sp., *Aulacoseira ambígua*, *Pseudopolyedriopsis skujae*, *Tetraedriella spinigera* (Tabela 1, Anexos).

5. Dezenove táxons foram registrados como primeira referência para a represa Billings, sendo 8 de Chlorophyceae (*Actinastrum hantzschii* var. *subtile*, *Botryococcus neglectus*, *Dichotomococcus curvatus*, *Dictyosphaerium sphagnale*, *Franceia droescheri*, *Parapediastrium biradiatum*, *Pediastrium duplex* var. *gracilimum*, *Tetrastrum homoiacanthum*); 3 de Euglenophyceae (*Euglena texta* var. *salina*, *Trachelomonas hirta* var. *duplex*, *Trachelomonas similis* var. *spinosa*); 3 de Zygnematophyceae (*Euastrum rectangulare*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum*, *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetragona*); 2 de Xantophyceae (*Pseudopolyedriopsis skujae*, *Tetraedriella spinigera*); 2 de Bacillariophyceae (*Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Nitzschia fruticosa*) e 1 de Dinophyceae (*Peridiniopsis cunningtonii*).

6. Nove espécies de Cyanobacteria potencialmente tóxicas foram encontradas na represa Billings (Braço do Taquacetuba): *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis panniformis*, *Microcystis protocystis*, *Woronichinia naegeliana*, *Geitlerinema unigranulatum*, *Planktothrix agardhii*, *Planktothrix isothrix*, *Anabaena circinalis* e *Cylindrospermopsis raciborskii*.

Represa Guarapiranga

1. Foram identificados, descritos e ilustrados 67 táxons, distribuídos em 46 gêneros, para a represa Guarapiranga, sendo: 33 de Chlorophyceae (49%); 10 de Euglenophyceae (15%); 7 de Bacillariophyceae (10,5%); 6 de Cyanobacteria (9%); 5 de Zygnematophyceae (7,5%); 3 de Xantophyceae (4,5%); 2 de Dinophyceae (3%) e 1 de Chrysophyceae (1,5%) (Figura 1, Anexos). Os gêneros com maior número de táxons foram: *Desmodesmus* com 4 (6% do total); *Phacus* com 4 (6% do total); *Pseudanabaena* com 3 (4,5% do total) e *Aulacoseira* com 3 (4,5% do total). Proporções similares para esses mesmos grupos taxonômicos foram verificadas para a represa Guarapiranga por Beyruth em 1996.

2. Dezesesseis táxons foram exclusivos da represa Guarapiranga, sendo 8 de Chlorophyceae (*Acanthosphaera zachariasii*, *Ankistrodesmus bibraianus*, *Crucigeniella crucifera*, *Lagerheimia longiseta*, *Micractinium bornhemiense*, *Monoraphidium arcuatum*, *Treubaria crassipina*, *Eudorina illinoisensis*), 4 de Euglenophyceae (*Monomorpha pyrum*, *Phacus longicauda* var. *torta*, *Phacus monilatus* var. *suecicus*, *Phacus pleuronectes*); 1 de Zygnematophyceae (*Staurodesmus dejectus*); 1 de Bacillariophyceae (*Amphora ovalis*); 1 de Chrysophyceae (*Dinobryon sertularia*) e 1 de Dinophyceae (*Glochidinium platygaster*).

3. Em relação aos meses amostrados, a amostra de Maio/04 apresentou o maior número de táxons (45) e a amostra de Setembro/04 o menor número (32). No entanto, se considerarmos as amostras referentes ao período de seca (maio, julho e setembro) e as do período chuvoso (janeiro, março e novembro), não houve diferença significativa quanto à riqueza de espécies: 120 e 115 táxons identificados, respectivamente (Tabela 1, Anexos).

4. Treze táxons estiveram presentes nas seis amostras analisadas: *Ankistrodesmus fusiformis*, *Desmodesmus communis*, *Desmodesmus opoliensis*, *Micractinium pusillum*, *Scenedesmus acuminatus*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum*, *Mougeotia* sp., *Trachelomonas hirta*, *Trachelomonas volvocinopsis*, *Aulacoseira granulata*, *Aulacoseira granulata* var. *angustissima*, *Nitzschia fruticosa*, *Peridiniopsis cunningtonii*. Doze táxons estiveram presentes em uma única amostra analisada: *Pseudanabaena catenata*, *Acanthosphaera zachariasii*, *Botryococcus neglectus*, *Lagerheimia longiseta*, *Micractinium bornhemiense*, *Treubaria crassipina*, *Euastrum rectangulare*, *Phacus monilatus* var. *suecicus*, *Amphora ovalis*, *Dinobryon sertularia*, *Isthmochloron lobulatum* e *Glochidinium platygaster* (Tabela 1, Anexos).

5. Trinta e três táxons foram registrados como primeira referência para a represa Guarapiranga, sendo 15 de Chlorophyceae (*Actinastrum hantzschii* var. *subtile*, *Coelastrum indicum*, *Crucigeniella crucifera*, *Dichotomococcus curvatus*, *Dictyosphaerium sphagnale*, *Golenkiniopsis longispina*, *Lagerheimia longiseta*, *Micractinium bornhemiense*, *Monactinus simplex*, *Parapediastrium biradiatum*, *Pediastrum duplex*, *Pediastrum duplex* var. *gracilimum*, *Staurodesmus dejectus*, *Treubaria crassipina*, *Eudorina illinoisensis*); 7 de Euglenophyceae (*Euglena texta* var. *salina*, *Monomorphina pyrum*, *Phacus longicauda* var. *torta*, *Phacus pleuronectes*, *Phacus monilatus* var. *suecicus*, *Trachelomonas hirta*, *Trachelomonas hirta* var. *duplex*); 4 de Zygnematophyceae (*Euastrum rectangulare*, *Staurastrum anatinum* var. *anatinum* f. *anatinum*, *Staurastrum tetracerum* var. *tetracerum* f. *tetrágona*, *Staurodesmus dejectus*); 3 de Bacillariophyceae (*Aulacoseira ambígua*, *Amphora ovalis*, *Nitzschia fruticosa*); 3 de Xantophyceae (*Isthmochloron lobulatum*, *Pseudopolyedriopsis skujae*, *Tetraedriella spinigera*) e 2 de Dinophyceae (*Glochidinium platygaster*, *Peridiniopsis cunningtonii*).

6. Duas espécies de Cyanobacteria potencialmente tóxicas foram encontradas na represa Guarapiranga: *Planktothrix agardhii* e *Geitlerinema unigranulatum*.

Considerações Finais

De acordo com o índice de Similaridade de Sørensen (75,5%), a similaridade entre as represas Billings e Guarapiranga foi elevada. Dos 84 táxons identificados, 51

(61% do total) foram comuns às duas represas (Tabela 2, Anexos). Esse elevado índice de similaridade entre as duas represas pode ser resultado da transposição de água do Braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga, o que vem ocorrendo desde o ano 2000.

A elevada riqueza de espécies apresentada pelas Chlorophyceae (nas duas represas) e pelas Cyanobacteria (no caso da represa Billings), em contraposição ao apresentado pelas classes Zygnemaphyceae, Xanthophyceae e Chrysophyceae (Figura 1, Anexos), está relacionado com os elevados índices de eutrofização das duas represas, o que está de acordo com a literatura sobre corpos hídricos eutrofizados de regiões tropicais.

No caso da represa Guarapiranga, acreditamos que a aplicação de algicidas (sulfato de cobre ou ozônio), para o controle de florações de cianobactérias, interferiu na composição florística da comunidade fitoplanctônica, diminuindo a representatividade de alguns táxons mais sensíveis ao algicida aplicado.

A N E X O S

Tabela 1: Listagem dos táxons identificados com base na presença-ausência dos mesmos nas represas estudadas.

TÁXONS IDENTIFICADOS	Guarap. Jan./2004	Billings Jan./2004	Guarap. Mar./2004	Billings Mar./2004	Guarap. Mai./2004	Billings Mai./2004	Guarap. Jul./2004	Billings Jul./2004	Guarap. Set./2004	Billings Set./2004	Guarap. Nov./2004	Billings Nov./2004
CYANOBACTERIA												
Aphonocapsa delicatissima					+	+	+					
Aphonocapsa incerta	+	+	+		+	+	+				+	
Microcystis aeruginosa		+		+		+		+		+		+
Microcystis panniformis		+		+		+		+				
Microcystis protocystis		+		+				+		+		+
Sphaerococcus brasiliense		+				+		+		+		+
Woronichinia naegelian		+		+				+				
Geitlerinema unigranulatum						+			+	+		
Pseudanabaena catenata			+	+								
Pseudanabaena galeata	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+
Pseudanabaena mucicola		+						+				
Planktothrix agardhii	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+
Planktothrix isothrix		+		+		+		+		+		+
Anabaena sp.		+		+		+		+		+		+
Anabaena circinalis		+				+		+				+
Anabaena solitaria		+		+		+		+		+		+
Cylindropspermopsis raciborskii				+		+		+				
CHLOROPHYCEAE												
Acantospaera zachariasii	+											
Actinastrum hantzschii	+	+	+	+		+	+	+				+
Ankistrodesmus bibrarianus					+		+					
Ankistrodesmus fusiformis	+		+	+	+	+	+		+		+	
Ankistrodesmus gracilis		+	+		+	+	+	+	+	+	+	
Botryococcus neglectus						+					+	
Botryococcus terribilis										+		
Coelastrum indicum	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Coelastrum reticulatum					+	+	+		+	+		
Crucigeniella crucifera					+		+					
Desmodesmus armatus	+		+	+	+	+		+				
Desmodesmus communis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Desmodesmus denticulatus	+		+		+	+	+	+	+	+	+	
Desmodesmus opoliensis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Dichotomococcus curvatus	+	+	+								+	
Dictyosphaerium sphagnale	+		+	+	+	+	+					
Eremosphaera sp.			+		+	+	+					
Franceia droescheri	+		+	+		+	+		+	+	+	
Golenkiniopsis longispina	+		+	+	+	+	+		+			
Lagerheimia longiseta					+							
Micractinium bornhemienense					+							
Micractinium pusillum	+	+	+	+	+	+	+		+		+	
Monactinus simplex	+	+		+	+	+		+		+		+
Monoraphidium arcuatum											+	
Monoraphidium contortum		+	+	+	+	+	+		+		+	
Parapediatrum biradiatum	+	+	+		+							
Pediastrum duplex duplex	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Pediastrum duplex gracilimum	+		+		+	+		+				
Scenedesmus acuminatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Scenedesmus bernardii	+				+	+	+	+	+		+	+
Scenedesmus disciformis				+		+		+				+
Stauridium tetras		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tetrastrum homoiacanthum						+						
Treubania crassispina					+							
Westella botryoides					+	+	+					
Eudorina illinoisensis	+		+									
ZYGNEMATOPHYCEAE												
Mougeotia sp.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Euastrium rectangulare		+	+									
Staurastrum anatinum	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Staurastrum tetracerum		+			+	+		+	+	+	+	+
Staurodesmus dejectus			+				+					
EUGLENOPHYCEAE												
Euglena sp.		+	+	+	+		+	+	+		+	
Euglena texta salina			+		+	+	+		+		+	
Lepocinclis acus		+										
Monomorpha pylum	+						+					
Phacus longicauda	+		+	+			+	+			+	+
Phacus longicauda torta	+		+									
Phacus pleuronectes			+				+				+	
Phacus monilata suecica	+											
Trachelomonas sp.		+										
Trachelomonas hirta	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trachelomonas hirta duplex		+	+	+		+	+					
Trachelomonas similis		+				+						
Trachelomonas volvocinopsis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
BACILLARIOPHYCEAE												
Aulacoseira ambigua			+	+	+		+					
Aulacoseira granulata	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aulacoseira granulata angust	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cyclotella menighiniana	+	+	+				+			+	+	+
Amphora ovalis					+							
Nitzschia fruticosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Synedra sp.		+	+		+	+	+			+		
CHRYSTOPHYCEAE												
Dinobryon sertularia			+									
XANTOPHYCEAE												
Isthmochlorum lobulatum		+				+	+					
Pseudopolyedriopsis skujae	+					+			+			
Tetraedriella spinigera	+	+	+		+							
DINOPHYCEAE												
Glochidinium penardiforme			+									
Pendiniopsis cunningtoni	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
TOTAL DE TÁXONS	38	44	44	40	45	52	43	35	32	29	33	28

Tabela 2: Número de táxons identificados para as represas Billings e Guarapiranga, número de táxons exclusivos e comuns de cada represa e Índice de Similaridade de Sörensen.

	represa Billings	represa Guarapiranga
Total de táxons	68	67
Táxons exclusivos	17	16
% táxons exclusivos	25%	24%
Táxons comuns	51	51
% táxons comuns	75%	76%
Índice de Similaridade de Sörensen	75,5 %	

Figura 1: Porcentagem de contribuição dos grupos taxonômicos do fitoplâncton para a riqueza de espécies das represas estudadas.

Índice Remissivo dos Táxons

<i>Acanthosphaera zachariasii</i> Lemmermann.....	88
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i> Woloszyńska.....	83
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing.....	171
<i>Anabaena circinalis</i> Rabenhorst.....	51
<i>Anabaena solitaria</i> Klebahn.....	52
<i>Anabaena</i> sp.....	53
<i>Ankistrodesmus bibraianus</i> (Reinsch) Korshikov.....	78
<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda sensu Korshikov.....	79
<i>Ankistrodesmus gracilis</i> (Reinsch) Korshikov.....	80
<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West et West.....	35
<i>Aphanocapsa incerta</i> (Lemmermann) Cronberg & Komárek.....	36
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen.....	167
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen.....	168
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (Müller) Simonsen.....	169
<i>Botryococcus neglectus</i> (West & West) Komárek & Marvan.....	74
<i>Botryococcus terribilis</i> Komárek & Marvan.....	76
<i>Coelastrum indicum</i> Turner.....	84
<i>Coelastrum reticulatum</i> (Dangeard) Senn.....	84
<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek.....	104
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing.....	170
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszyńska) Seenayya & Subba Raju.....	54
<i>Desmodesmus armatus</i> var. <i>bicaudatus</i> (Guglielmetti) Hegewald.....	105
<i>Desmodesmus communis</i> (Hegewald) Hegewald.....	106
<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) An et al.....	107
<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.Richter) Hegewald.....	108
<i>Dichotomococcus curvatus</i> Korshikov.....	76
<i>Dictyosphaerium sphagnale</i> Hindák.....	77
<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg.....	173
<i>Eremosphaera</i> sp.....	79
<i>Euastrum rectangulare</i> Fritsch & Rich.....	118
<i>Eudorina illinoisensis</i> (Kofoid) Pascher.....	114
<i>Euglena texta</i> var. <i>salina</i> (Fritsch) Popova.....	136

<i>Euglena</i> sp.....	137
<i>Franceia droescheri</i> (Lemmermann) Smith.....	99
<i>Geitlerinema unigranulatum</i> (Singh) Komárek & Azevedo.....	44
<i>Glochidinium platygaster</i> Boltovskoy.....	179
<i>Golenkiniopsis longispina</i> (Korshikov) Korshikov.....	93
<i>Isthmochloron lobulatum</i> (Nägeli) Skuja.....	176
<i>Lagerheimia longiseta</i> (Lemmermann) Printz.....	100
<i>Lepocinclis acus</i> (Müller) Marin & Melkonian.....	138
<i>Micractinium bornhemense</i> (Conrad) Korshikov.....	95
<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius.....	95
<i>Microcystis aeruginosa</i> Kützing.....	30
<i>Microcystis panniformis</i> Komárek <i>et al.</i>	32
<i>Microcystis protocystis</i> Crow.....	33
<i>Monactinus simplex</i> (Meyen) Corda.....	89
<i>Monomorphina pyrum</i> (Ehrenberg) Mereschkowsky emend. Kosmala & Zakrys.....	139
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korschikov) Hindák.....	81
<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová.....	82
<i>Mougeotia</i> sp.....	122
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt.....	171
<i>Parapediastrum biradiatum</i> (Meyen) Hegewald.....	90
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen.....	91
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracilimum</i> West et West.....	92
<i>Peridiniopsis cunningtonii</i> (Lemmermann) Popovský & Pfister.....	180
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin var. <i>longicauda</i>	141
<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin var. <i>torta</i> Lemmermann.....	142
<i>Phacus monilata</i> var. <i>suecica</i> Lemmermann.....	144
<i>Phacus pleuronectes</i> (Müller) Dujardin emend. Zakrys & Kosmala.....	143
<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek.....	41
<i>Planktothrix isothrix</i> (Skuja) Komárek & Komárková.....	42
<i>Pseudanabaena catenata</i> Lauterborn.....	45
<i>Pseudanabaena galeata</i> Böchner.....	46
<i>Pseudanabaena mucicola</i> (Nauman & Hubber-Pestalozzi) Bourrelly.....	47
<i>Pseudopolyedriopsis skujae</i> Gollerbach.....	177
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Chodat.....	109

<i>Scenedesmus bernardii</i> Smith.....	110
<i>Scenedesmus disciformis</i> (Chodat) Fott et Komárek.....	111
<i>Sphaerocavum brasiliense</i> Azevedo & Sant'Anna.....	37
<i>Staurostrum anatinum</i> Cooke & Wills var. <i>anatinum</i> f. <i>Anatinum</i>	119
<i>Staurostrum tetracerum</i> Ralfs ex Ralfs var. <i>tetracerum</i> f. <i>tetragona</i> West & West.....	120
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) Hegewald.....	92
<i>Staurodesmus dejectus</i> (Brébisson) Teiling.....	121
<i>Synedra</i> sp.....	172
<i>Tetraedriella spinigera</i> Skuja.....	178
<i>Tetrastrum homoiacanthum</i> (Huber-Pestalozzi) Comas.....	112
<i>Trachelomonas hirta</i> da Cunha.....	148
<i>Trachelomonas hirta</i> var. <i>duplex</i> Deflandre.....	149
<i>Trachelomonas similis</i> Stokes var. <i>spinosa</i> Huber-Pestalozzi.....	149
<i>Trachelomonas</i> sp.....	151
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i> Svirenko.....	150
<i>Treubaria crassipina</i> Smith.....	113
<i>Westella botryoides</i> (West) de Wildemann.....	112
<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin.....	34