

*Dinâmica espaço-temporal da comunidade  
fitoplanctônica de um reservatório hipereutrófico:  
Salto Grande (Americana, São Paulo).*

Serviço de Pós-Graduação EESC/USP  
EXEMPLAR REVISADO  
Data de entrada no Serviço: 11/10/00  
Ass: 

Rita Cerqueira Ribeiro de Souza

Tese apresentada à Escola de Engenharia  
de São Carlos, Universidade de São Paulo,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Doutor em Ciências da Engenharia  
Ambiental

DEDALUS - Acervo - EESC



31100016767

ORIENTADORA: Profa. Assoc. Maria do Carmo Calijuri

São Carlos

2000



Class.	TESE-EESC
Cutt.	5818
Tombo	T0239/00

31100010767

at 112/220

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento  
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S729d Souza, Rita Cerqueira Ribeiro e  
Dinâmica espaço-temporal da comunidade  
fitoplanctônica de um reservatório hipereutrófico :  
Salto Grandê (Americana, São Paulo) / Rita Cerqueira  
Ribeiro de Souza. -- São Carlos, 2000.

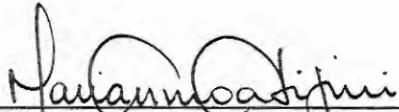
Tese (Doutorado) -- Escola de Engenharia de São  
Carlos-Universidade de São Paulo, 2000.  
Área: Ciências da Engenharia Ambiental.  
Orientador: Profa. Dra. Maria do Carmo Calijuri.

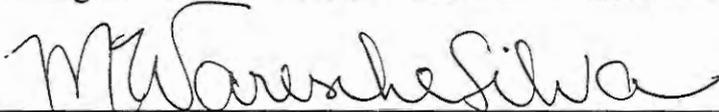
1. Eutrofização. 2. Hipereutrófico. 3. Fitoplâncton.
4. Macrófitas. 5. Distúrbio Intermediário. 6. Dinâmica.
7. Sucessão. I. Título.

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

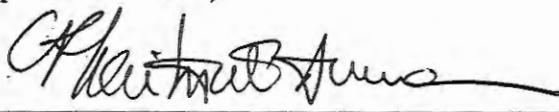
Candidata: Bacharela **RITA CERQUEIRA RIBEIRO DE SOUZA**

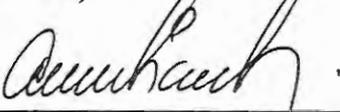
Tese defendida e aprovada em 18-08-2000  
pela Comissão Julgadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Associada **MARIA DO CARMO CALIJURI (Orientadora)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)

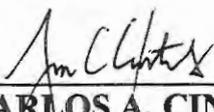
  
\_\_\_\_\_  
Doutora **MARIA BERNADETE AMANCIO VARESCHE SILVA**  
(Pesquisadora FAPESP)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Titular **RAOUL HENRY**  
(UNESP - Campus de Botucatu)

  
\_\_\_\_\_  
Doutora **CÉLIA LEITE SANT'ANNA**  
(Instituto de Botânica)

  
\_\_\_\_\_  
Doutor **CARLOS EDUARDO MATTOS BICUDO**  
(Instituto de Botânica)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Doutor **IVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação  
em Ciências da Engenharia Ambiental

  
\_\_\_\_\_  
**JOSÉ CARLOS A. CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Maria do Carmo Calijuri, pela orientação.

À Dra. Célia Sant'Anna e aos Drs. J. Komárek e J. Komarková pelo auxílio na identificação dos organismos fitoplanctônicos

À amiga Livia Agujaro, pelo auxílio na identificação, enorme paciência na tradução de chaves em alemão e divisão de tarefas

Ao João Carlos Milanelli (Mila), que passou longas horas rodando programas estatísticos tentando entender os meus dados "mau educados"

Ao DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica, Diretoria da Bacia do Médio Tietê), em especial ao Dr. Luiz Roberto Moretti, pelos dados de vazão

Aos técnicos do SEMAE (Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba, CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz de Americana) e DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) pelo auxílio com as coletas

Aos meus pais Neuza (*in memoriam*) e Ricardo, que sempre me incentivaram

Ao meu marido, Fábio, pela compreensão, auxílio e, acima de tudo, pelas horas de alegria.

*companheiro de todas as horas*

*Ao Fábio,*

## SUMÁRIO

### AGRADECIMENTOS

LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE SÍMBOLOS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT.....	xii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. BASES ECOLÓGICAS.....</b>	<b>5</b>
3.1 Reservatórios como sistemas ecológicos.....	6
3.2 Estratégias de sobrevivência do fitoplâncton.....	9
3.3 Competição.....	12
3.4 Teoria do equilíbrio competitivo.....	13
3.5 Teoria do desequilíbrio.....	14
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>16</b>
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
5.1 Variáveis abióticas.....	22
5.1.1 Variáveis climáticas.....	22
5.1.2 Variáveis hidrológicas.....	22

5.2 Comunidade fitoplanctônica .....	23
5.2.1 Coleta e Preservação .....	23
5.2.2 Densidade e Biomassa.....	24
5.2.3 Tratamento dos dados.....	24
5.2.3.1 Composição e Estrutura da comunidade .....	24
5.2.3.2 Estratégias de Sobrevivência .....	26
5.3 Análise estatística .....	26
<b>6. RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
6.1 Variáveis Abióticas.....	27
6.1.1 Variáveis físicas e químicas .....	27
6.1.2 Variáveis Climáticas .....	27
6.1.3 Variáveis Hidrológicas.....	28
6.2 Comunidade Fitoplanctônica.....	36
6.2.1 Composição e Estrutura .....	36
6.2.2 Estratégias de Sobrevivência.....	48
6.2.3 Dinâmica temporal.....	52
<b>7. DISCUSSÃO .....</b>	<b>59</b>
7.1 Caracterização abiótica do reservatório .....	60
7.2 Comunidade fitoplanctônica.....	63
7.2.1 Composição e estrutura .....	63
7.2.2 Estratégias adaptativas e seqüência de dominância .....	66

7.2.3 Dinâmica espacial.....	71
7.2.4 Dinâmica temporal.....	73
7.2.4.1 Sucessão e Competição – Hipótese do Distúrbio Intermediário.....	77
<b>8. CONCLUSÕES .....</b>	<b>82</b>
<b>9. RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>85</b>
<b>10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>86</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>117</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1– Regiões características de reservatórios.....	7
FIGURA 4.1– Bacia do Rio Piracicaba e localização do reservatório Salto Grande .....	16
FIGURA 5.1– Foto de imagem de satélite mostrando o Reservatório Salto Grande com localização dos pontos de coleta.....	23
FIGURA 6.1– Valores de pH na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	29
FIGURA 6.2– Valores de Pluviosidade (mm) e Transparência (m) na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fev./95 a dez./95. ....	30
FIGURA 6.3 – Valores de Pluviosidade (mm) e Transparência (m) na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de jan./96 a dez./96. ....	31
FIGURA 6.4 – Valores de Pluviosidade (mm) e Transparência (m) na Praia Azul, Praia dos Namorados e Rio Piracicaba (Captação de Americana), no período de jan./97 a dez./97 .....	32
FIGURA 6.5 – Valores de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fósforo total obtidos por CETESB (1996, 1998 e 1998a ) .....	ANEXO
FIGURA 6.6 – Valores de nitrato, amônia, nitrito, fósforo total, fósforo inorgânico e fósforo orgânico total obtidos por Minoti (1999 ) .....	ANEXO
FIGURA 6.7 – Valores de fosfato orgânico, fosfato inorgânico dissolvido e fósforo total obtidos por Rios (1999).....	ANEXO
FIGURA 6.8 – Valores de nitrato, amônia, nitrito, fosfato total dissolvido, ortofosfato dissolvido e fósforo total obtidos por Costa (1998) .....	ANEXO
FIGURA 6.9 – Valores de Temperatura do ar e da água (°C) registrados na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fev./95 a dez./97. ....	33
FIGURA 6.10 – Vento máximo (m/s) registrado na Estação Meteorológica de Limeira, no período de fev./95 a dez./97.....	34
FIGURA 6.11 – Insolação (horas/dia) registrada na Estação de Limeira, no período de fev./95 a dez./97. ....	34
FIGURa 6.12- Pluviosidade (mm), obtida na Estação Meteorológica de Limeira, Vazão afluyente e Vazão defluente (m <sup>3</sup> /s), segundo DAEE, no período de fev./95 a dez./97 .....	35
FIGURA 6.13 – Algumas Cianofíceas encontradas no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.....	39
FIGURA 6.14 – Algumas Clorofíceas encontradas no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.....	40
FIGURA 6.15 – Algumas Bacilariofíceas e Criptofíceas encontradas no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	41
FIGURA 6.16 – Densidade das classes fitoplanctônicas, na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	42
FIGURA 6.17 –Biomassa das classes fitoplanctônicas, na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	43

FIGURA 6.18 –Densidade das classes fitoplanctônicas (densidade), na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	44
FIGURA 6.19 – Biomassa das classes fitoplanctônicas (biomassa), na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	45
FIGURA 6.20- Riqueza de espécies, Diversidade (Densidade) e Diversidade (Biomassa) na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	46
FIGURA 6.21 - Riqueza de espécies, Diversidade (Densidade) e Diversidade (Biomassa) na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	47
FIGURA 6.22 –Resultado da análise de agrupamento para os grupos de estratégias na Praia Azul .....	50
FIGURA 6.23 - Resultado da análise de agrupamento para os grupos de estratégias na Praia dos Namorados.....	51
FIGURA 6.24 – Densidade dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/95 .....	53
FIGURA 6.25 - Biomassa dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro a dezembro/95 .....	53
FIGURA 6.26 – Densidade dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/96 .....	54
FIGURA 6.27 – Biomassa dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/96 .....	54
FIGURA 6.28– Densidade dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/97 .....	55
FIGURA 6.29 – Biomassa dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/97 .....	55
FIGURA 6.30 – Quadro resumo da dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	57
FIGURA 6.31 - Quadro resumo da dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	58

## LISTA DE TABELAS

TABELA 6.1 – Dados de nutrientes obtidos por Minoti (1999), na região da Praia dos Namorados, mensais, no período de agosto de 1995 a julho de 1996.....	ANEXO
TABELA 6.2 – Dados de nutrientes obtidos por Rios (1999) na regiões da Praia Azul e Praia dos Namorados, mensais, no período de agosto de 1996 a julho de 1997.....	ANEXO
TABELA 6.3 – Dados de nutrientes obtidos por Deberdt (1997) na região da Praia dos Namorados, no período de agosto de 1995 e janeiro de 1996. ....	ANEXO
TABELA 6.4– Dados de nutrientes obtidos por Bitar (1998), nas regiões a montante e a jusante do reservatório Salto Grande, mensais, no período de agosto de 1996 a janeiro de 1997. ....	ANEXO
TABELA 6.5 – Dados de nutrientes obtidos por CETESB (1996, 1996 <sup>a</sup> , 1998b), bimestrais, nas regiões a montante e a jusante do reservatório Salto Grande, nos anos de 1995, 1996 e 1997. ....	ANEXO
TABELA 6.6 – Dados de nutrientes obtidos por Costa (1997) nas regiões da Praia Azul e da Praia dos Namorados, mensais, no período de outubro de 1996 a março de 1997. ....	ANEXO
TABELA 6.7 – Lista dos taxa fitoplanctônicos registrados no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.8 – Frequência de ocorrência dos taxa fitoplanctônicos registrados na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.9 – Frequência de ocorrência dos taxa fitoplanctônicos registrados na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.10 – Espécies com maiores densidades na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.11 – Espécies com maiores densidades na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.12 – Espécies com maiores biomassas, na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.13 – Espécies com maiores biomassas, na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.....	ANEXO
TABELA 6.14 – Grupos de estratégias no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 .....	ANEXO
TABELA 6.15 - Resultados da análise de regressão múltipla para a Praia Azul.....	ANEXO
TABELA 6.16 - Resultados da análise de regressão múltipla para a Praia dos Namorados .....	ANEXO

## LISTA DE SÍMBOLOS

ac.....	graus centígrados
GALD.....	medida do maior eixo do organismo
h.....	hora
Km.....	quilômetro
Km.....	quilometro quadrado
m.....	metro
m <sup>3</sup> /s.....	metro cúbico por segundo
meq.....	miliequivalente
mg.....	miligrama
mL.....	mililitro
org.....	organismo
org./mL.....	organismo por mililitro
s.....	segundo
UPA.....	unidade padrão de área
UPAIML.....	unidade padrão de área por mililitro
mg.....	micrograma
µm.....	micrômetro

## RESUMO

O reservatório Salto Grande pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba, recebendo efluentes domésticos e industriais de centros urbanos como Campinas, Limeira e Paulínia. Essa é a região de maior crescimento populacional do Estado de São Paulo e os despejos que o reservatório tem recebido ao longo dos anos aceleraram um processo de eutrofização iniciado na década de 70, tornando-o hipereutrófico. Este trabalho tem como objetivo o estudo da dinâmica espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica do reservatório. Foram analisadas as características e flutuações da comunidade fitoplanctônica (densidade, bioárea, riqueza, diversidade de espécies, estratégias adaptativas), durante o período de fevereiro de 1995 a dezembro de 1997, em duas regiões; Praia Azul e Praia dos Namorados. Foram consideradas também características climatológicas (pluviosidade, temperatura do ar e da água, vento); hidrológicas (vazões afluente e defluente); físicas e químicas (pH, transparência e nutrientes). Para tratamento dos dados obtidos utilizou-se análise de agrupamento e análise de regressão múltipla. Os resultados mostram a ocorrência de 224 taxa, sendo 39 Cyanophyceae, 111 Chlorophyceae, 14 Zygnemaphyceae, 25 Bacilladophyceae, 05 Cryptophyceae, 05 Chrysophyceae, 05 Dinophyceae, 15 Euglenophyceae e 05 Xantophyceae. As cianofíceas foram dominantes, sendo representadas especialmente por *Microcystis aeruginosa*, *M. cf. lamelliformis*, *M. protocystis*, *Anabaena circinalis* e *A. crassa*. A comunidade reflete o grau hipereutrófico do sistema, através das elevadas densidades e bioáreas. Houve dominância de *Microcystis* spp. ao longo dos anos, caracterizando um estágio final de sucessão. Em períodos de dominância de *Microcystis* spp. também foram abundantes e freqüentes *Pseudanabaena mucicola*, *Nitzschia palea* e *Chlamydomonas* spp. Após distúrbios de alta intensidade *Ankyra judayi*, *Schroederia antillarum* e *Cryptomonas* spp. tornaram-se comuns, enquanto *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Coelastrum astroideum*, e *Monoraphidium* spp. foram abundantes esporadicamente. Variações climáticas interferiram no padrão sucessional em 1996 e 1997, porém observa-se períodos mais prolongados de *Microcystis* spp. durante o inverno (período seco), quando também são observadas as maiores densidades e biomassas. As macrófitas exercem papel importante na manutenção das florações de *Microcystis*, pois atuam como proteção contra o carreamento pelo vento e correntes.

Palavras-chave: Brasil, cianofíceas, dinâmica, distúrbio intermediário, fitoplâncton, hipereutrófico, macrófitas, reservatório.

## ABSTRACT

Salto Grande reservoir is located in the Piracicaba river basin, one of the most populated areas in São Paulo state. Its water quality suffers the effects of the increasing population, and domestic and industrial untreated effluents. This thesis discuss the phytoplanktonic community as assessed from weekly samples collected from February 1995 to December 1997. The analysis of the phytoplanktonic community characteristics and dynamics (density, bio-area, richness, species diversity, species survival strategies), as well as climatic (wind, rain, temperature), hidrological (flow) and physical and chemical aspects (pH, transparency, nutrients) were based on data coming from two surface sampling stations (Praia Azul and Praia dos Namorados). In order to evaluate the community structure, the relative abundance, frequency of occurrence of species and diversity index (Shannon), were calculated. Cluster analysis and multiple regression analysis were used for the multivariate statistical treatment of data. The phytoplankton, dominated by the cyanobacteria *Microcystis* spp., included 224 taxa: 39 Cyanophyceae, 111 Chlorophyceae, 14 Zygnemaphyceae, 25 Bacillariophyceae, 05 Cryptophyceae, 05 Chrysophyceae, 05 Dinophyceae, 15 Euglenophyceae and 05 Xantophyceae. The Cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*, *M. cf. lamelliformis*, *M. protocystis*, *Anabaena circinalis* and *A. crassa* were dominant. Community structure reflects the hypereutrophic character of the system, also seen in the high phytoplankton densities and bio-areas. *Microcystis* spp. were dominant throughout the study, showing the reservoir was at the late successional stage. During periods of high *Microcystis* spp. densities, *Pseudanabaena mucicola*, *Nitzschia palea* and *Chlamydomonas* spp. were both abundant and frequent. *Ankyra judayi*, *Schroederia antillarum* and *Cryptomonas* spp. became abundant after disturbances to the system, while *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Coelastrum astroideum* and *Monoraphidium* spp. were only occasionally abundant. Climatic variations affected the succesional pattern in 1996 and 1997, but there were longer periods of *Microcystis* spp. dominance during the winter (dry season), when the largest phytoplanktonic densities and biomass were recorded. Macrophytes are important in keeping *Microcystis* blooms, functioning as shelters against the wind and water currents.

Key-words: Brazil, Cyanobacteria, hypereutrophic, intermediate disturbance, macrophytes, *Microcystis*, phytoplankton dynamics, reservoir.

## Capítulo 1

### INTRODUÇÃO

A bacia do Rio Piracicaba é formada pelas sub-bacias dos Rios Atibaia, Corumbataí, Camanducaia, Jaguari e Piracicaba. Nas últimas décadas, o acelerado crescimento populacional relacionado a atividades agro-industriais tem acarretado o aumento do consumo urbano, industrial e agrícola de água e uma sensível deterioração da qualidade deste recurso natural, nessa bacia. A região tem crescido mais do que a capital do Estado (São Paulo). Com aproximadamente 2,9 milhões de habitantes em 1997, deverá chegar a mais de três milhões no ano 2.000 (MORAES *et al*, 1997). Estes fatores são agravados pela reversão interbacias de 31 m<sup>3</sup>/s para o abastecimento da região metropolitana de São Paulo pelo Sistema Cantareira (MORAES *et al*, 1997).

A decisão de recuperar ou preservar bacias hidrográficas, destinadas ou não ao abastecimento, pode implicar em altos custos, envolvendo profundas modificações em situações já estabelecidas e a necessidade de impedir distorções quanto ao uso e ocupação do solo. Entretanto, o custo operacional necessário ao tratamento da água de represas poluídas e para a obtenção da água proveniente de regiões mais distantes, pode ser muito superior ao custo da reabilitação ou recuperação da qualidade da água das represas já existentes (BEYRUTH, 1996).

Em águas eutrofizadas, florações de algas podem produzir mau aspecto, aumento da turbidez e ocorrência de sabor e odor desagradáveis (CHAVES, 1978; BRANCO, 1986; BEYRUTH *et al*, 1992). Há também a possibilidade de produção de toxinas, uma vez que há linhagens de algumas espécies de algas, especialmente cianofíceas, que produzem substâncias danosas à saúde humana e ambiental (GORHAM, 1964; CARMICHAEL & GORHAM, 1981; MARGALEF, 1983; CODD, 1996).

A perda da qualidade da água em represas gera deficiências no abastecimento público. A abundância de algumas espécies fitoplanctônicas dificulta o tratamento pelo entupimento de filtros, encarecendo o custo operacional devido à necessidade de remoção do gosto e das toxinas. Além disso, a presença de florações pode causar distúrbios nas comunidades biológicas, como mortandades de peixes, tanto pela depleção de oxigênio (no período noturno ou após o colapso da floração) como devido à presença de toxinas (ZAGATTO *et al*, 1997).

As espécies de algas planctônicas podem servir como indicadoras tanto da qualidade da água para abastecimento como do grau de dificuldade de tratamento da água bruta, do potencial de produção de toxinas algáceas e das possibilidades de manejo do manancial. Além disso, o curto tempo de geração das algas (horas a dias) permite que sejam melhor compreendidos importantes processos como, por exemplo, a sucessão ecológica, tornando a comunidade fitoplanctônica útil

como modelo para um melhor entendimento de outras comunidades (HARRIS, 1986; SOMMER, 1989) e dos ecossistemas em geral (REYNOLDS, 1997).

Estudos ecológicos fornecem subsídios para medidas de prevenção de florações, controle da eutrofização e manipulação das condições ambientais para otimizar o uso dos recursos biológicos, controlar a composição química da água e interferir na rede trófica (TUNDISI, 1990).

As características dos corpos d'água são resultantes de ações recíprocas entre os componentes biológicos e os fatores físicos e químicos. Se, por um lado, a qualidade do meio aquático afeta as associações planctônicas, estas por sua vez condicionam características como pH, oxigênio, cor e equilíbrio iônico (PESSON, 1979).

Embora possam ser feitas algumas generalizações sobre o comportamento do fitoplâncton nos trópicos, é necessário reconhecer que os estudos nessas regiões são ainda escassos, se comparados ao grande número de investigações em zonas temperadas (HUSZAR & SILVA, 1999). Em corpos d'água de ambientes tropicais, as temperaturas mínimas e médias mais elevadas, a menor diferença entre as temperaturas superficiais e de fundo e a maior variação intra-sazonal na extensão da camada de mistura tornam-nos distintos de ambientes aquáticos de regiões temperadas (HUSZAR & SILVA, 1999).

Em regiões tropicais, com estações climáticas menos distintas, os recursos não são controlados por variações sazonais, mas por "pulsos" freqüentes e irregulares, de menores amplitudes, sendo assim, conceitos, teorias e modelos desenvolvidos para sistemas temperados, necessitam ser avaliados através de investigação e confirmação para a aplicação, ou, se necessário, para uma redefinição (CALIJURI, 1999).

De forma geral, o controle preventivo dos problemas causados por algas em reservatórios tem focado a exploração da heterogeneidade espacial, a regulação do período de residência da água, o controle da população algácea e a mistura artificial da água.

Em lagos, a dinâmica da composição de comunidades fitoplanctônicas de curto-prazo (poucos dias) tem sido bastante estudada (HARRIS & TRIMBEE, 1986). Mudanças em escalas de semanas são uma regra (LEWIS, 1978; HARRIS & PICCININ, 1980; REYNOLDS, 1980), com tempos usualmente variando em conexão com freqüências e intensidades de distúrbios (SOUSA, 1984). Mudanças de longo prazo na composição do fitoplâncton são também bem documentados (LUND, 1978; BERMAN *et al.*, 1992; REYNOLDS & BELLINGER, 1992). Entretanto, estudos conjugando mudanças de curto e longo prazos em reservatórios são escassos (ARAUZO & COBELAS, 1994).

O reservatório Salto Grande (Americana), formado pelo barramento do Rio Atibaia é responsável por grande parte do abastecimento de cidades como Americana e Piracicaba. (DAEE, 1998) apesar de seu estado hipereutrófico (CALIJURI, 1999).

O crescimento excessivo do fitoplâncton em ambientes submetidos à acelerada eutrofização tem sido um dos principais problemas para os diversos usos da água (PADISÁK & REYNOLDS, 1998).

Apesar da importância do conhecimento sobre a comunidade fitoplanctônica para manejo adequado em um reservatório hipereutrofizado, este aspecto foi pouco estudado em Salto Grande, um reservatório utilizado para abastecimento e localizado em região bastante antropizada no interior de São Paulo. Neste trabalho foram realizadas amostragens semanais, por um período de aproximadamente três anos (fevereiro de 1995 a dezembro de 1997), visando sobrepor informações de curto e longo prazos.

## *Capítulo 2*

### **OBJETIVOS**

- Identificar os táxons fitoplanctônicos presentes no reservatório
- Determinar a estrutura da comunidade fitoplanctônica através da identificação de espécies dominantes, abundantes e raras, riqueza de espécies e diversidade.
- Avaliar a variação quantitativa do fitoplâncton ao longo de três anos consecutivos (densidade da população e os parâmetros que a controlam).
- Determinar as formas de vida e estratégias adaptativas de organismos fitoplanctônicos favorecidas neste ambiente.

### Capítulo 3

## BASES ECOLÓGICAS

O fitoplâncton é constituído por plantas microscópicas, não aderidas, encontradas em águas doces e marinhas (FINDLAY *et al.*, 1999).

Organismos fitoplanctônicos podem ser solitários ou coloniais e podem variar em tamanho de <1µm a colônias de mais de 500µm. Como a maioria das plantas, o fitoplâncton é predominantemente autotrófico, contém pigmentos clorofilados que os torna capazes de fixar energia solar pela fotossíntese, convertendo carbono em uma forma de energia transferível para outros compartimentos da cadeia trófica. Entretanto, alguns organismos fitoplanctônicos podem ser heterotróficos por curtos períodos de tempo (como por exemplo, dinoflagelados e cianobactérias), usando substâncias orgânicas dissolvidas, ou podem ser fagotróficos e utilizar matéria orgânica particulada (FINDLAY *et al.*, 1999).

Os fatores básicos controladores do fitoplâncton são temperatura, luz, disponibilidade de micro e macronutrientes, os quais por sua vez são funções de regimes climáticos e hidrológicos, tamanho e taxa de ocupação da bacia hidrográfica, morfologia do reservatório, velocidade do fluxo do rio e estrutura trófica do reservatório (KIMMEL *et al.*, 1990).

A taxa de crescimento algal é determinada pela disponibilidade relativa de algum fator limitante (i.e. luz) e aumenta com um aumento na taxa desse fator até outro (i.e. nutrientes ou temperatura) tornar-se limitante. Entretanto, como o ambiente planctônico é física, química e biologicamente dinâmico, o conceito de um complexo de fatores ambientais controlando o crescimento algal é mais apropriado que o do controle por um único fator limitante (O'BRIEN, 1972; HARRIS, 1978; 1980; 1988).

A biomassa fitoplanctônica é determinada por um balanço entre as taxas de produtividade e perdas. Duas categorias de fatores controladores afetam essas taxas:

- 1) fatores físicos e químicos que influenciam a disponibilidade de luz e nutrientes para fotossíntese e crescimento, taxas metabólicas dependentes de temperatura e perdas devido à sedimentação e "lavagem".
- 2) fatores bióticos que influenciam a eficiência fotossintética, excreção celular e perdas resultantes de predação e parasitismo (KIMMEL *et al.*, 1990).

Embora muitos autores considerem fundamental o controle do tipo "bottom-up" (i.e., por nutrientes, luz, mistura), é razoável assumir que o controle "top-down" (i.e., por interações tróficas)

também tem um papel importante e que a importância relativa de ambos difere temporalmente, espacialmente e entre sistemas.

### 3.1 Reservatórios como Sistemas Ecológicos

Reservatórios ocupam uma posição intermediária entre rios e lagos naturais, em relação a suas características morfológicas e hidrológicas: importância relativa da entrada externa de nutrientes e ciclagem interna e significância das fontes de matéria orgânica alóctone e autóctone para a cadeia trófica (MARGALEF, 1975; JENKINS, 1982; KIMMEL & GROEGER, 1984).

Esses sistemas possuem tanto gradientes longitudinais (como morfologia do canal, velocidade de fluxo, tipo de substrato, comunidades bióticas), característicos de sistemas lóticos, como gradientes verticais (luz, temperatura, substâncias dissolvidas, processos de produção e decomposição), característicos de sistemas lênticos (KIMMEL *et al.*, 1990).

Outra fonte de heterogeneidade espacial é a presença de bancos de macrófitas aquáticas. Macrófitas servem como ponto de concentração tanto de alimento como habitat para organismos de todos os níveis tróficos, podendo funcionar como bolsões isolados de produtividade primária altamente concentrada e interações tróficas (predador/presa) intensas (KIMMEL *et al.*, 1990).

Os reservatórios apresentam essencialmente três regiões bem características: região lótica, região de transição e região lacustre. Estas três regiões apresentam uma distribuição espacial horizontal que tem uma dinâmica própria e que sofre a influência dos rios (entrada) e dos vertedouros (saídas). Há também neste caso uma compartimentalização temporal que depende do fluxo horizontal na superfície e que está sujeita à ação do vento e de distribuições de massas d'água com densidades diferentes (KIMMEL *et al.*, 1990).

As características destas três regiões e os vários compartimentos que as mesmas apresentam são resumidas da seguinte forma:

- **Zona de rio:** fluxo d'água rápido, produtividade primária limitada pela intensidade luminosa, grande contribuição de matéria alóctone, pouca profundidade, alta concentração de nutrientes suprida por advecção.
- **Zona de transição:** fluxo reduzido, maior penetração de intensidade luminosa com entrada de material alóctone, reduzido suprimento de nutrientes por advecção, maior profundidade, produtividade primária relativamente elevada com limitação por luz ou nutrientes.

- **Zona lacustre:** fluxo reduzido quando os vertedouros estão fechados, produtividade primária limitada por nutrientes, predominância de matéria autóctone e suprimento reduzido de matéria orgânica alóctone, região mais profunda tipo lacustre, alta intensidade de “pastagem” sobre o fitoplâncton (THORNTON *et al.* 1990, FIGURA 3.1).



FIGURA 3.1 Regiões características de reservatórios (modificada de THORNTON *et al.*, 1990)

Reservatórios artificiais não estão sujeitos somente a funções de força climáticas que controlam ou limitam o ciclo sazonal do fitoplâncton e os ciclos geoquímicos em ecossistemas aquáticos. A operação do sistema produz um fluxo unidirecional e horizontal que, juntamente com o tempo de retenção, são fatores-chave que estabelecem mecanismos básicos para a distribuição espacial do fitoplâncton e sucessão. Funções de força física são então fundamentais na dinâmica biológica dos reservatórios.(TUNDISI, 1990).

Efeitos de “pulsos” produzidos por fatores climáticos (precipitação, vento) juntamente com fluxo de água e descarga são fatores chave na distribuição do fitoplâncton no espaço e tempo. Em escala espacial incluem-se respostas a mudanças nas condições de turbulência, microescalas associadas com nutrientes, temperatura, condutividade e características de densidade das massas de água.(TUNDISI, 1990).

Os padrões de circulação horizontal da água impõem características do fitoplâncton que, em muitos casos, produzem florações concentradas em áreas para onde ventos e correntes horizontais de superfície as carregam. A ocorrência de florações em manchas é muito comum, dependendo destas correntes (HEJZLAR & STRASKRABA, 1990).

Um dos fatores que interferem consideravelmente na circulação é o tempo de retenção da água no reservatório. Sistemas com tempos de retenção mais elevados ( $10 < R < 100$  dias) apresentam

estratificações horizontais e padrão de circulação horizontal altamente afetados pelo fluxo e altura das tomadas d'água (TUNDISI, 1990).

A maioria dos reservatórios de São Paulo é polimítico devido à permanente ação dos ventos e à sua pouca profundidade. Portanto, a circulação vertical é permanente, com estratificações ocasionais que perduram por algumas horas e são importantes no desenvolvimento de florações dos gêneros *Microcystis* e *Anabaena*. O rompimento dessas estruturas verticais estabilizadas que caracterizam as compartimentalizações temporais dos reservatórios introduz distribuições verticais mais homogêneas de biomassa com predominância de diatomáceas do gênero *Aulacoseira* (ex *Melosira*), (TUNDISI, 1990).

A abertura dos vertedouros pode ser um fator decisivo no controle de florescimentos de *Microcystis* ou *Anabaena*. REYNOLDS (1984; 1987), relacionou florações de *Microcystis* à estratificação térmica e mistura em lagos tropicais e também à ocorrência de anoxia próximo ao sedimento. As alterações durante a sucessão implicam não só em mudanças na composição específica e na associação de espécies, mas em mudanças nas composições quantitativas das várias frações do fitoplâncton. Geralmente ambientes turbulentos com baixa taxa de retenção, implicam em dominância do fitoplâncton com tamanho entre 0,2 e 2,0µm, devido à alta razão superfície/volume.

Reservatórios em que ocorrem estratificações térmica e química ocasionais podem ser controlados, em parte, por fatores relacionados à vazão e regulação do nível do reservatório. Nestes casos são claros também os mecanismos e processos relacionados com redução e oxidação no reservatório. Acúmulos de amônia em hipolímnio redutor seguem-se a acúmulos de nitrato e nitrito na coluna d'água com alta oxigenação. Além disso, devem ser levadas em conta contribuições de resíduos agrícolas (fertilizantes), os quais podem provocar florescimentos ocasionais de certos grupos de fitoplâncton e aumentar, portanto, a matéria orgânica em decomposição (TUNDISI, 1984).

A fotossíntese fitoplanctônica ocorre apenas na porção da coluna d'água com suficiente energia luminosa, onde a energia para fotossíntese (F) é maior do que a gasta com respiração (R). Essa região é definida como zona fótica. Em reservatórios, como em outros ambientes fitoplanctônicos, a ocorrência de uma coluna d'água estável, estratificada, ou de um regime de mistura, tem importantes conseqüências na disponibilidade de luz e nutrientes, influenciando o estado fisiológico, a produtividade e a composição taxonômica das comunidades (HARRIS, 1978; 1980).

A relação entre a zona fótica ( $Z_{EU}$ ) e a zona de mistura ( $Z_{MIX}$ ) exerce importante papel na determinação da composição de espécies fitoplanctônicas. Em reservatórios turvos  $Z_{MIX}$  excede  $Z_{EU}$  e as algas são expostas a rápidas flutuações de luz como também a condições afóticas intermitentes (KIMMEL, 1981).

Alguns ecossistemas são mais estáveis em virtude da ausência de forças perturbadoras, entretanto, falta-lhes resiliência e pequenas perturbações podem resultar em mudanças significativas. Reservatórios sofrem freqüentes perturbações devido a variações meteorológicas e hidrológicas e à operação do próprio sistema (VAN WINKLE *et al.*, 1981) criando situações adequadas para o estudo das interações entre fatores antropogênicos e comunidades biológicas.

A baixa variabilidade anual do fitoplâncton em alguns sistemas sugere que estes possuem resiliência ou "estabilidade dinâmica" (BARNES & MANN, 1980; WEBSTER *et al.*, 1985) que os fazem tender a retornar ao estado prévio a despeito de perturbações freqüentes. A resiliência exibida por muitos reservatórios é provavelmente resultado de: 1) carga externa de nutrientes extremamente alta e 2) tempo de residência relativamente curto (KIMMEL *et al.*, 1990).

### 3.2 Estratégias de Sobrevivência do Fitoplâncton

Os mecanismos através dos quais as espécies otimizam a utilização de energia são denominados estratégias de sobrevivência (PIANKA, 1970). Estas estratégias podem ser consideradas como agrupamentos de características morfológicas, fisiológicas, reprodutivas e comportamentais similares, que evoluíram entre espécies ou populações, permitindo melhores adaptações sob uma dada série de condições ambientais (GRIME, 1979).

MACARTHUR & WILSON (1967) foram os primeiros autores a reconhecer grupos de organismos com estratégias comuns, dividindo-os em dois grupos, segundo HARRIS, 1978:

**r estrategistas** – organismos de reprodução rápida, pouco adaptados a mudanças ambientais, caracterizam-se por um rápido crescimento durante os períodos de condições favoráveis e um igualmente rápido declínio durante períodos de condições desfavoráveis.

**K estrategistas** – organismos com reprodução mais lenta, adaptados a ambientes com maior limitação de recursos (mais competitivos).

O conceito de seleção r e K foi aplicado à comunidade fitoplanctônica por muitos autores, incluindo MARGALEF, (1978); KILHAM & KILHAM, (1980); SOMMER, (1981); HARRIS, (1986). CARNEY & GOLDMAN, (1988); ARAUZO & COBELAS, (1994). Estes estudos

discutiram a alternância de seleção  $r$  e  $K$  nas comunidades, propondo que a sucessão de espécies na comunidade fitoplanctônica, na transição de um ambiente instável e misturado para um ambiente estratificado e estável é uma previsível substituição de espécies  $r$  para espécies  $K$ .

De acordo com REYNOLDS (1988), que atualizou os conceitos de estratégias de sobrevivência para organismos fitoplanctônicos, estes podem ser divididos em três grupos:

- **espécies C estrategistas** – organismos pioneiros, adaptados à rápida reprodução e com habilidade para dominar o meio, tão logo as condições tornem-se sustentáveis, explorando ambientes saturados com luz e nutrientes.
- **espécies K estrategistas** – (ruderais) predominantes em ambientes com grande mistura vertical e com tolerância a gradientes de luz e transportes turbulentos.
- **espécies S estrategistas** – (“stressers”) – organismos que toleram estresse ou sobrevivem em ambientes com uma restrição severa de nutrientes.

Odum (1969) estabeleceu que originalmente espécies pioneiras ocupam um espaço ecológico disponível, colonizando-o e progressivamente modificando-o, com conseqüentes mudanças na composição de espécies até eventualmente alcançar um estado de estabilidade onde as espécies melhor adaptadas dominam. Este resultado da sucessão é alcançado exclusivamente e unidirecionalmente através de mecanismos bióticos, sendo chamado freqüentemente de estado de equilíbrio, que REYNOLDS (1993) considerou mais adequado denominar clímax sucessional. Nos estágios finais de sucessão a maior parte dos nutrientes está incorporada à biomassa: a disponibilidade e quantidade de nutrientes inorgânicos livres são mínimas (ODUM, 1971).

Durante a fase intermediária de acumulação (PRICE, 1984), os organismos formadores da comunidade mudam de espécies pequenas, invasivas, que aloçam recursos predominantemente para reprodução rápida, crescimento e mobilidade ( $r$ -estrategistas) para espécies mais especializadas ( $K$ -estrategistas), com adaptações mais complexas para competir por recursos extrabióticos rarefeitos e retê-los intrabioticamente. Sob este ponto de vista do metabolismo da comunidade, a sucessão leva a ciclos de nutrientes mais fechados, menor intercâmbio biomassa-ambiente e crescente dependência das cadeias detritívoras. Esta é a “fase de maturação” de PRICE (1984).

FRONTIER (1977), revendo os trabalhos de MACARTHUR (1960), MARGALEF (1968) e ODUM (1977), resumiu os principais estágios de sucessão entre as populações pioneiras e a comunidade clímax:

1. um aumento na biomassa total até atingir o limite da comunidade clímax
2. um aumento na produção bruta e líquida até atingir um estágio intermediário de sucessão, seguido por um decréscimo na produção bruta

3. uma progressiva redução da ligação entre biomassa e produção
4. um decréscimo na entrada de energia necessária para manter uma quantidade igual de matéria viva
5. uma reorientação crescente dos elementos minerais
6. um aumento nas diversidades específicas e bioquímicas
7. um aumento no tamanho médio dos organismos
8. a substituição de ciclos biológicos longos e complexos por ciclos curtos.

Características fisiológicas e morfológicas interferem basicamente na capacidade de flutuação das algas e da assimilação de nutrientes. REYNOLDS (1987) considera os seguintes pontos fundamentais nas várias estratégias de crescimento e sobrevivência do fitoplâncton com as diversas dimensões de variabilidade:

- a) todas as espécies do fitoplâncton têm a tendência de manter o crescimento quando ocorrer a oportunidade.
- b) em qualquer acoplamento de fatores ambientais e de variabilidade espacial as espécies com as melhores estratégias para aumentar rapidamente a taxa líquida de crescimento (*r* estrategistas) predominarão.
- c) as espécies com taxas rápidas de crescimento são selecionadas em ambientes com condições nutricionais favoráveis.
- d) graus progressivos de distúrbio hidráulico e de diminuição na disponibilidade de recursos selecionarão associações com alta tolerância a estes processos.

A despeito de requerimentos fisiológicos diferentes e variações em termos de limites de tolerância a variáveis ambientais físicas e químicas, diferentes populações coexistem no fitoplâncton. O conhecimento das bases que suportam essa coexistência quase balanceada e dos fatores que conduzem a sucessão sazonal das populações é fundamental para a compreensão tanto da dinâmica das comunidades fitoplanctônicas como de sua produtividade (WETZEL, 1983).

Em sistemas com alto grau de estabilidade e com estrutura vertical definida, espécies *K* estrategistas predominam e ocorrem florescimentos de cianofíceas. Em sistemas com alto grau de turbulência e baixo tempo de retenção, espécies *r* estrategistas predominam e evidencia-se o papel do picoplâncton na comunidade (TUNDISI, 1990).

O conhecimento adequado das funções de forças externas que atuam no funcionamento das represas como ecossistemas e na sucessão e distribuição espacial do fitoplâncton permite prever, até certo ponto, a ocorrência de espécies e as relações estrategistas *K* e *r*. Análises de dados oriundos de estudos de longa duração podem mostrar a correlação correta de variáveis e conseqüentemente estimar a frequência de florescimentos e níveis de biomassa de cianofíceas.

Estudos de longo prazo demonstraram que embora a comunidade fitoplanctônica mude bastante em escalas maiores de tempo, algumas espécies K estrategistas persistem através dos anos, formando um grupo de espécies "background" (PADISÁK, 1992; ARAUZO & COBELAS, 1994). O restante das espécies é substituído por outras com necessidades similares (HAPPEY-WOOD, 1988).

A estratégia de desenvolvimento de um ecossistema, ou seja, sua sucessão ecológica, pode ser definida como um processo ordenado de desenvolvimento das comunidades, envolvendo alterações na estrutura e nos processos da comunidade ao longo do tempo, sendo direcional e, portanto previsível, segundo ODUM (1971). Resulta na modificação do ambiente por esta e embora as alterações físicas deste determinem o padrão e o ritmo das alterações, impondo com freqüência limites à possibilidade de desenvolvimento biológico, o processo culmina num ecossistema estabilizado, capaz de manter por unidade de energia disponível, a máxima biomassa, o máximo conteúdo de informação (diversidade) e a função simbiótica entre organismos.

Na sucessão autogênica, as mudanças sucessivas decorrem da ação da própria biota sobre o habitat e na sucessão alogênica, as mudanças decorrem dos efeitos de fatores externos (TANSLEY, *apud* DRURY & NISBET, 1973).

### 3.3 Competição

Quando muitos indivíduos de uma mesma espécie ou de diferentes espécies dependem do mesmo recurso limitado, pode ocorrer competição. A competição interespecífica (entre diferentes espécies) é um dos fatores controladores do tamanho das populações e em casos extremos pode levar à extinção de uma das espécies competidoras (MAYR, 1997).

Em locais relativamente uniformes onde as espécies competem pelos mesmos recursos, com pequenas diferenças, o esperado, segundo a teoria de HARDIN (1960) seria a exclusão competitiva, tendendo a um equilíbrio uni-específico. Realmente, uma espécie é freqüentemente encontrada em maior abundância que outras, ou podem ocorrer duas ou mais espécies dominantes. Entretanto, espécies raras sempre ocorrem entre as algas dominantes ou subdominantes. Este paradoxo do plâncton, como discutido por HUTCHINSON (1961) resulta em condições de equilíbrio multiespecífico (WETZEL, 1983).

Tentativas de explicar a coexistência de espécies fitoplanctônicas caem em duas teorias:

- **teoria do equilíbrio** – (PETERSEN, 1975; TILMAN, 1982), que predizem que diferentes espécies coexistem porque são limitadas por diferentes recursos

- **teoria do desequilíbrio** – (RICHERSON *et al.*, 1970; GROVER, 1990) que atribuem à variabilidade ambiental a coexistência de espécies competindo pelo mesmo recurso.

### 3.4 Teoria do equilíbrio competitivo:

A teoria do equilíbrio competitivo, estabelecida por MACARTHUR (1972) e LEVINS (1979) pode ser resumida, segundo HARRIS (1986) da seguinte forma:

- espécies devem usar o ambiente diferentemente, a fim de coexistirem – princípio da exclusão competitiva de Gause.
- o modo através do qual diferentes espécies usam o ambiente pode ser avaliado através dos diferentes tipos de recursos utilizados. A distribuição estatística dos recursos fornece uma medida da amplitude e sobreposição dos nichos. Aqui, recurso é usado como um fator que, num sentido mais amplo, é consumido pelos organismos, levando a maiores taxas de crescimento quando sua disponibilidade aumentar.
- o número de espécies coexistindo não pode exceder o número de recursos.
- o número de espécies coexistindo em uma comunidade depende da relação entre sobreposição e amplitude dos nichos.
- um grupo de espécies competindo pode eliminar, mais facilmente, espécies invasoras do que um único competidor. Essa afirmação diz respeito ao modo de reunião dos nichos ao longo de um gradiente de recursos.

Uma das conseqüências do modelo do estado do equilíbrio é a conclusão de que as espécies coexistem quando há recursos limitantes. O mínimo de recursos potencialmente limitantes, (i.e. luz, N, P, Si e outros elementos traços), entretanto, é usualmente muito menor que o número de espécies do fitoplâncton que coexistem. Dessa forma, a coexistência, limitada pelo uso de diferentes recursos não é suficiente para solucionar o paradoxo do plâncton (GAEDEKE *et al.*, 1986).

Considerações teóricas mostraram que desvios do estado de equilíbrio permitem a coexistência de mais espécies do que o número dos recursos limitantes existentes (SOMMER, 1984; 1985). Pulsos de nutrientes, por exemplo, permitem três tipos de estratégias: rápido crescimento ou estocagem sob condições ricas e boa habilidade competitiva sob condições de empobrecimento. A diferença entre um ambiente em estado de equilíbrio e um ambiente temporalmente heterogêneo é uma questão de escala.

Várias explicações foram elaboradas para a coexistência dessas condições de equilíbrio multiespecífico, nas quais a diversidade de espécies é muito mais alta do que a antecipada pela teoria matemática. Primeiro deve ser assumido que para que aconteça o processo relativamente vagaroso da exclusão competitiva, as condições físicas teriam que se manter uniformes por um certo período de tempo. Se as condições mudam suficientemente rápido, as vantagens obtidas por uma espécie que é melhor competidora podem não ser suficientes para exclusão de outras espécies.

Diferenças na eficiência da utilização dos recursos entre espécies podem ser muito pequenas para que a exclusão ocorra antes que as condições mudem. Em outras palavras, os hipervolumes dos nichos das espécies freqüentemente exibem uma grande gama (faixa) de sobreposição (WETZEL, 1983).

As diferenças entre as exigências de micronutrientes e a liberação de excesso por espécies capazes de sintetizá-los deve servir como uma forma de encorajar o equilíbrio misto das populações. A competição pode ser menos efetiva se comensalismo e relações simbióticas ocorrerem entre as espécies. Compostos orgânicos extracelulares liberados por uma alga podem influenciar o metabolismo de outra espécie, e a maioria das algas que requerem fontes exógenas de vitaminas e micronutrientes são móveis e pequenas (Chrysophyceae, Cryptophyceae, Euglenophyceae e Dinophyceae) (WETZEL, 1983).

A predação sobre uma espécie em graus muito mais altos do que sobre outras também pode encorajar a coexistência competitiva, mesmo se a espécie sob maior pressão de predação tem maior vantagem competitiva sob as condições desse nicho. O consumo seletivo de algas pelo zooplâncton pode basear-se principalmente no tamanho.

Algumas espécies de alga são verdadeiramente planctônicas, (espécies perenes – holoplâncton), dominando por um período de tempo e então tornando-se raras (HUTCHINSON, 1964). Alternativamente, algumas espécies entram em estágios de dormência e deixam a competição por um período de tempo (espécies intermitentes – meroplâncton). Algumas dessas espécies descansam nos sedimentos da zona litoral e posteriormente desenvolvem-se suficientemente para formar um componente significativo do fitoplâncton. Populações de algas bentônicas podem servir como sementes ou inóculo para o fitoplâncton, aumentando a sua diversidade.

### 3.5 Teoria do desequilíbrio

A teoria do desequilíbrio é, explicitamente, uma teoria de sistemas abertos em que as interações competitivas são mínimas e a estrutura da comunidade é dominada pelas “excentricidades” do ambiente (HARRIS, 1986).

A **Hipótese do Distúrbio Intermediário** (HDI) foi descrita por CONNELL (1978) para explicar a alta diversidade de florestas tropicais e recifes de coral. Em um contexto mais amplo, (cf. WILSON, 1990) é uma explicação de não equilíbrio para o Paradoxo do plâncton de HUTCHINSON (1961) (JORGENSEN & PADISÁK, 1996).

Em termos gerais a Hipótese do Distúrbio Intermediário objetiva reconciliar disparidades entre evidências experimentais de previsibilidade de interações interespecíficas determinando um estado de equilíbrio em que uma ou relativamente poucas espécies dominem através da exclusão competitiva (HARDIN, 1960) e dados resultantes de observações apontando para uma aparente coexistência de muitas espécies, ostensivamente competindo por recursos em ambientes supostamente isotrópicos (HUTCHINSON, 1961).

REYNOLDS (1993) considera que a escala de distúrbios intermediários (i.e. sua frequência e severidade) determina o estado da organização e diversidade da comunidade.

O controle e direção sucessional então torna-se determinado internamente, sua informação adquirida (MARGALEF, 1961) e estabilidade (i.e. resiliência a forças externas) são aumentadas, enquanto a energia de dissipação entrópica é reduzida. A diversidade, no estado de equilíbrio poderia ser atribuída à compactação dos nichos disponíveis por espécies estreitamente especialistas.

Nenhuma dessas hipóteses é mutuamente exclusiva e todas provavelmente operam simultaneamente em graus maiores ou menores (WETZEL, 1983).

## Capítulo 4

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá possui quatro milhões de habitantes em 1998, devendo receber 454 mil novos moradores até 2005 (COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI e JUNDIAÍ, 1998).

Com uma área de drenagem de aproximadamente 12.400 Km<sup>2</sup>, a bacia do rio Piracicaba abrange um total de 45 municípios, dos quais 41 pertencentes ao Estado de São Paulo e os demais ao Estado de Minas Gerais. Os principais cursos d'água da bacia determinam as cinco sub-bacias: Camanducaia, Jaguari, Atibaia, Corumbataí e Piracicaba(DAEE, 1976).

O reservatório Salto Grande, concluído em 1949, localiza-se no município de Americana (22°44'S e 47°19'W), a uma altitude de 530 metros, estando inserido numa das regiões de maior demanda por água do Estado de São Paulo. Localizado na bacia do Piracicaba (FIGURA 4.1), tem como principal tributário o Rio Atibaia. Este recebe cargas elevadas de esgotos domésticos e indústrias (têxteis, de açúcar e álcool, petroquímica, de celulose e papel), principalmente das cidades de Campinas e Paulínia, o que contribui para o processo de eutrofização do sistema e compromete a qualidade da água para os múltiplos usos da represa. A jusante da barragem o Rio Atibaia continua poucas centenas de metros e conflui com o Jaguari, formando o Rio Piracicaba.

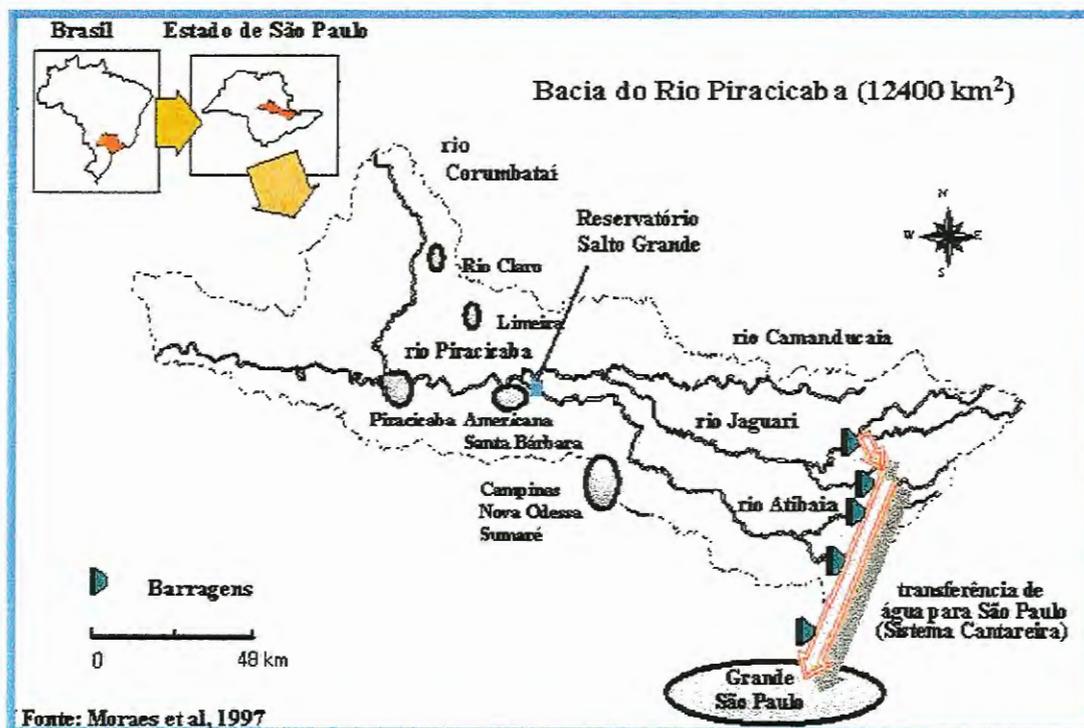


FIGURA 4.1 – Bacia do Rio Piracicaba e localização do Reservatório Salto Grande (SP.).

O reservatório está situado na porção centro-sul da área que TROPPEMAIR (1975) define como quinta região ecológica do Estado de São Paulo, que se caracteriza climaticamente pela tropicalidade. Segundo a classificação de Gauser é caracterizado pelo clima tropical quente de seca atenuada, com temperatura do mês mais frio maior que 15°C e três a quatro meses de seca. Está sujeito a duas estações bem definidas, uma fria e seca (abril a setembro) e outra, (outubro a março) mais quente e chuvosa (SHIMIZU, 1978).

Os ventos predominantes na região tem direção NE/SO, (Costa, 1989). A maior velocidade média do vento em 1995 foi de 15.12km/h, em setembro (DEBERDT, 1997).

Os solos são caracterizados pelo latosol vermelho amarelo e manchas de latosol roxo. Ao primeiro está associada a cultura de laranja e ao segundo a cultura de cana. A vegetação primitiva de mata latifoliada tropical desapareceu por completo. O reservatório é rodeado por pastagens e áreas cultivadas, principalmente com cana de açúcar (TROPPEMAIR, 1975).

A formação geológica da bacia do rio Piracicaba caracteriza-se pela pobreza dos mananciais subterrâneos, predominando a utilização dos corpos d'água superficiais para o abastecimento público. Em termos de volume médio mensal de água produzido, as captações superficiais representam 98% do total aduzido, com os restantes 2% provindo de 24 poços existentes (DAEE, 1976).

A sub-bacia do Atibaia é a que utiliza o maior volume médio mensal de água para abastecimento público, com 4.653.000m<sup>3</sup> (aprox. 1.8m<sup>3</sup>/s). Somente a cidade de Campinas retira do rio Atibaia 3.900.000m<sup>3</sup>/mês (1.5m<sup>3</sup>/s) (DAEE, 1976; COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI e JUNDIAÍ, 1998).

As principais características dimensionais e estruturais do reservatório Salto Grande e da barragem que o represa são as seguintes, segundo ROMANINI (1989) e BITAR (1998):

Comprimento da represa	17km	Barragem:	
Área alagada	11.5km <sup>2</sup>	Altura	25 metros
Volume máximo	106 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Comprimento da crista	228 metros
Profundidade média	9 metros	Número de comportas	03 unidades
Profundidade máxima	19 metros	Número de geradores	03 unidades
Vazão mínima	20m <sup>3</sup> /Seg	Potência elétrica instalada	30 MW

O tempo de retenção anual médio do reservatório é de 54 dias, tendo variado de 87 dias em setembro/95 a 12,7 dias em março/96, segundo MINOTI (1999).

O grande desenvolvimento industrial da região e conseqüente aumento das populações urbanas da bacia, acrescidos das políticas de desenvolvimento dos anos 70, originaram problemas antes só encontrados na região metropolitana de São Paulo (SMA, 1994). Com a construção do sistema Cantareira, que desvia água dos rios Atibaia e Jaguari para abastecimento da cidade de São Paulo, há um decréscimo da vazão no Piracicaba, contribuindo para o agravamento da situação (MORAES *et al.*, 1996).

A ineficiência do gerenciamento dos recursos hídricos seja em nível federal, estadual ou municipal, está comprovada pela baixa qualidade das águas da bacia, pela elevada demanda em relação à disponibilidade e pela disputa de seu uso, que gera conflitos entre os vários setores, públicos e privados (SMA, 1994).

Devido à demanda da região por água para abastecimento e à má qualidade da água dos rios Piracicaba e Atibaia, vários estudos sobre qualidade da água e variáveis físicas e químicas foram realizados por instituições como o DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica) e outros órgãos públicos, visando o manejo e aproveitamento da água para vários usos. Desde a década de 70, entretanto, estudos mais recentes como o da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo (SMA, 1994) continuam apontando a má qualidade das águas e a necessidade de melhor gerenciamento da bacia. Em 1975, CARVALHO observou que num período de cinco anos as médias anuais de DBO 5d a 20°C foram maiores que o limite aceitável para águas de abastecimento (5,0mg.L<sup>-1</sup>).

GIANESELLA-GALVÃO (1981), comparando vários reservatórios do Estado de São Paulo, considerou o reservatório de Americana como o mais influenciado por ações antrópicas, principalmente pelo esgoto dos municípios de Valinhos e Campinas. A mesma autora, entre outros pesquisadores do Projeto Tipologia de Reservatórios do Estado de São Paulo, observou como reflexo da eutrofização do reservatório, valores elevados de condutividade, principalmente durante o período mais seco (agosto). Ela considerou, ainda, que a ausência de oxigênio dissolvido junto ao fundo, mesmo em situações de isoterмия, deveu-se ao estado de eutrofização do reservatório, que provoca contínua deposição de seston no fundo, com conseqüente elevação do consumo de oxigênio dissolvido em processos de oxidação biológica ou química.

Um fator preocupante, derivado da má qualidade da água, é a proliferação de vetores de doenças. As condições sanitárias do reservatório foram estudadas por ROCHA (1972), ROCHA *et*

*al* (1971, 1972), que identificaram focos de esquistossomose na região da Praia Azul, próxima à desembocadura do rio Atibaia.

De acordo com ARCIFA & FROEHLICH (1985), o padrão de circulação do reservatório era polimítico. FROEHLICH *et al* (1978) mostraram que nesse reservatório a instabilidade da estratificação devia-se principalmente à influência das “frentes frias” no inverno e ao aumento do afluxo das águas do rio, no verão. Trabalhos mais recentes (CALIJURI, 1999; LEITE, 1998), no entanto, tem mostrado que o reservatório mantém-se estratificado por longos períodos.

O reservatório Salto Grande apresenta um gradiente horizontal, partindo da entrada do rio Atibaia, principal fonte de carga poluidora, em direção à barragem. Ao longo desse eixo longitudinal ocorre autodepuração e as formas nitrogenadas complexas decrescem. O nitrogênio nas formas mais estáveis é consumido pelas algas que proliferam nas partes “menos poluídas” do reservatório (ROCHA, 1971).

Apesar do tempo de retenção do reservatório ser em média de 30 dias, esse valor cai para 10 dias nos meses chuvosos e aumenta para três a quatro meses na estação seca (GIANESELLA-GALVÃO, 1981). Segundo relatórios da Usina de Americana (*apud* SHIMIZU, 1978), a incidência das vazões máximas dá-se nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e as mínimas nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro.

Os três tipos de operação da Usina justificam-se da seguinte forma:

- **Operação de cheia:** tem como objetivo minimizar os efeitos danosos das grandes vazões, que são as inundações de áreas urbanizadas sob influência da represa, quer a montante ou a jusante da mesma.
- **Operação de seca:** tem como objetivo garantir vazões mínimas satisfatórias
- **Operação normal:** tem como objetivo atender aos diversos usos do reservatório.

Apesar do nível da represa ser regulado pela vazão sincronizada com a chuva, existe, segundo SHIMIZU (1978), outra fonte de perda de água: a presença de grande quantidade de aguapés (*Eichhornia crassipes*). Essas macrófitas causam perda de água pela evapotranspiração. HOLM *et al* (1969) citam um aumento de 3,2 a 3,7 vezes para a América do Sul, enquanto GOLDMAN (1976) usa aproximação de até cinco vezes.

A segunda perda de água dá-se pela descarga de aguapés através das comportas da Usina.

Medidas realizadas pela CESP (Companhia Energética de São Paulo) previram que para manter somente 10% da superfície de água da represa coberta por aguapés são necessárias retiradas diárias de aproximadamente 180 toneladas no inverno e 600 toneladas no verão. Por causa dessa alta produtividade de plantas, a Companhia Paulista de Força e Luz deixou de turbinar  $53 \times 10^6 \text{ m}^3$  de água de junho de 1980 a janeiro de 1981, descarregando  $10^5 \times 10^3$  toneladas de aguapés comporta abaixo, com um prejuízo de aproximadamente 20 milhões de cruzeiros (CESPAULISTA, 1981). Segundo informações mais recentes (BITAR, 1998), a retirada de metade da produção diária de macrófitas corresponderia a 207 toneladas/dia.

As macrófitas aquáticas possuem capacidade de introduzir elevadas quantidades de materiais particulados no sistema devido à sua senescência e morte, contribuindo para a ciclagem de nutrientes, retirando esses elementos da água ou do sedimento através de suas raízes e devolvendo-o para o ambiente através da excreção e decomposição (DAVIS & DER VALK, 1983; ESTEVES, 1986; NOGUEIRA, 1989).

As interações entre macrófitas e o fitoplâncton vão desde inibição do crescimento fitoplanctônico pelo sombreamento até interferência na composição de espécies, pela remoção de nutrientes (MANZI, 1994). No Reservatório Salto Grande, além de grandes bancos de macrófitas, florações algais podem ser observadas durante todo o ano, demonstrando o estado hipereutrófico do sistema (CALIJURI *et al.*, 1997).

Estudos sobre o fitoplâncton no reservatório Salto Grande tiveram início no final da década de 60, início da década de 70 (ROCHA, 1971), quando florações de *Anabaena* sp. eram esporádicas e o grupo fitoplanctônico dominante era o das diatomáceas. Na década de 80, GIANESELLA-GALVÃO (1981) já registrava a ocorrência freqüente de florações e altas densidades fitoplanctônicas, com períodos alternados de dominância de Cianofíceas (*Anabaena*), Clorofíceas (*Coelastrum*, *Staurastrum*), Criptofíceas (*Cryptomonas*), e Dinoflagelados (*Peridinium*).

Mais recentemente foram realizados estudos de curta duração, por DEBERDT (1997); COSTA (1998) e MINOTI (1999). DEBERDT (1997) tratou basicamente de produção primária e estudou variação sazonal do fitoplâncton em períodos curtos de amostragem (uma semana), em agosto de 1995 e julho de 1996. MINOTI também estudou a produção primária e a estrutura da comunidade fitoplanctônica, com amostragens mensais em um ponto do reservatório, de agosto de 1995 a julho de 1996. COSTA abordou aspectos relativos ao gênero *Microcystis* no período de outubro/96 a março/97.

A comunidade zooplanctônica foi estudada por ROCHA (1971), ZAGO (1972) e ARCIFA (1980, 1981). Os principais gêneros identificados por ROCHA foram *Mesocyclops*, *Daphnia*, *Diaphanosoma* e rotíferos.

Apesar da baixa disponibilidade de oxigênio na água de fundo, estudos realizados sobre a fauna bentônica na década de 70, por SHIMIZU (1978) e STRIXINO (1971) registraram a ocorrência de Tubifex, Chaoboridae, Chironomidae e Chironomus. PAMPLIN (1997) também registrou a ocorrência desses grupos bentônicos.

A comunidade nectônica foi estudada por ROMANINI (1989), que registrou a ocorrência de 33 espécies de peixes, na maioria omnívoras, compartilhando itens alimentares como detritos, peixes, insetos, areia e microcrustáceos.

De maneira geral, estudos sobre as comunidades biológicas do reservatório Salto Grande foram realizados na década de 70/80, ou tem abordagem preliminar, com curtos períodos de estudo.

## *Capítulo 5*

### *MATERIAIS E MÉTODOS*

#### **5.1. Variáveis abióticas**

Foram obtidos no campo, durante as coletas de amostras para análise da comunidade fitoplanctônica os seguintes dados de variáveis abióticas:

- Transparência do disco de Secchi com 25 centímetros de diâmetro (M);
- pH (potencial hidrogeniônico), com medidor DMPH-2-Digimed.

Foram utilizados dados de nutrientes obtidos por CETESB(1995; 1996, 1997); COSTA (1998); MINOTI (1999) e RIOS (1999). Os dados da CETESB referem-se ao monitoramento realizado pela empresa na região a montante do reservatório (no Rio Atibaia) e na região a jusante do reservatório, no Rio Piracicaba (Captação de Americana), com coletas bimestrais de janeiro de 1995 a dezembro de 1997. Os dados de COSTA referem-se à região da Praia Azul e à região da Praia dos Namorados, com coletas mensais no período de outubro de 1996 a março de 1997. Os dados de MINOTI referem-se à região da Praia dos Namorados, com coletas mensais no período de agosto de 1995 a julho de 1996.

##### **5.1.1 Variáveis Climáticas**

Os dados de pluviosidade, vento e insolação foram obtidos do Banco de Dados do DAEE (1999), referentes à Estação de Limeira. Temperaturas do ar e da água (na sombra), foram obtidas em campo durante as coletas de água para análise da comunidade fitoplanctônica, com termômetro de mercúrio graduado em décimo de grau centígrado (°C);

##### **5.1.2 Variáveis Hidrológicas**

Os dados de vazão (afluente e defluente) foram obtidos junto ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de Piracicaba.

## 5.2. Comunidade Fitoplanctônica

### 5.2.1 Coleta e Preservação

O período de vida dos organismos fitoplanctônicos é de alguns dias a semanas, tornando a sucessão, reversão ou alterações da comunidade muito rápidas. Estudos com o propósito de investigar os fatores que levam a grandes alterações desta comunidade, devem ser realizados com uma frequência compatível à detecção desses fatores. Neste estudo foram realizadas amostragens semanais, de fevereiro de 1995 a dezembro de 1997.

Foram selecionados duas estações de amostragem, ao longo do gradiente longitudinal do reservatório: ponto 1, próximo a Praia Azul e ponto 2, próximo à Praia dos Namorados, conforme FIGURA 5.1.

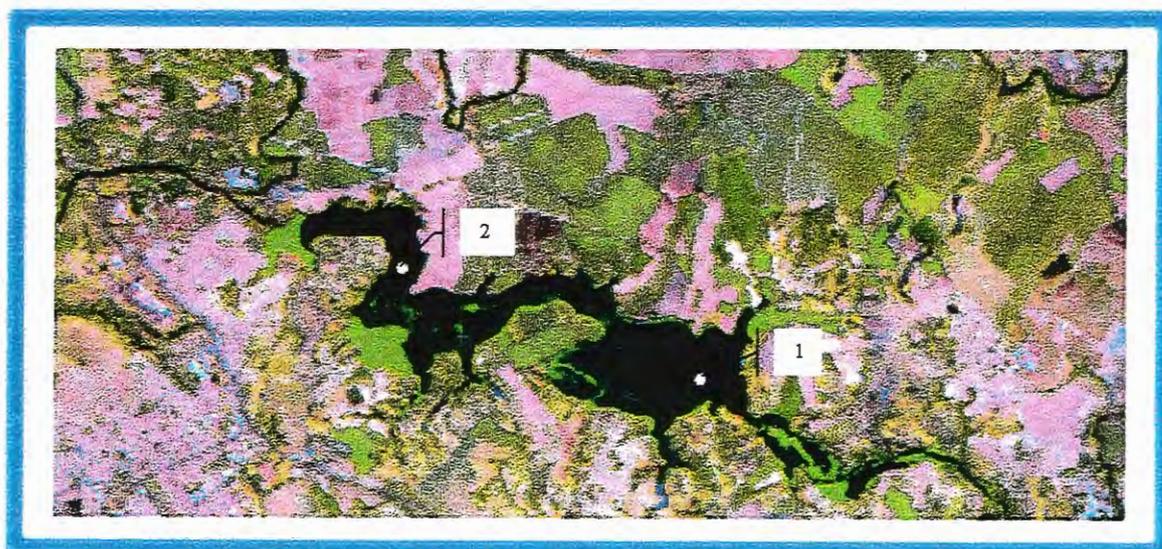


FIGURA 5.1 –Foto de imagem de satélite, LANDSAT-TM, de 1995, mostrando o Reservatório Salto Grande e a localização dos pontos de coleta.

Amostras de fitoplâncton total, para determinação quantitativa, foram obtidas na subsuperfície, com frascos âmbar de 1l e mantidas sob refrigeração durante o transporte até o laboratório.

Subamostras vivas foram observadas em microscópio para auxiliar a posterior identificação dos organismos. De cada amostra foi preservada subamostra de 130 ml, com formaldeído neutralizado com bicarbonato de sódio a uma concentração final de 2%. Para análise quantitativa foi utilizado o

método de Utermöhl modificado (segundo CETESB, 1978), com auxílio de microscópio invertido Carl Zeiss e câmara de sedimentação de 2ml.

Para identificação das diatomáceas amostras com maior concentração de organismos desse grupo foram separadas e oxidadas através do método de HASLE & FRYXELL (1970).

### 5.2.2 Densidade e Biomassa

A densidade foi estimada através do número de organismos, (contando-se colônias como um organismo) e a biomassa através da bioárea (UPA-Unidade Padrão de Área), conforme CETESB, 1978.

Para as avaliações de densidade e bioárea realizou-se contagem de transectos, enumerando-se os organismos (células, cenóbios e colônias), sob aumento de 400x, até que em rastreamento da câmara não fossem detectados táxons ainda não contados (estabilização da curva).

Cenóbios e colônias foram contados como um organismo. Cadeias filamentosas de diatomáceas como *Aulacoseira* spp., que apresentam número variável de células foram contadas por células, assim como células soltas de *Microcystis* spp..

Durante as contagens determinou-se a área ocupada pelos organismos, para estimativa da biomassa por espécie em cada estação e período, com retículo de Whipple. A bioárea corresponde a  $400\mu\text{m}^2.\text{mL}^{-1}$ , sendo utilizada pela SABESP e CETESB (Branco, 1986), instituições destinadas ao controle da água para abastecimento. BEYRUTH (1996) comparou estimativas de bioárea e biovolume encontrando elevada correlação entre os dois métodos.

### 5.2.3 Tratamento dos dados

#### 5.2.3.1 Composição e Estrutura da Comunidade

A identificação dos organismos foi feita com auxílio de microscópio invertido Carl Zeiss, bibliografia específica (BOURRELLY, 1968, 1970, 1972; CASTRO, 1993; DESIKACHARY, 1959; Ettl, 1977; GEITLER, 1971; HUBER-PESTALOZZI 1968, 1974, 1975a, 1975b, 1976; KOMÁREK, 1974; KOMÁREK & FOTT, 1983; KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS, 1999; KRAMMER & LANGE-BERTALOT, 1997a, 1997b, 1997c, 1997d; LEITE, 1979; PASCHER, 1932; PHILLIPOSE, 1967; PRESCOTT, 1977; TELL & CONFORTI, 1986) e apoio de especialistas do Instituto de Botânica.

Para análise da estrutura da comunidade foram considerados:

Densidade total da amostra: número total de organismos encontrados em cada amostra

Bioárea total: área total ocupada pelos organismos na amostra

Riqueza específica: correspondente ao número de táxons encontrados em cada amostra (S).

Abundância relativa: (%) das classes fitoplanctônicas (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Zygnemaphyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Criptophyceae, Dinophyceae Euglenophyceae e Xantophyceae), por amostra.

Diversidade específica: estimada pelo Índice de Shannon-Wiener a partir dos dados de densidade e bioárea.

Espécies indicadoras: identificadas como as três espécies com frequências relativas mais elevadas para cada ponto, segundo BEYRUTH, (1994) e aquelas que ocorreram em períodos determinados, cuja densidade ou biomassa, ocorrência ou desaparecimento, associaram-se a alterações da qualidade ambiental, segundo ROCHA (1992).

Espécies dominantes e abundantes (segundo LOBO & LEIGHTON, 1986): foram consideradas da seguinte forma:

- Dominantes – as que ocorreram em densidade ou biomassa iguais ou superiores a 50% do total da amostra.
- Abundantes – as que ocorreram em densidade ou biomassa igual ou superior a média da amostra

Constância de ocorrência (segundo DAJOZ, 1972): foi determinada pela percentagem de ocorrência da espécie em relação ao total de amostras de cada ponto de amostragem [ $c = (p \times 100) / P$ ], onde:

c= constância

p= nº de coletas contendo a espécie

P= nº total de coletas efetuadas, distinguindo: 1) espécies constantes, quando  $c >$  que 50%; 2) espécies acessórias, quando  $c > 25$  e  $< 50\%$  e 3) espécies acidentais, quando  $c < 25\%$ .

### 5.2.3.2 Estratégias de Sobrevivência

Para avaliação das estratégias adaptativas quanto à capacidade de aproveitamento dos recursos, superação dos gradientes ambientais, proteção contra predação e potencial de permanecer em suspensão, as espécies foram divididas em grupos, considerando:

- capacidade de movimento próprio ou de mobilizar a água ao seu redor (flagelo)
- presença ou ausência de envoltório rígido (lóricas ou frústulas)
- estratégias capazes de influir na velocidade de sedimentação e aproveitamento dos recursos:

formas unicelulares, coloniais, filamentosas e presença de estruturas modificadoras da superfície celular, tais como processos, espinhos e distorções da forma esférica.

As espécies foram agrupadas em classes de tamanho conforme o maior eixo (GALD):

- nanoplâncton -  $<20\mu\text{m}$
- microplâncton - 20 até  $200\mu\text{m}$
- macropilâncton -  $> 200\mu\text{m}$
- para organismos coloniais foram consideradas as medidas das colônias.

### 5.3 Análise Estatística

O estudo dos atributos da comunidade fitoplanctônica e dos fatores ambientais foi realizado através dos métodos da estatística descritiva. Verificou-se assimetria da distribuição das frequências, para todos os parâmetros avaliados, optando-se pelo uso da média dos valores referentes ao dia da coleta mais os dois dias anteriores, para os dados de vazão, vento e insolação. Para pluviosidade considerou-se a soma dos valores referentes ao dia da coleta mais os dois dias anteriores.

Para estimativa da correlação entre as variáveis bióticas e abióticas utilizou-se análise de regressão múltipla, com os grupos de estratégias e dados de biomassa total. Para análise das variáveis bióticas foram utilizados métodos de agrupamento e de componentes principais.

Foram utilizados os seguintes programas estatísticos:

- STATGRAPHICS versão 5.0 para os cálculos das estatísticas descritivas e para a análise de regressão múltipla (ZAR, 1996; SIEGEL, 1975).

- STATISTICA versão 4.3 para as análises de agrupamento, utilizando as variáveis biológicas transformadas em  $\log(x+1)$  método de Ward e distância euclidiana (TER BRAAK, 1986; 1987 e 1988) e análise de componentes principais.

## Capítulo 6

### RESULTADOS

#### 6.1 – Variáveis Abióticas

##### 6.1.1 Variáveis físicas e químicas

- pH

Os valores de pH variaram, no período de estudo, entre 6,4, e 8,7, no ponto 1 e entre 6,6 e 9,2 no ponto 2 (FIGURA 6.1) De maneira geral esses valores oscilaram em torno de 7,0, com maiores variações entre agosto e dezembro/96.

Os valores encontrados no ponto 2 (Praia dos Namorados) foram um pouco mais elevados do que os observados no ponto 1.

- Transparência

A transparência da água, observada no Reservatório Salto Grande, foi maior no período de estiagem e menor na época chuvosa. Os valores observados estiveram entre 0,3m e 2,4m (FIGURAS 6.2, 6.3 e 6.4).

Neste estudo foram observados menores valores de transparência na Praia Azul, próximo à entrada do Rio Atibaia.

- Nutrientes

Os resultados obtidos por BITAR (1998); CETESB (1995, 1996, 1997), COSTA (1988), DEBERDT (1997), MINOTI (1999) e RIOS (1999) para nutrientes estão representados nas TABELAS 6.1; 6.2;6.3;6.4; 6.5 e 6.6 (Anexo). De maneira geral as concentrações de nutrientes foram elevadas. A região inicial do reservatório, próxima ao Rio Atibaia apresentou maiores valores da série fosfatada (fósforo orgânico total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico) no inverno, enquanto a região final do reservatório apresentou concentrações maiores da série fosfatada no verão.

##### 6.1.2 Variáveis climáticas

- Pluviosidade

A pluviosidade no período de estudo variou de 0 a 48mm nos três dias que antecederam a coleta. O período seco estendeu-se de março a agosto em 1995, de abril a agosto em 1996 e de março a agosto em 1997. O ano de 1996 apresentou o maior período de seca contínuo, entre 8 de

maio e 28 de agosto, com 0 de pluviosidade nos três dias que antecederam as coletas. O mês de junho de 1997, por outro lado, apresentou precipitação elevada (128,1mm), incomum para o período de inverno (FIGURAS 6.2, 6.3 e 6.4).

- Temperatura

A temperatura da água apresentou, no período de estudo, variação entre 12 e 30°C e a do ar, entre 10 e 32°C (FIGURA 6.9). Temperaturas mais baixas ocorreram em julho e agosto de 1997 e as mais altas em janeiro e fevereiro dos três anos estudados.

- Vento

Neste estudo foram registrados, na Estação Meteorológica de Limeira, ventos máximos de 2 a 14m/s, nos três dias que antecederam as coletas. Ventos com maiores intensidades foram registrados de setembro a dezembro em 1995, em novembro e dezembro de 1996 e entre setembro e outubro de 1997. Ventos com menores intensidades ocorreram entre maio e agosto dos três anos (FIGURA 6.10).

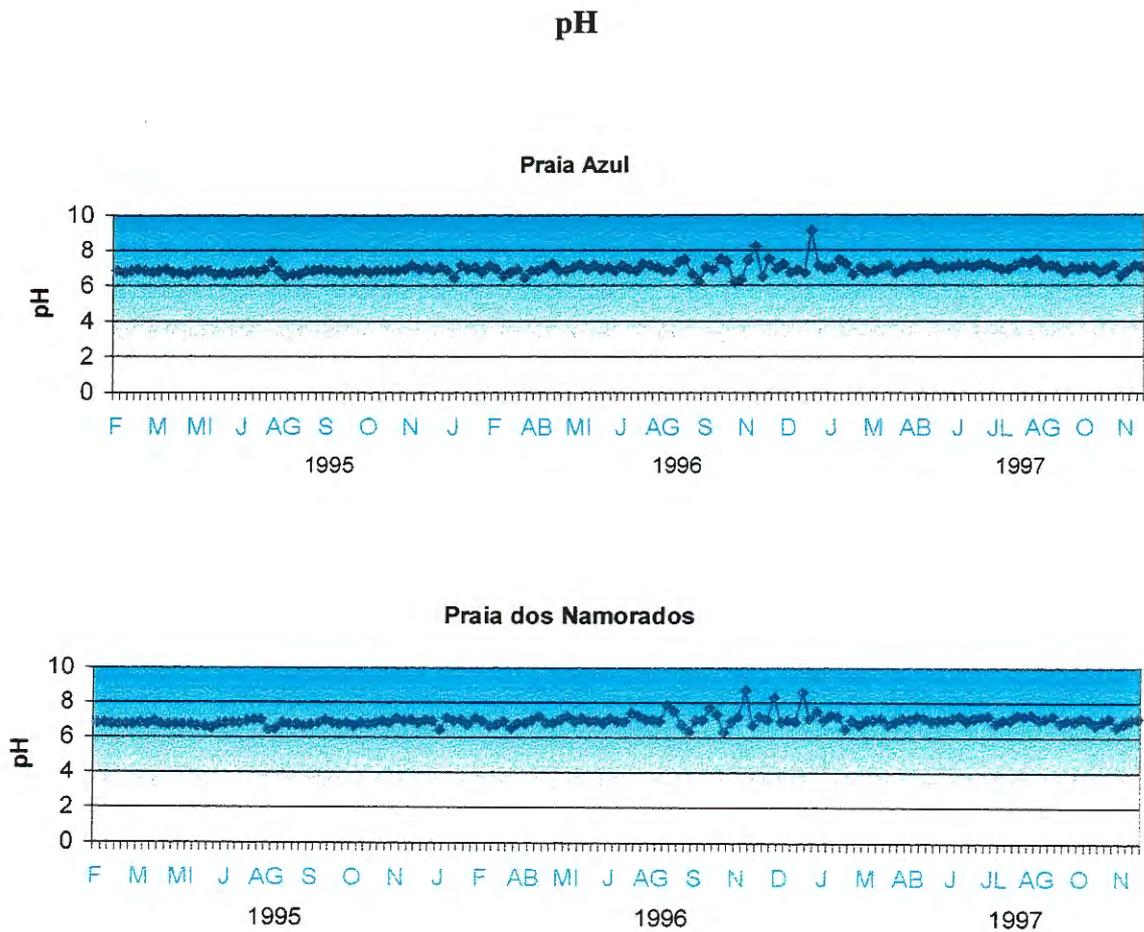
- Insolação

A insolação apresentou grandes variações no período de estudo (FIGURA 6.11), de 0 a 12 horas/dia. As médias mensais indicam maiores períodos de iluminação no inverno devido a ausência de nuvens.

### 6.1.3 Variáveis Hidrológicas

#### Vazão afluente e Vazão defluente (Turbinada + Vertida)

As vazões afluente e defluente do Reservatório Salto Grande estão relacionadas principalmente à pluviosidade. No período desse estudo a maior vazão afluente observada foi de 160m<sup>3</sup>/s, em janeiro/97 e as menores, de 10m<sup>3</sup>/s, em 06/12/95; 27/11/96 e 06/11/97. Vazões mais elevadas ocorreram no período de chuvas e as menores ocorreram no período seco (FIGURA 6.12), como é normal dadas as necessidades operacionais do reservatório.



**FIGURA 6.1** Valores de pH obtidos na Praia Azul e Praia dos Namorados no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### Pluviosidade e Transparência

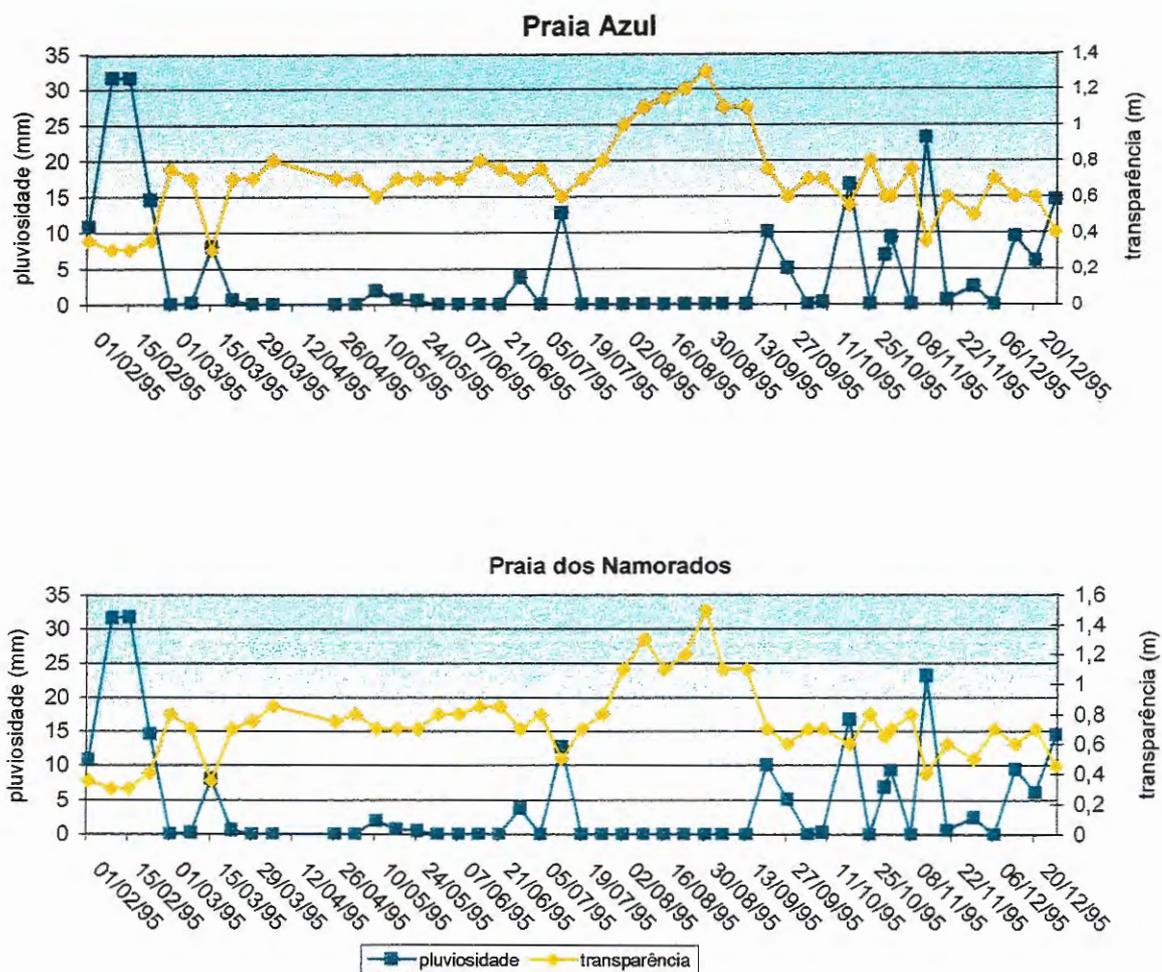
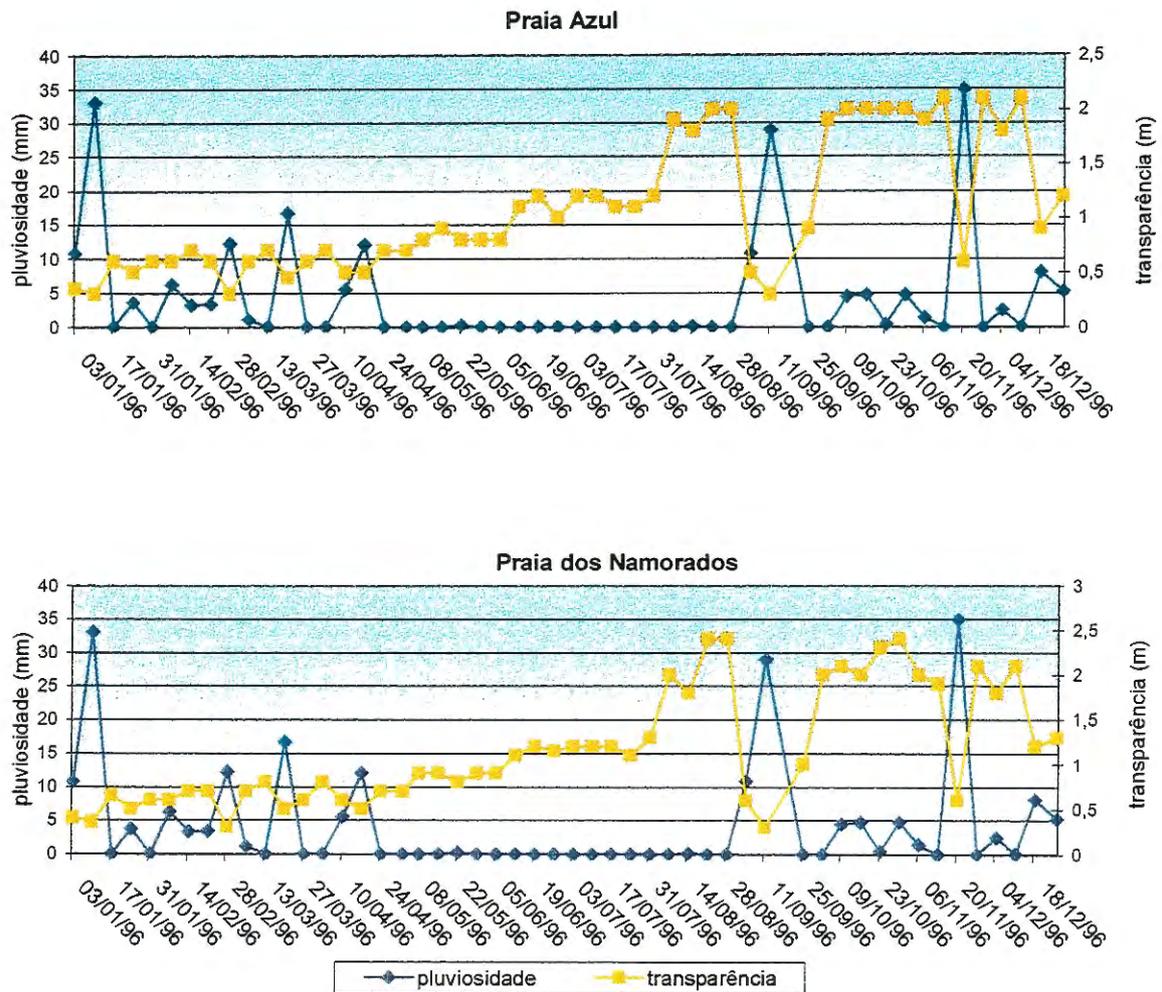


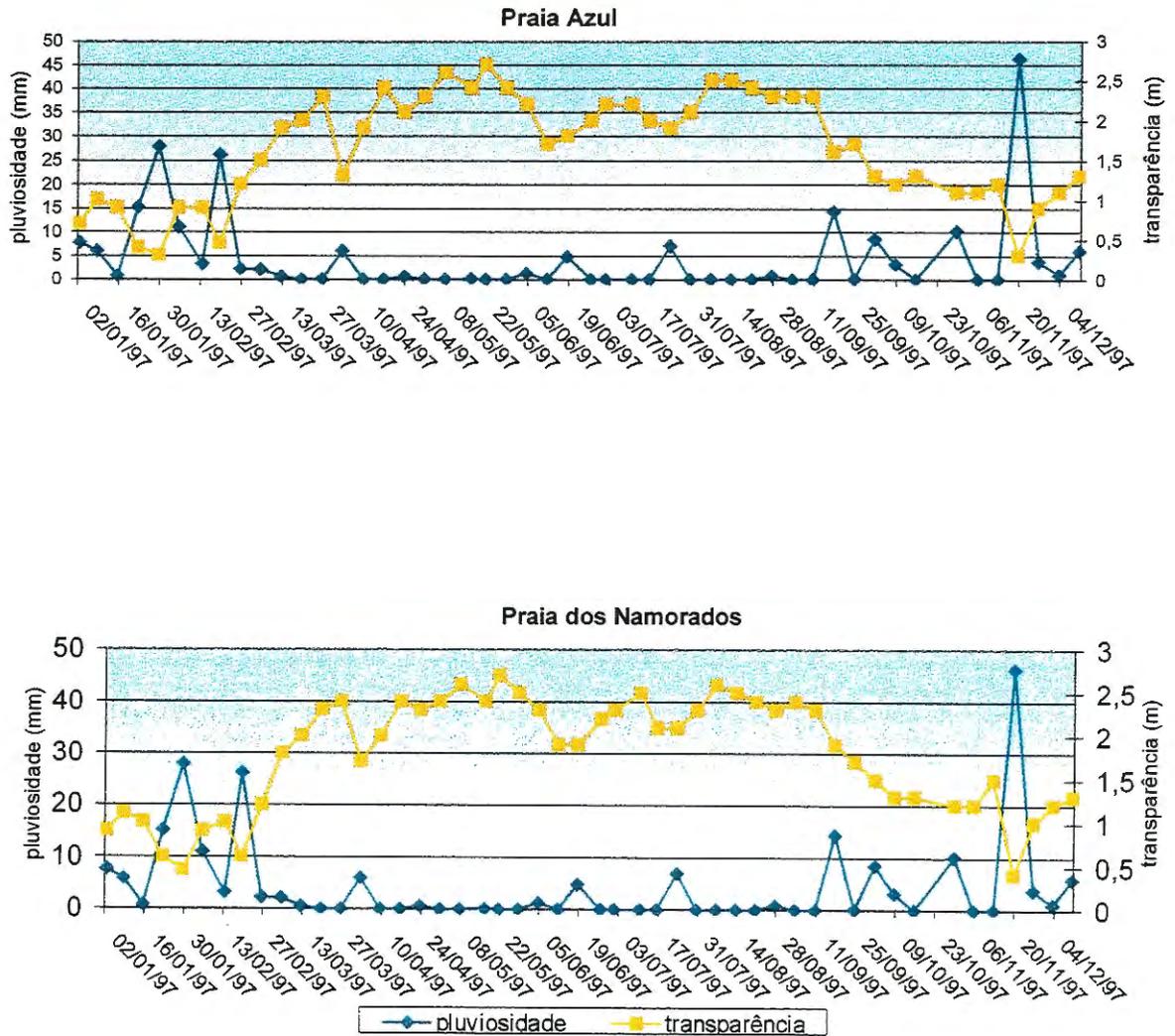
FIGURA 6.2 Valores de Pluviosidade (mm) (na Estação meteorológica de Limeira) e transparência (m) obtidos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/95.

### Pluviosidade e Transparência



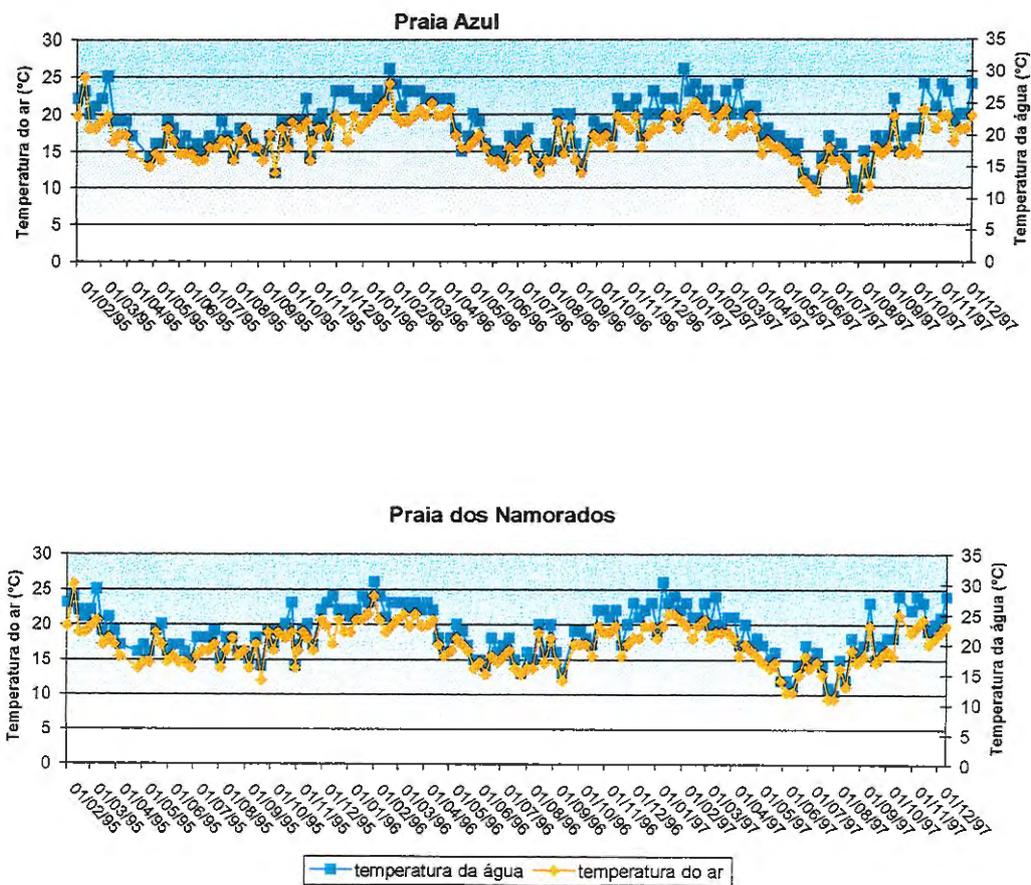
**FIGURA 6.3** Valores de Pluviosidade (mm) (na Estação Meteorológica de Limeira) e transparência (m) obtidos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/96.

## Pluviosidade e Transparência



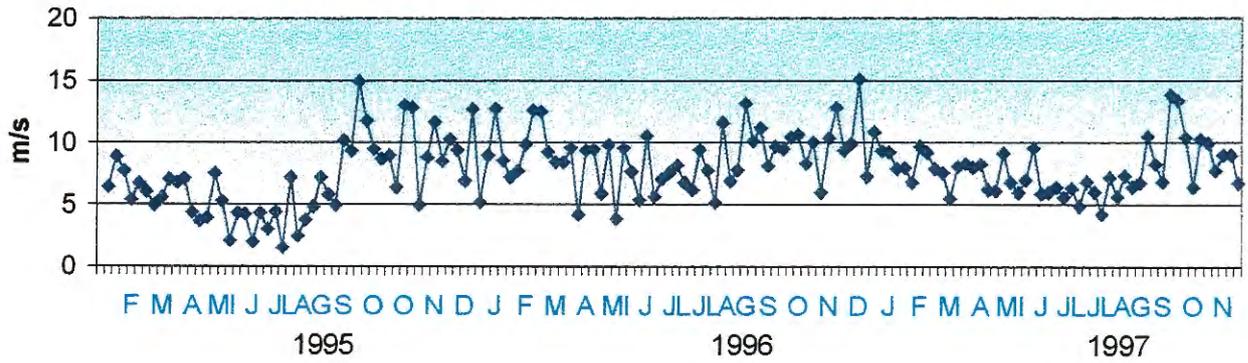
**FIGURA 6.4** Valores de Pluviosidade (na Estação Meteorológica de Limeira) e transparência (m) obtidos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/97.

### Temperaturas do ar e da água



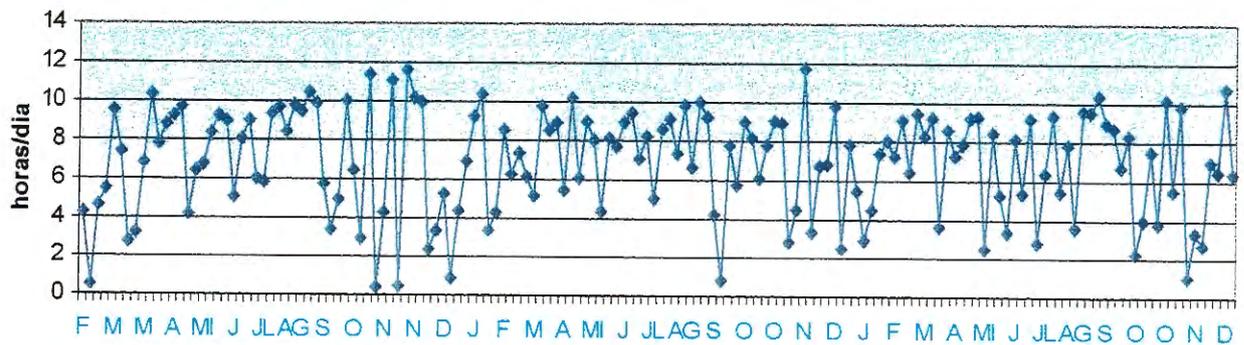
**FIGURA 6.9** Valores de Temperatura do ar e da água registrados na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

**Vento máximo**

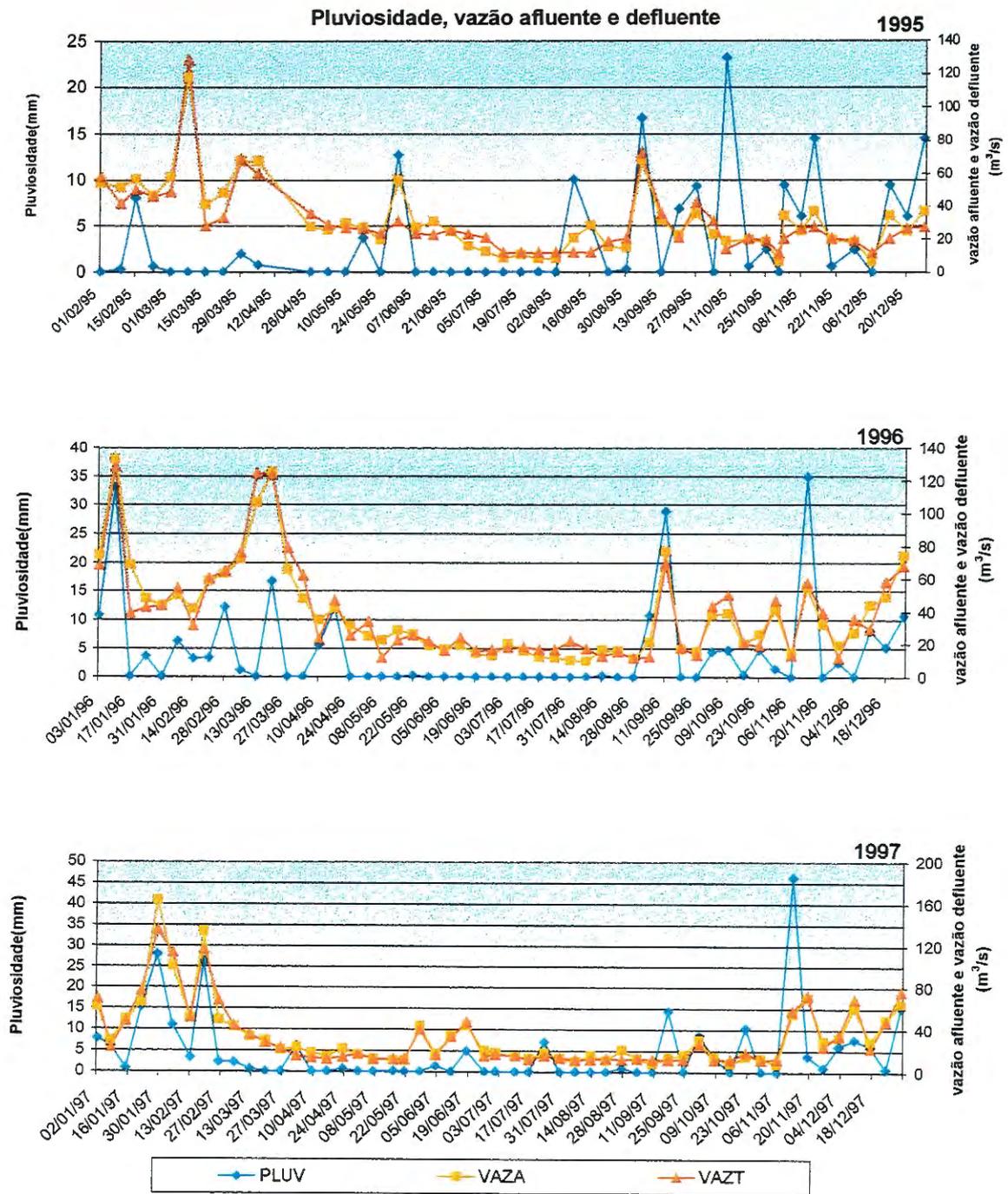


**FIGURA 6.10** Vento máximo(m/s), na Estação Meteorológica de Limeira, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

**Insolação**



**FIGURA 6.11** Insolação (horas/dia), na Estação Meteorológica de Limeira, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.



**FIGURA 6.12** Pluviosidade (mm), obtida na Estação Meteorológica de Limeira, Vazão Afluente e Vazão Defluente (m<sup>3</sup>/s), segundo DAEE, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

## 6.2 Comunidade Fitoplanctônica

### 6.2.1 Composição e Estrutura

Foram realizadas 47 amostragens em 1995, 51 em 1996 e 49 em 1997. Foram registrados 224 táxons, sendo 39 Cyanophyceae, 111 Chlorophyceae, 14 Zygnemaphyceae, 25 Bacillaryophyceae, 05 Chrysophyceae, 05 Cryptophyceae, 05 Dinophyceae, 15 Euglenophyceae e 05 Xantophyceae, listados na TABELA 6.7(ANEXO).

As TABELAS 6.8 e 6.9 (ANEXO) mostram a frequência de ocorrência dos táxons, por ponto e ano de coleta na Praia Azul e Praia dos Namorados. Foram considerados constantes em 1995, na Praia Azul: *Microcystis aeruginosa*, *Chlamydomonas* sp.1, *Monoraphidium contortum*, VOLVOCALES sp.1, *Cyclotella meneghiniana* e *Aulacoseira granulata*. Em 1996: *M. aeruginosa*, *Pseudanabaena mucicola*, *Ankyra judayi*, *Chlamydomonas* sp.1, VOLVOCALES sp.1, e *Nitzschia palea* e em 1997: *M. aeruginosa*, *P. mucicola*, *A. judayi*, *N. palea*, e *Chrysococcus* sp.. Na Praia dos Namorados foram considerados constantes em 1995: *M. aeruginosa*, *A. granulata*, *Chlamydomonas* sp., VOLVOCALES sp. 1 e *P. mucicola*. Em 1996: *M. aeruginosa*, *N. palea*, *A. judayi* e VOLVOCALES sp. 1 e em 1997: *M. aeruginosa*, *Nitzschia palea*, *Ankyra judayi* e *P. mucicola*.

Observa-se uma constância nas espécies mais frequentes no reservatório durante os três anos estudados. *M. aeruginosa*, *P. mucicola*, *N. palea*, VOLVOCALES sp.1, *A. judayi*, *Aulacoseira granulata* e *Chlamydomonas* sp.1 mantiveram-se frequentes durante todo o período.

As espécies com maiores densidades e biomassas, (consideradas abundantes), estão discriminadas nas TABELAS 6.10 e 6.12 (Praia Azul), 6.11 e 6.13 (Praia dos Namorados), e suas características descritas (ANEXO).

Apesar de ter sido encontrado um maior número de taxa de clorofíceas, a classe dominante foi a das cianofíceas, durante a maior parte dos três anos estudados, sendo a espécie *Microcystis aeruginosa* a principal responsável pelos maiores valores de densidade e biomassa.

As FIGURAS 6.13, 6.14 e 6.15 mostram algumas das espécies de cianofíceas, clorofíceas, bacilariofíceas e criptofíceas registradas no reservatório Salto Grande no período de estudo.

Embora as espécies abundantes em biomassa tenham sido praticamente as mesmas nos três anos de estudo, as biomassas específicas variaram bastante com menores valores ocorrendo em 1997.

Os valores mais elevados de densidade e biomassa ocorreram no inverno (julho/agosto), no entanto altos valores também foram registrados no verão (janeiro/fevereiro e novembro/dezembro).

As densidades e biomassas mais baixas foram encontradas nos períodos entre março e junho. As FIGURAS 6.16 e 6.17 mostram a variação da densidade e biomassa, por classes, na Praia Azul. As FIGURAS 6.18 e 6.19 mostram a variação da densidade e biomassa, por classes, na Praia dos Namorados.

Na Praia Azul, *Microcystis aeruginosa* foi a espécie dominante em biomassa, (segundo critério de Lobo & Leighton, 1986), em 24(51%) das amostras de 1995, 32 (63%) das amostras de 1996 e 34 (69%) das amostras de 1997.

*Microcystis aeruginosa* foi a espécie dominante em biomassa, (segundo critério de Lobo & Leighton, 1986) em 22 (46%) das amostras de 1995, 37(72%) das amostras de 1996 e 34(63%) das amostras de 1997, na Praia dos Namorados.

Foi observada uma diferença marcante entre os três anos de coleta. Em 1995 ocorreu uma maior distinção dos dois pontos estudados, com um aumento de riqueza de espécies e diversidade da região da Praia Azul para a Praia dos Namorados, enquanto em 1996 e 1997 não houve uma diferença tão nítida entre os pontos. Em 1995 também ocorreu variação sazonal marcada com densidades mais elevadas de cianofíceas no período de inverno.

*Botryococcus braunii* foi uma das espécies com maiores biomassas em 1995, 1996 e 1997 na Praia dos Namorados, tendo sido, no entanto, registrada em breves períodos.

*Nitzschia palea* e *Pseudanabaena mucicola*, que também ocorreram em elevadas densidade e biomassa estão associadas aos períodos de final de floração de *Microcystis* spp., enquanto *Aphanocapsa delicatissima*, *Limnothrix* sp., *Dictyosphaerium tetrachotomum* e *Cryptomonas* spp. ocorreram em substituição das populações de *Microcystis* spp.

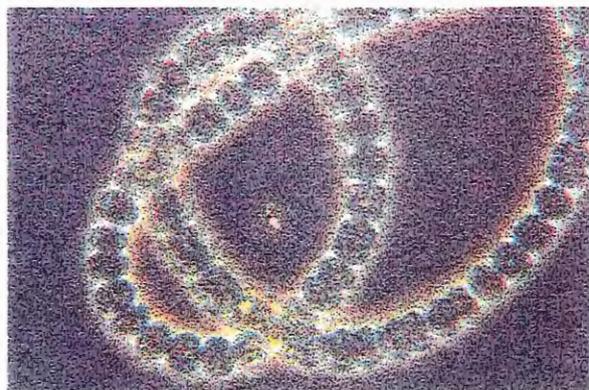
*Anabaena circinalis* e *Anabaena crassa* ocorreram em elevadas densidade e biomassa em maio, junho, setembro e novembro/95; maio, junho e novembro/96; fevereiro, abril, e novembro/97, na Praia Azul. Estas mesmas espécies ocorreram em elevadas densidade e biomassa na Praia dos Namorados em maio e setembro/95; setembro e novembro/96 e julho, outubro e novembro/97.

A diversidade fitoplanctônica observada no Reservatório Salto Grande durante esse estudo variou de 0,2 a 3,4 Bits.ind.<sup>-1</sup> (FIGURAS 6.20 e 6.21).

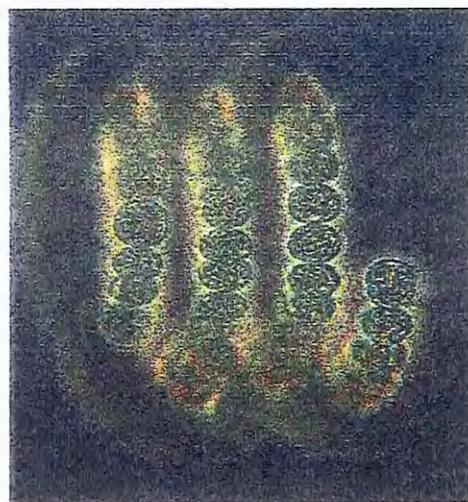
A maior riqueza de espécies foi devida aos três grupos usuais em lagos tropicais (segundo LEWIS, 1978): cianofíceas, clorofíceas e diatomáceas.

A diversidade relativa dos três grupos mais ricos em espécies também segue o padrão normal para lagos tropicais: clorofíceas > cianofíceas > diatomáceas (LEWIS & RIEHL, 1982).

Destacaram-se alguns valores mais altos de diversidade: na Praia Azul, em outubro/95, outubro/96 e junho/97 e na Praia dos Namorados, em novembro/97.



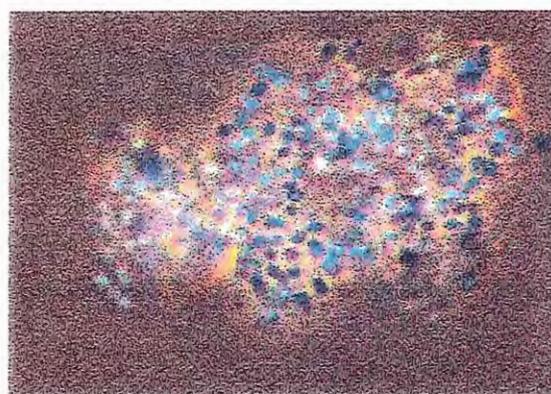
*Anabaena circinalis*



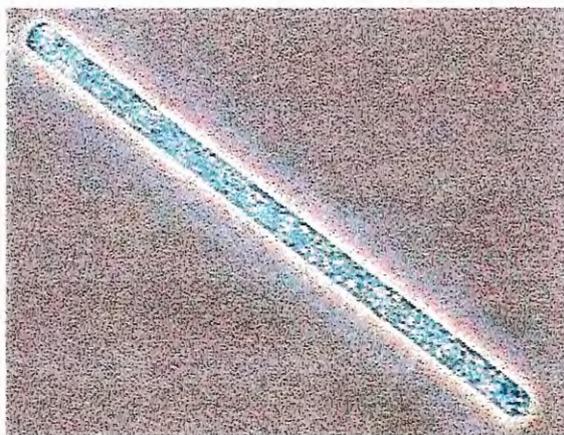
*Anabaena crassa*



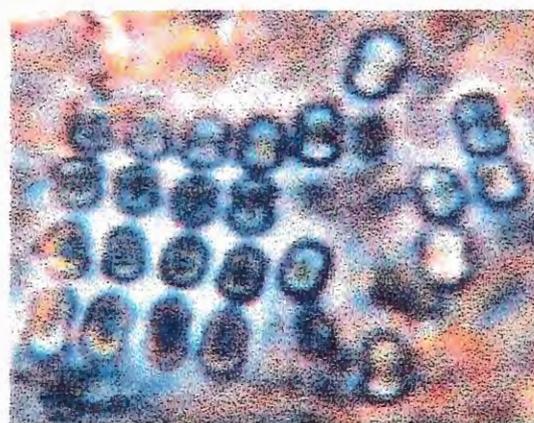
*Microcystis aeruginosa*



*Aphanocapsa delicatissima*



*Planktothrix mougeotii*

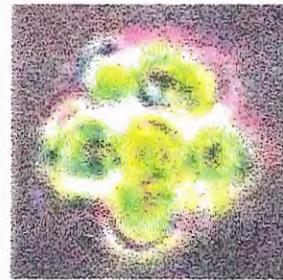


*Merismopedia insignis*

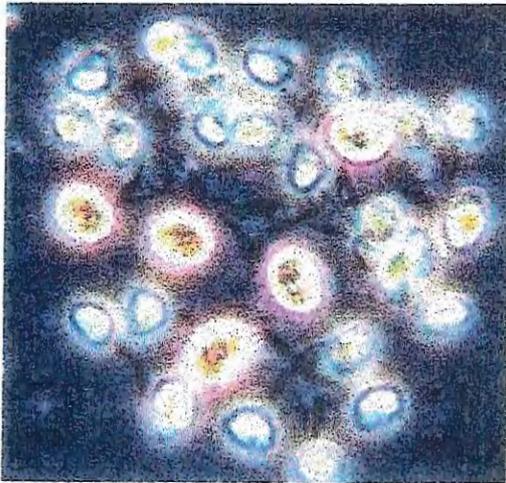
FIGURA 6.13 – Algumas das espécies de Cianofíceas registradas no Reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.



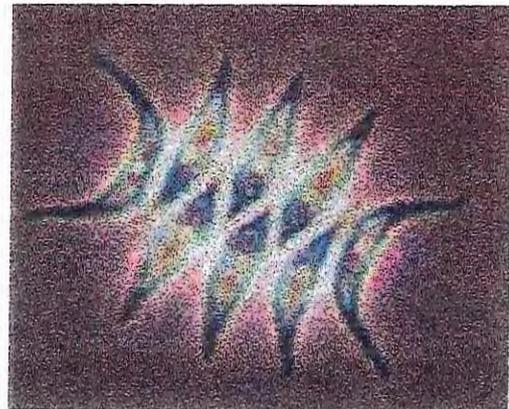
*Ankyra judayi*



*Coelastrum astroideum*



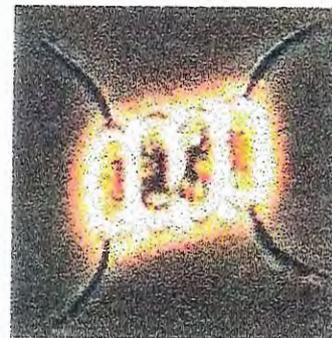
*Dictyosphaerium tetrachotomum*



*Scenedesmus acuminatus*



*Oocystis marssonii*



*Scenedesmus quadricauda*

FIGURA 6.14 – Algumas das espécies de Clorofíceas registradas no Reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.



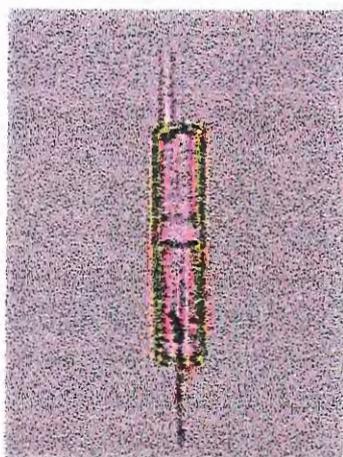
*Cryptomonas marssonii*



*Cryptomonas obovata*



*Cryptomonas erosa*



*Aulacoseira granulata*



*Cyclotella meneghiniana*

FIGURA 6.15 – Algumas das espécies de Criptofíceas e Bacilariofíceas registradas no reservatório Salto Grande, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### Densidade fitoplanctônica na Praia Azul

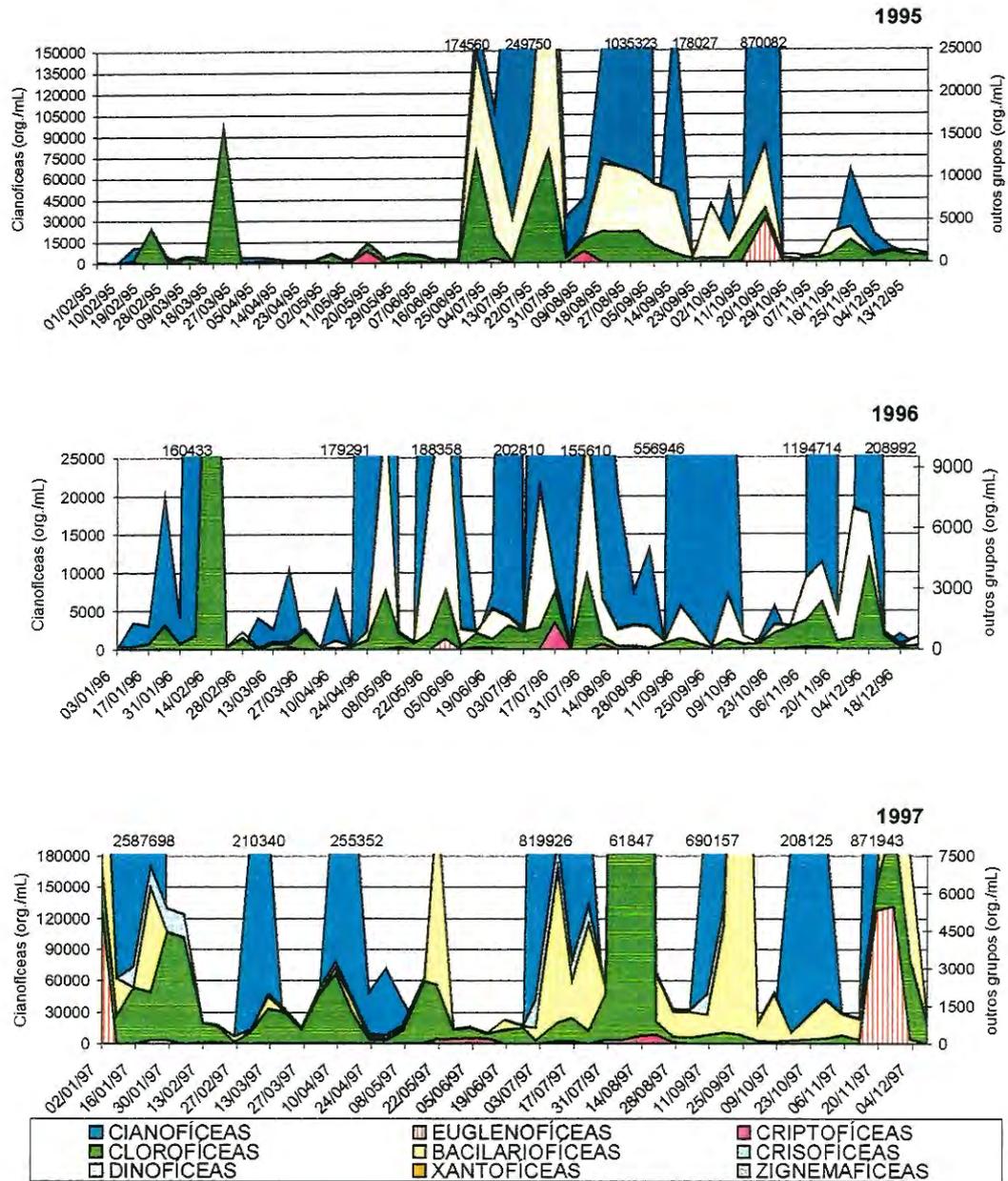


FIGURA 6.16 Densidade por classes fitoplanctônicas na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### Biomassa fitoplanctônica na Praia Azul

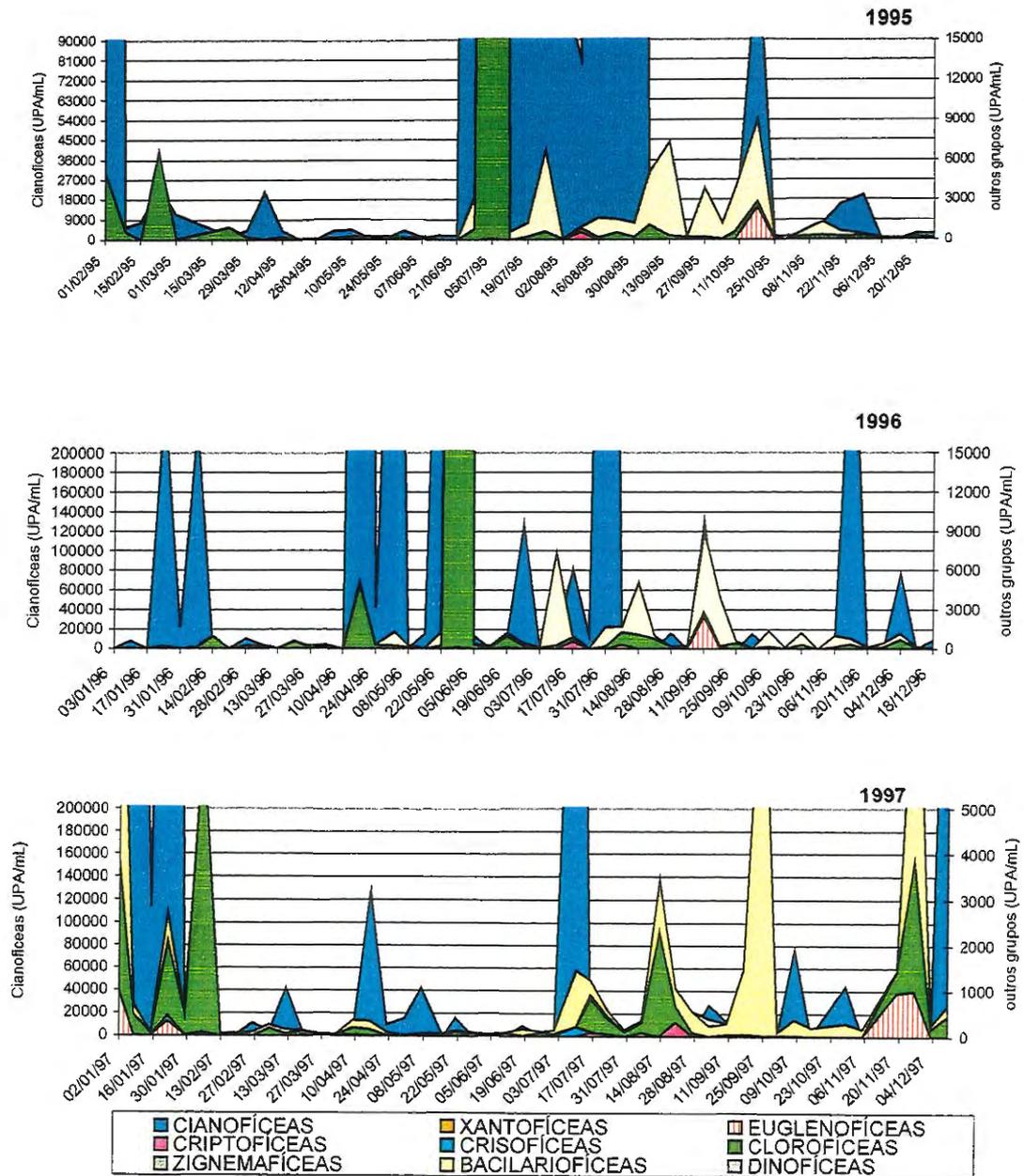
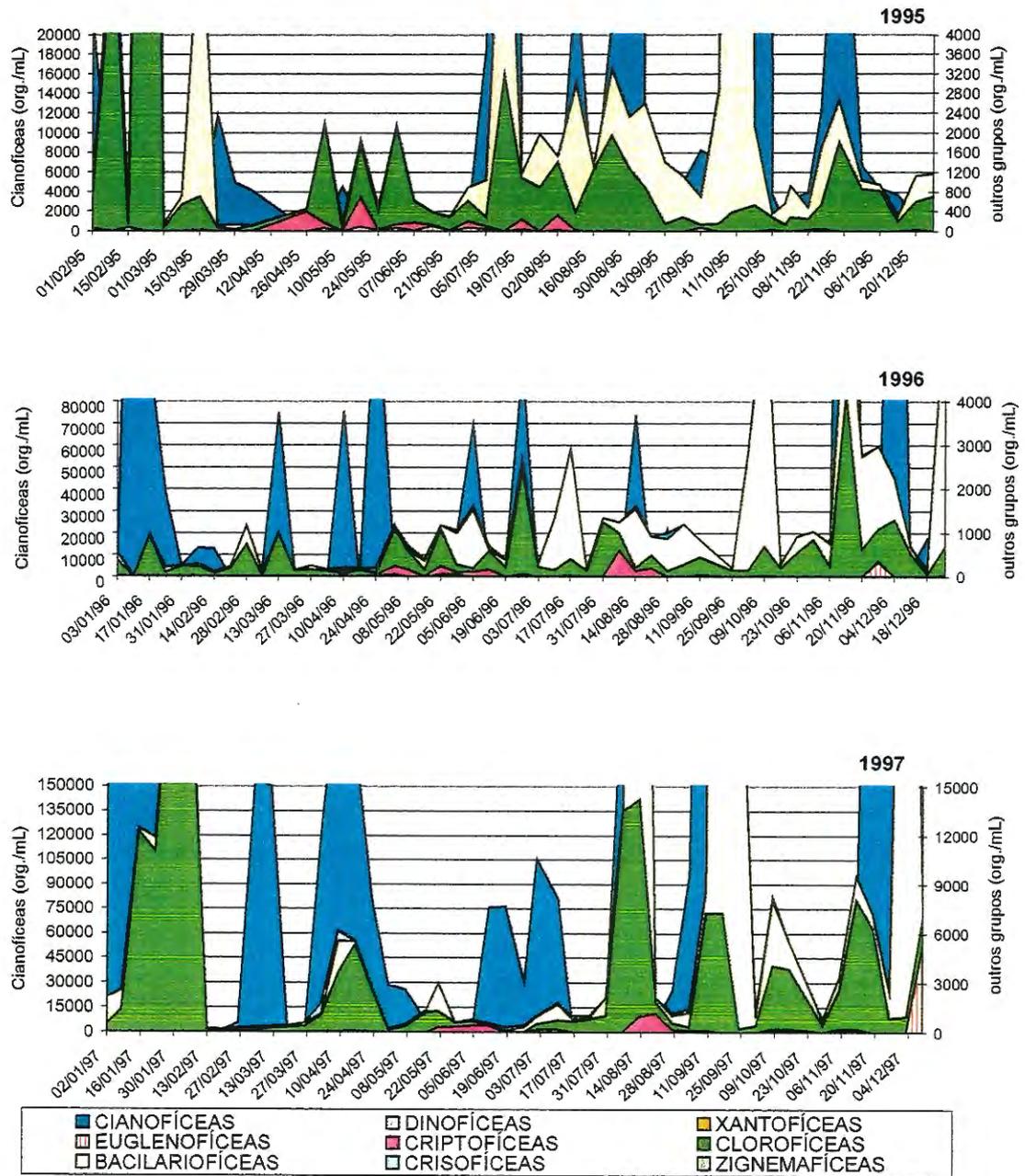


FIGURA 6.17 – Biomassa por classes fitoplanctônicas na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### Densidade fitoplanctônica na Praia dos Namorados



**FIGURA 6.18 –** Densidade por classes fitoplanctônicas na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### Biomassa fitoplanctônica na Praia dos Namorados

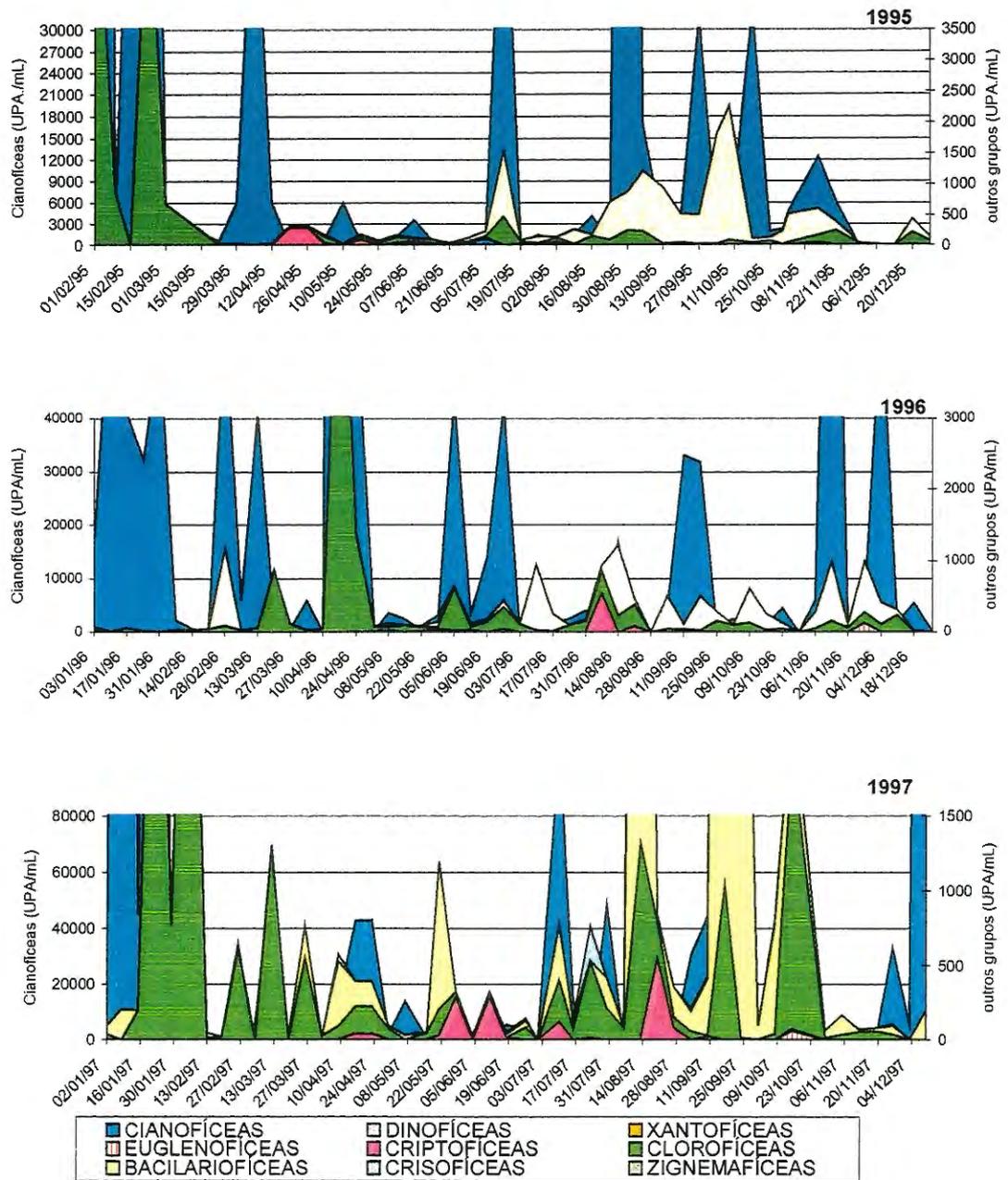
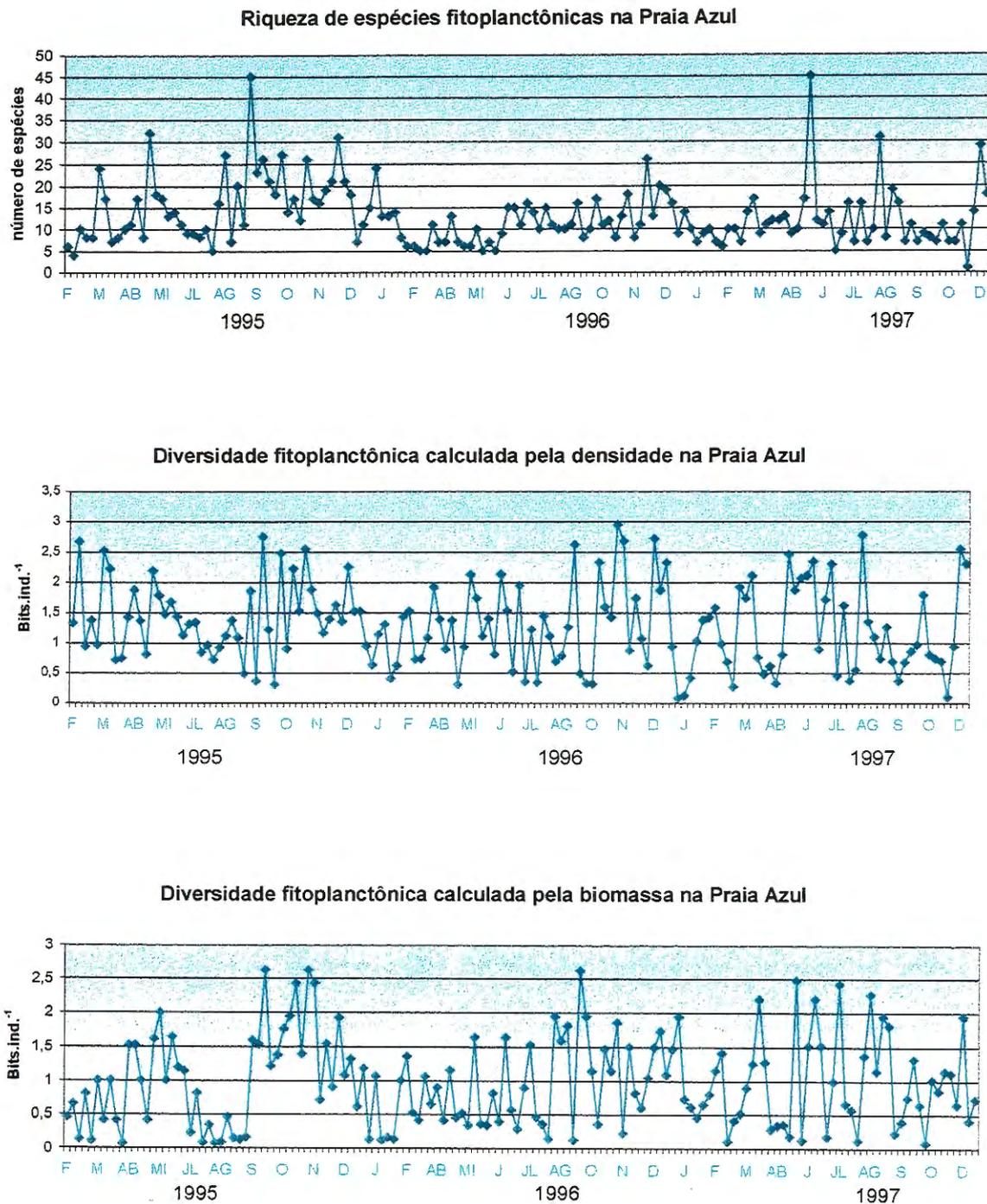
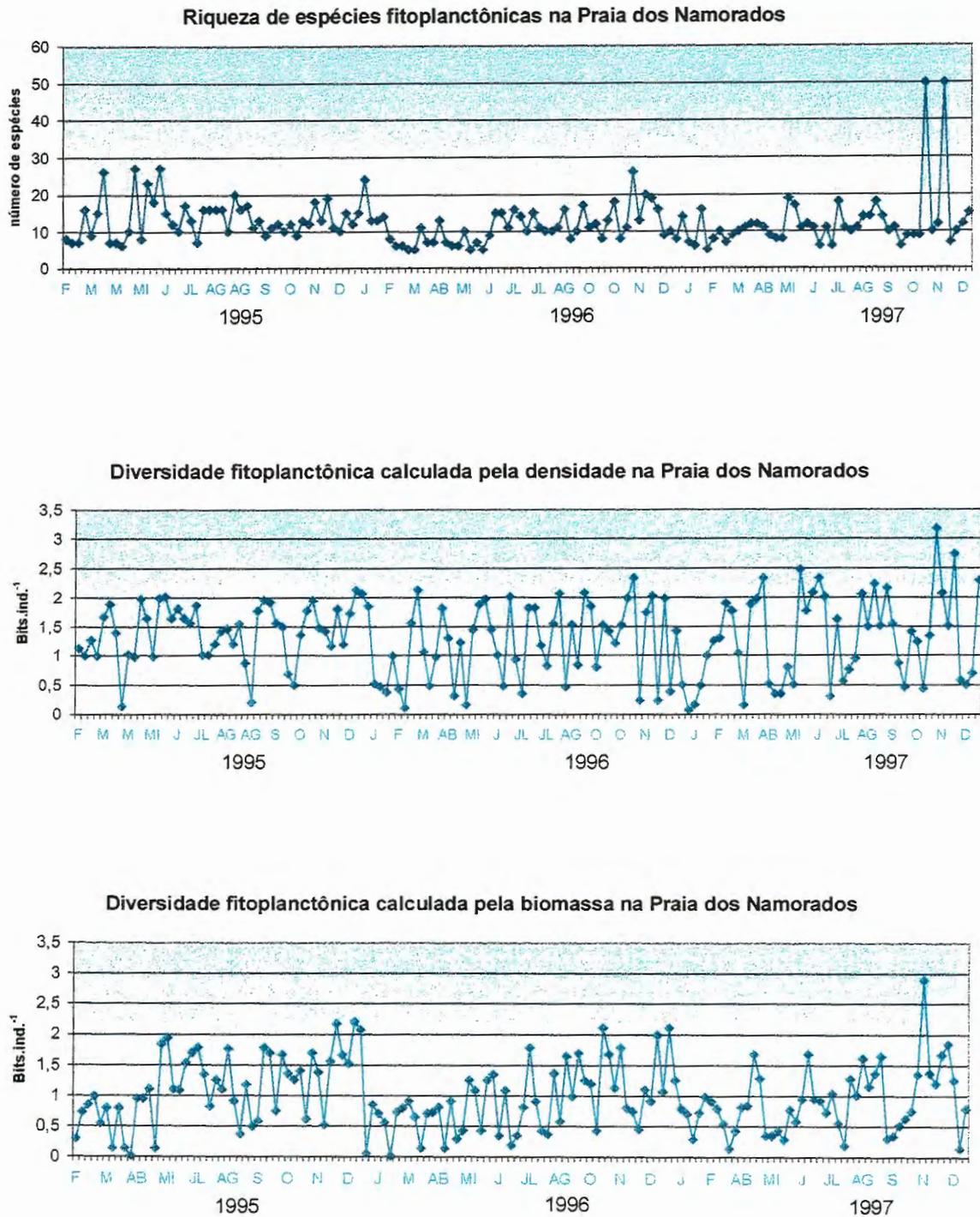


FIGURA 6.19 – Biomassa por classes fitoplanctônicas na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.



**FIGURA 6.20** – Riqueza de espécies (número de espécies), diversidade fitoplanctônica(calculada com densidade em  $\text{bits.ind.}^{-1}$ ) e diversidade (calculada com biomassa em  $\text{bits.ind.}^{-1}$ ) na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.



**FIGURA 6.21** – Riqueza de espécies (número de espécies), diversidade fitoplanctônica (calculada com densidade em  $\text{bits.ind.}^{-1}$ ) e diversidade fitoplanctônica (calculada com biomassa, em  $\text{bits.ind.}^{-1}$ ) na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### 6.2.2 Estratégias de sobrevivência

Foram estabelecidos 19 grupos de estratégias para a comunidade fitoplanctônica do reservatório Salto Grande, considerando-se tamanho, presença ou ausência de flagelo, presença ou ausência de envoltório rígido, presença ou ausência de modificações da forma (como por ex. processos em desmidiáceas) e forma (unicelular ou colonial), conforme TABELA 6.14 (Anexo).

Dentre os taxa constituintes dos 19 grupos de estratégias destacaram-se como indicadoras, pela frequência de ocorrência: *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*, *Microcystis* cf. *lamelliformis*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena crassa*, *Pseudanabaena mucicola*, *Volvocales* sp.1 e *Nitzschia palea*. Por ocorrerem em períodos determinados, associados a mudanças ambientais, destacaram-se: *Aphanocapsa delicatissima*, *Limnothrix* sp., *Cryptomonas* spp., *Ankyra judayi*, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Coelastrum astroideum*, *Monoraphidium* spp., *Schroederia antillarum*, *Aulacoseira granulata* e *Trachelomonas volvocina*. As características dessas espécies estão descritas no Anexo.

A classe de tamanho predominante no reservatório Salto Grande em número de espécies foi o microplâncton e em biomassa, o macroplâncton (TABELA 6.14, Anexo).

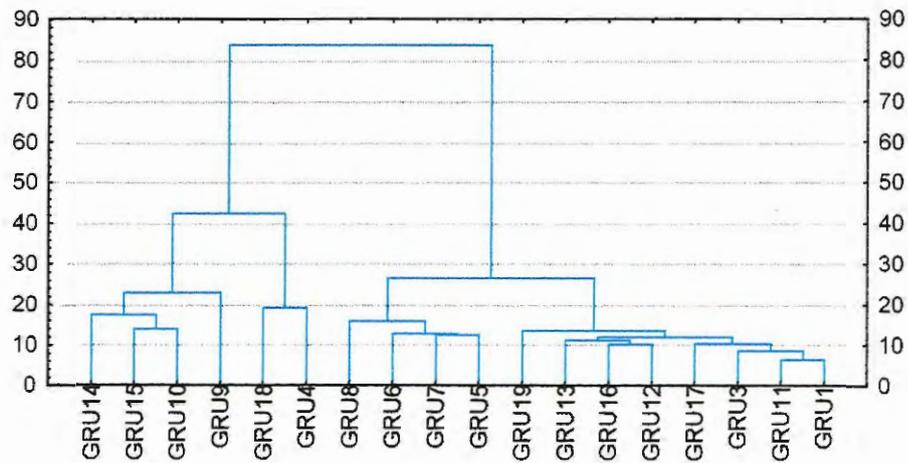
O grupo 4 constituído pelas espécies do gênero *Microcystis* e *Botryococcus brauni* representa a estratégia que ocorre com maior frequência, densidade e biomassa no reservatório: por formas coloniais, sem envoltório rígido, sem flagelo, com classe de tamanho de micro a macro plâncton.

As análises de agrupamento e de componentes principais (FIGURA 6.22) mostraram, para a Praia Azul, a existência de dois grandes grupos de estratégias da comunidade fitoplanctônica:

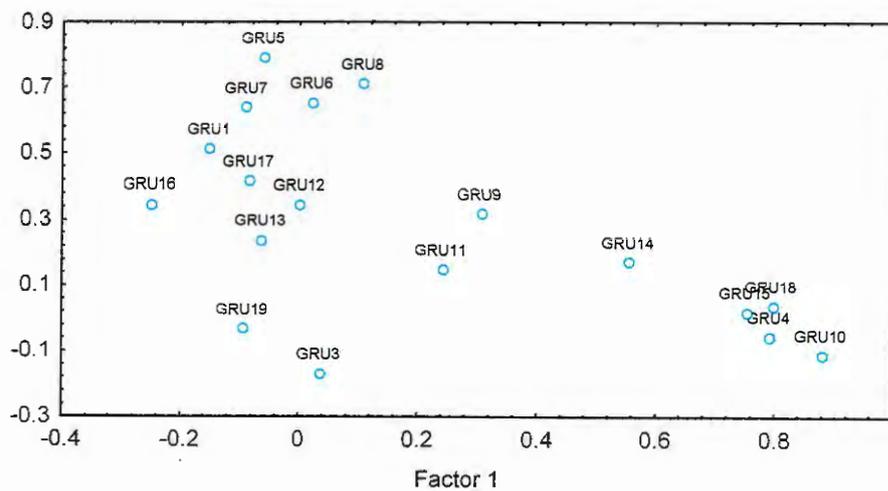
- o primeiro é constituído pelos taxa de maior biomassa, incluindo o grupo 4, o grupo 18, (constituído basicamente por células soltas de *Microcystis* spp.), o grupo 9 representado por *Anabaena circinalis* e *Anabaena crassa*, o grupo 10, representado por *Pseudanabaena mucicola*, o grupo 15 representado por *Nitzschia palea* e o grupo 14 representado por *Volvocales* sp.1
- o segundo é constituído pelos taxa que substituem as populações de *Microcystis* e *Anabaena* durante curtos períodos de tempo, incluindo os demais grupos, com destaque para *Aphanocapsa delicatissima* (grupo 5), *Aulacoseira granulata* (grupo 8), *Ankyra judayi* e *Schroederia antillarum* (grupo 19) e *Cryptomonas* spp. (grupo 13).

Para a Praia dos Namorados as análise de agrupamento e de componentes principais mostraram uma separação ainda maior entre os grupos 4 e 18, constituídos basicamente por *Microcystis* spp. e os demais. (FIGURA 6.23).

A análise de regressão múltipla, considerando biomassa fitoplanctônica e as variáveis abióticas pH, temperaturas do ar e da água, insolação, vento, vazões afluyente e defluente, apontou como fatores significativamente correlacionados com a biomassa total na Praia Azul, vento e vazão afluyente e na Praia dos Namorados, pluviosidade e pH (TABELAS 6.15, 6.16).

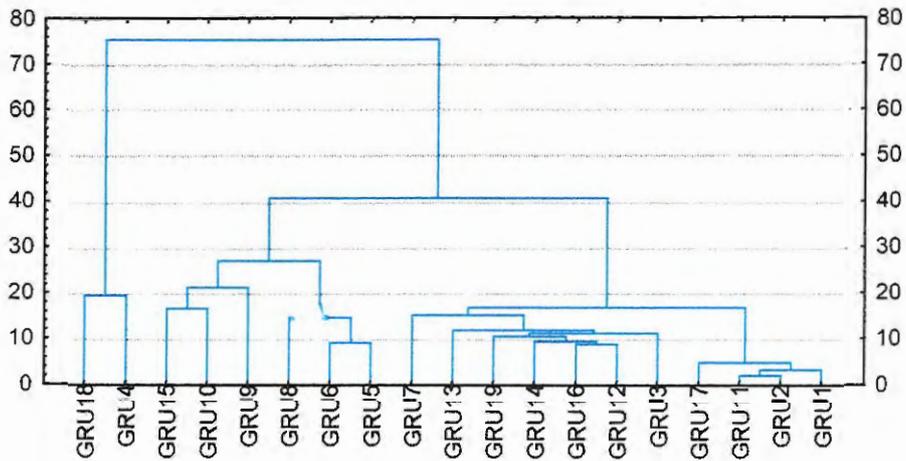


(a)

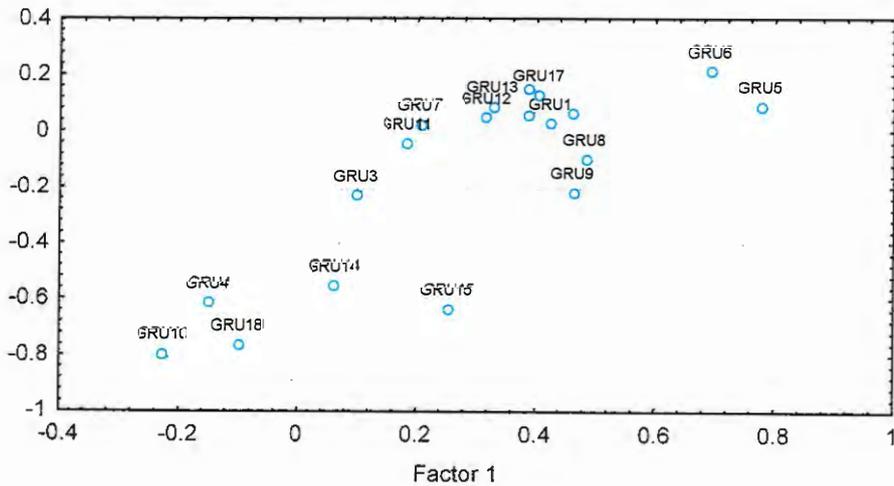


(b)

**FIGURA 6.22** Resultado das análises de agrupamento com Método de Ward e Distância Euclidiana (a) e de componentes principais com rotação Varimax (b), para os grupos de estratégias na Praia Azul.



(a)



(b)

**FIGURA 6.23** Resultado das análises de agrupamento, com Método de Ward e Distância Euclidiana (a) e de componentes principais, com rotação Varimax (b), para os grupos de estratégias na Praia dos Namorados.

### 6.2.3 Dinâmica temporal

As FIGURAS 6.24, 6.25, 6.26, 6.27, 6.28 e 6.29 mostram a densidade e biomassa dos principais taxa ao longo dos três anos de estudo.

*Microcystis* spp. apresentou flutuação sazonal clara em 1995, com maiores densidade e biomassa no inverno, enquanto em 1996 e 1997, não apresentou padrão bem definido, ocorrendo valores de densidade e biomassa elevados ao longo do ano. Em 1996 o número de células soltas de *Microcystis* spp. foi bem mais elevado, em ambos os pontos estudados.

*Aulacoseira granulata* ocorreu com maiores densidade e biomassa no fim do inverno e começo da primavera (entre agosto e setembro) nos anos de 1995 e 1996, em ambos os pontos e por curtos períodos de janeiro e dezembro de 1997, na Praia Azul.

*Volvocales* sp.1 apresentou altas densidade e biomassa no início de julho/95 e junho/96, na Praia Azul e fevereiro, maio, agosto/95; maio/96 e fevereiro/97 na Praia dos Namorados.

*Cryptomonas* spp. apresentou maiores densidade e biomassa em abril e maio/95, maio, julho e agosto/97, na Praia Azul e abril, maio, julho e agosto/95; agosto/96, maio, junho e agosto/97 na Praia dos Namorados.

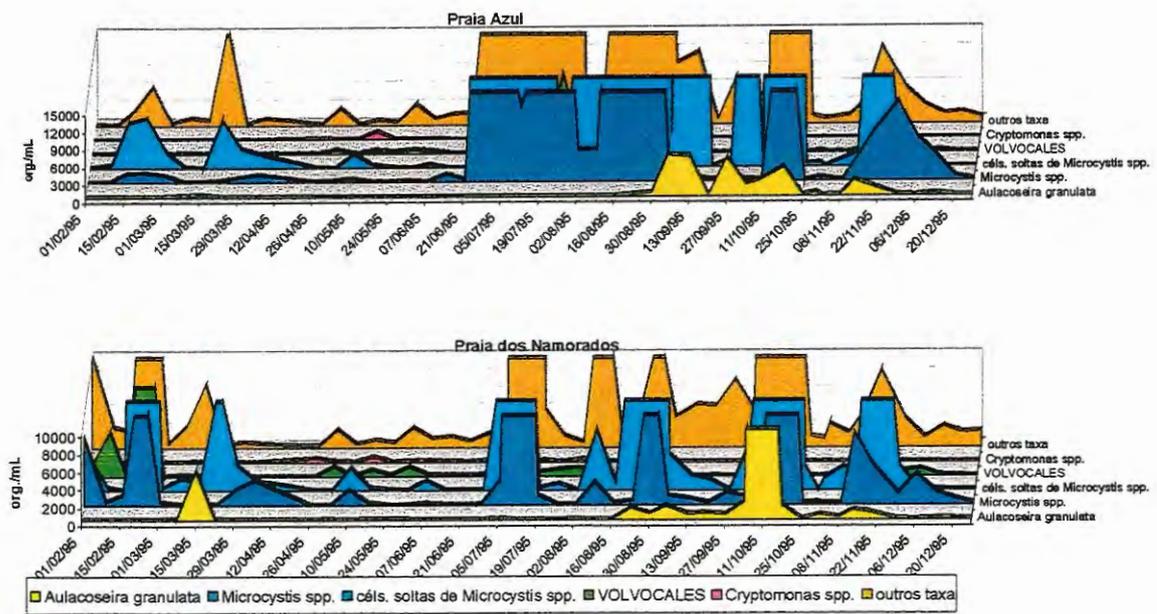


FIGURA 6.24 - Densidade dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro a dezembro/95.

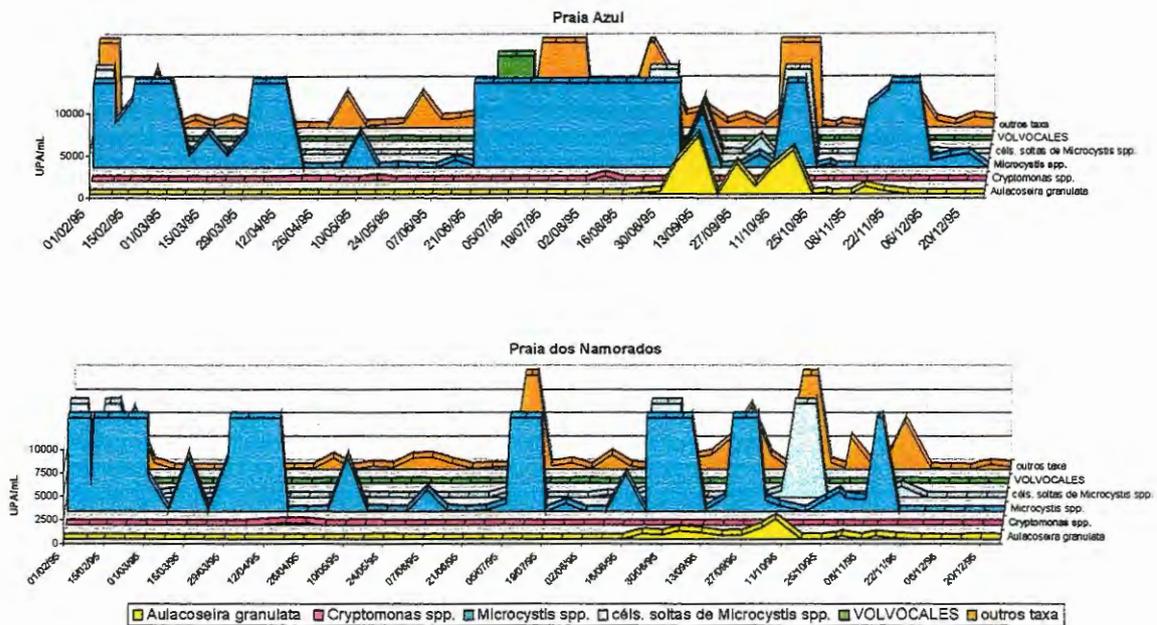


FIGURA 6.25 - Biomassa dos principais taxa fitoplanctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de fevereiro a dezembro/95.

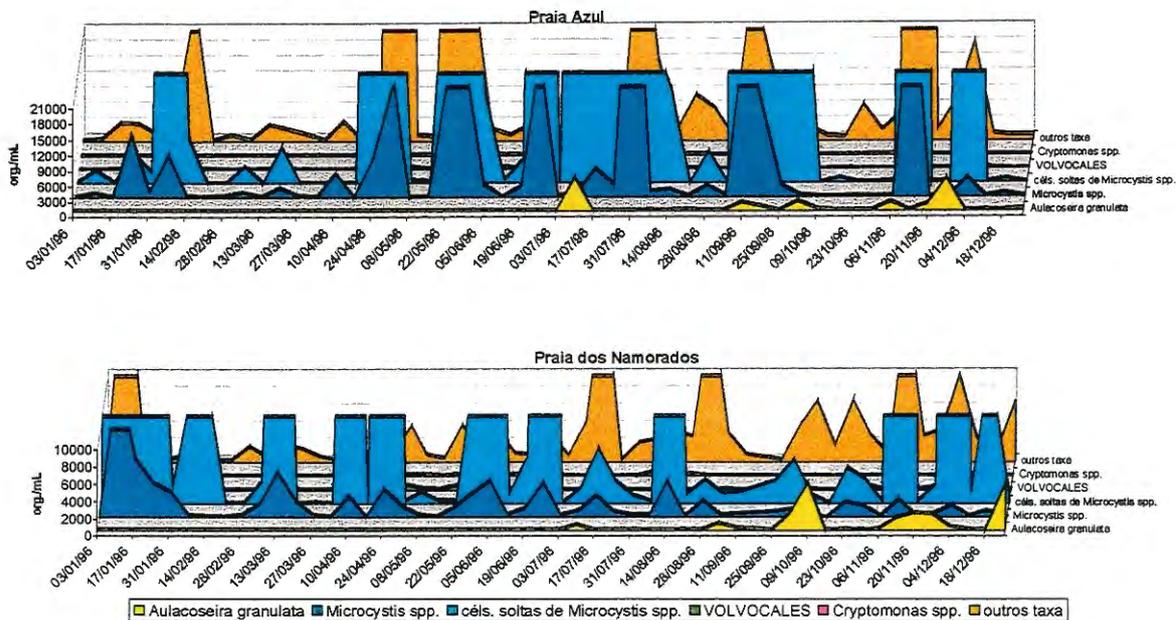


FIGURA 6.26 – Densidade dos principais taxa fitoplancônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/96.

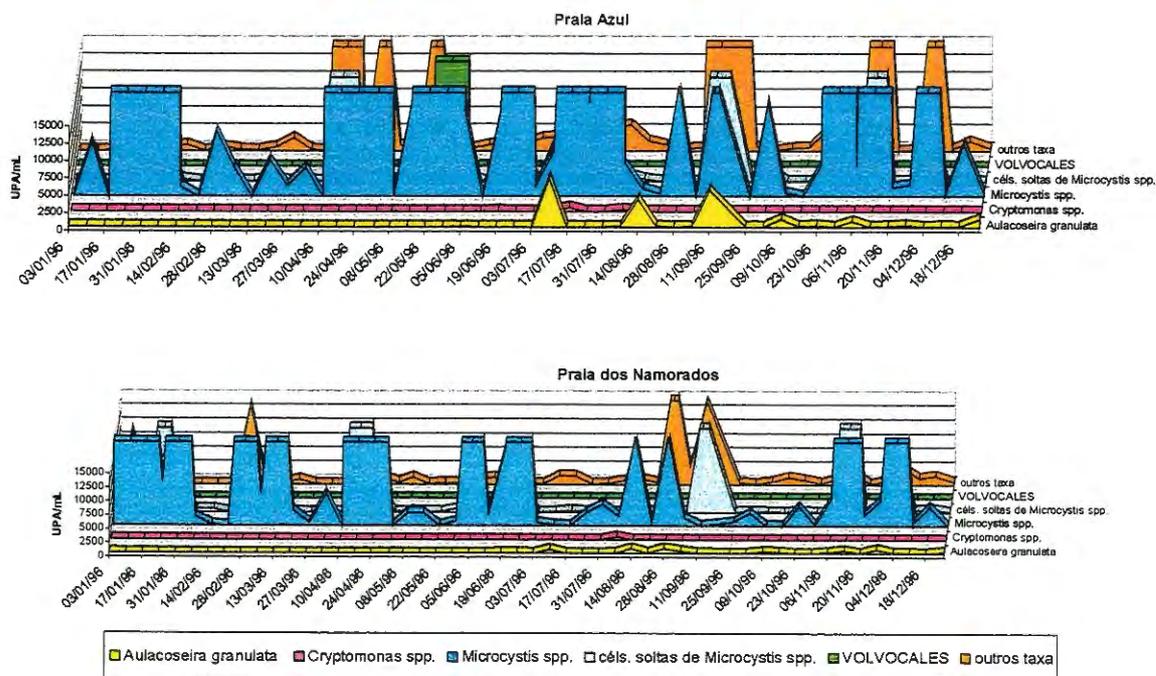


FIGURA 6.27 – Biomassa dos principais taxa fitoplancônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/96.

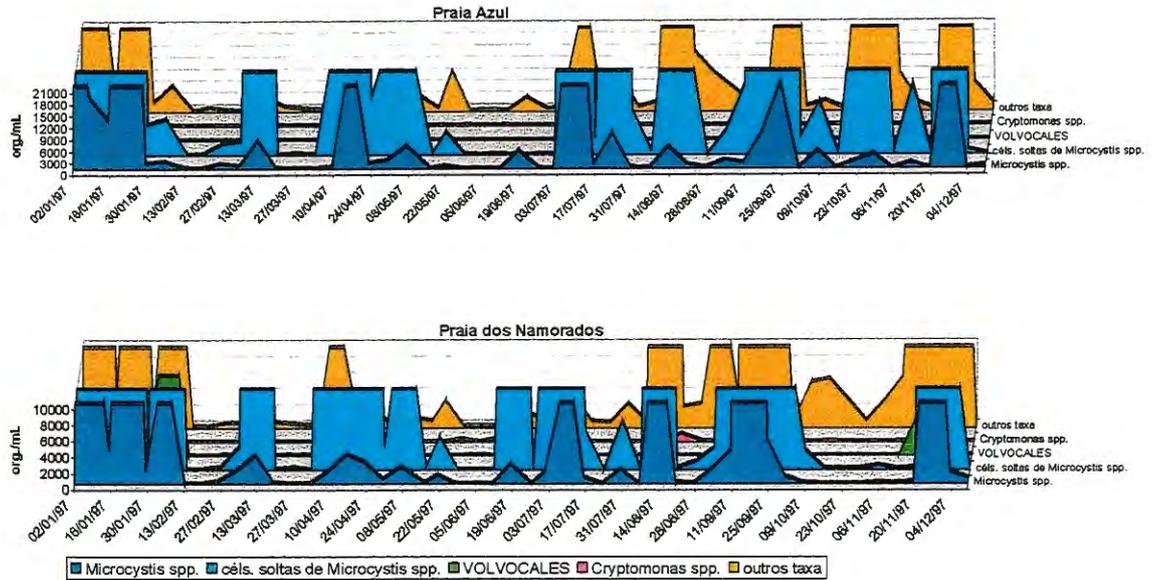


FIGURA 6.28 – Densidade dos principais taxa fitoplânctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/97.

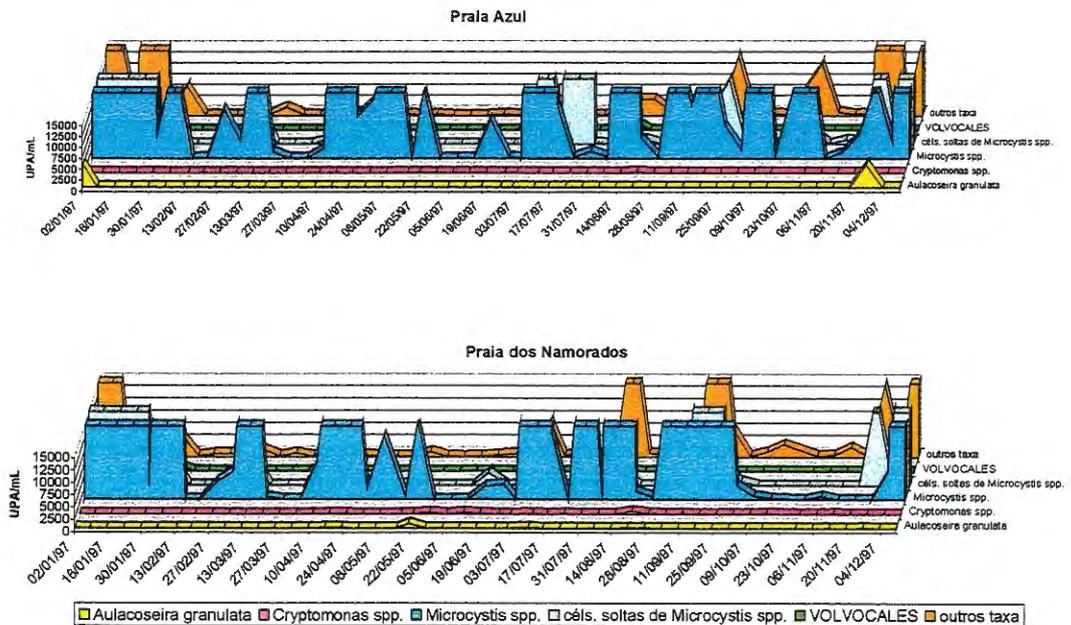


FIGURA 6.29 - Biomassa dos principais taxa fitoplânctônicos na Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de janeiro a dezembro/97.

Nas FIGURAS 6.30 e 6.31 são apresentados quadros resumidos da dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica da Praia Azul e Praia dos Namorados, complementando as figuras anteriores, com informações sobre as variáveis abióticas que mais interferiram na biomassa fitoplanctônica e os taxa considerados indicadores de cada período.

Para elaboração destas figuras foram consideradas três faixas de intensidade (baixa, média e alta), para cada uma das variáveis (pluviosidade, vento máximo, transparência, temperatura da água, densidade e bioárea fitoplanctônicas, riqueza de espécies, diversidade calculada com densidade e diversidade calculada com biomassa). As linhas verticais pretas indicam períodos em que alterações nas variáveis abióticas (principalmente ventos ou chuvas mais fortes) levaram à substituição de *Microcystis* por outras espécies. As mudanças na composição fitoplanctônica são perceptíveis, na maioria dos casos, somente na semana seguinte às alterações ambientais.

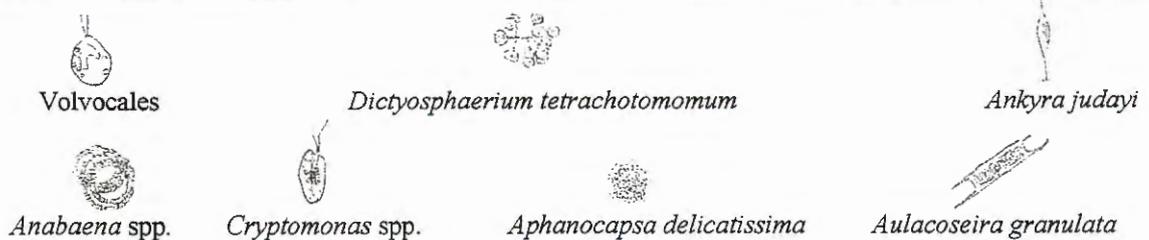
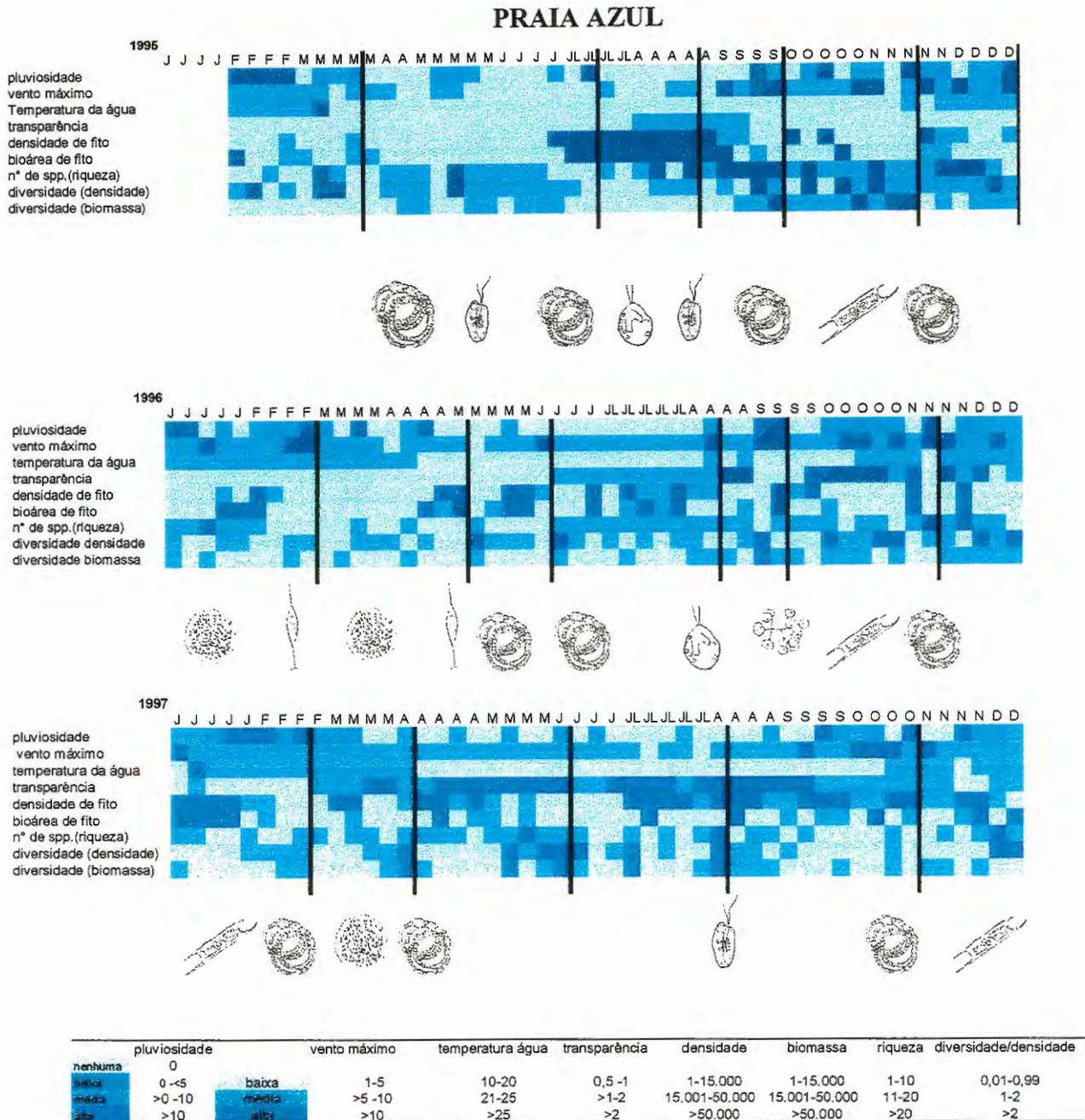
Dentre as espécies não comentadas anteriormente, aquelas associadas à mucilagem de *Microcystis* spp., *Nitzschia palea* e *Pseudanabaena mucicola* ocorrem em períodos de declínio das florações. *Pseudanabaena mucicola* ocorreu em altas densidade e biomassa em agosto/96 e outubro/97 na Praia Azul e em fevereiro, abril, julho, outubro/96 e agosto/97, na Praia dos Namorados. *Nitzschia palea* ocorreu em altas densidade e biomassa em outubro/97 na Praia Azul e em setembro/96 e julho, setembro, outubro e novembro/97 na Praia dos Namorados.

*Ankyra judayii* ocorreu em períodos de maior pluviosidade e turbidez, juntamente com *Schroederia antillarum*, esta última em menores densidades.

Outra espécie associada aos períodos chuvosos, que tem ocorrido no reservatório é *Cylindrospermopsis raciborskii*, que apresentou altas densidades em ambos os pontos estudados em dezembro/95.

*Aphanocapsa delicatissima* ocorreu em altas densidade e biomassa em janeiro, março, abril/96 e março/97, na Praia Azul e em dezembro/95; janeiro e março/96 e fevereiro/97 na Praia dos Namorados.

Clorofíceas como *Dictyosphaerium tetrachotomum* e *Coelastrum astroideum* ocorrem em elevadas densidade e biomassa esporadicamente.



**FIGURA 6.30** Quadro resumo da dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica na Praia Azul no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

### PRAIA DOS NAMORADOS

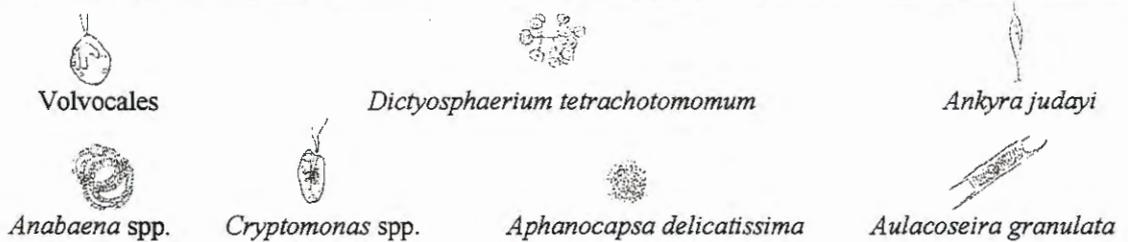
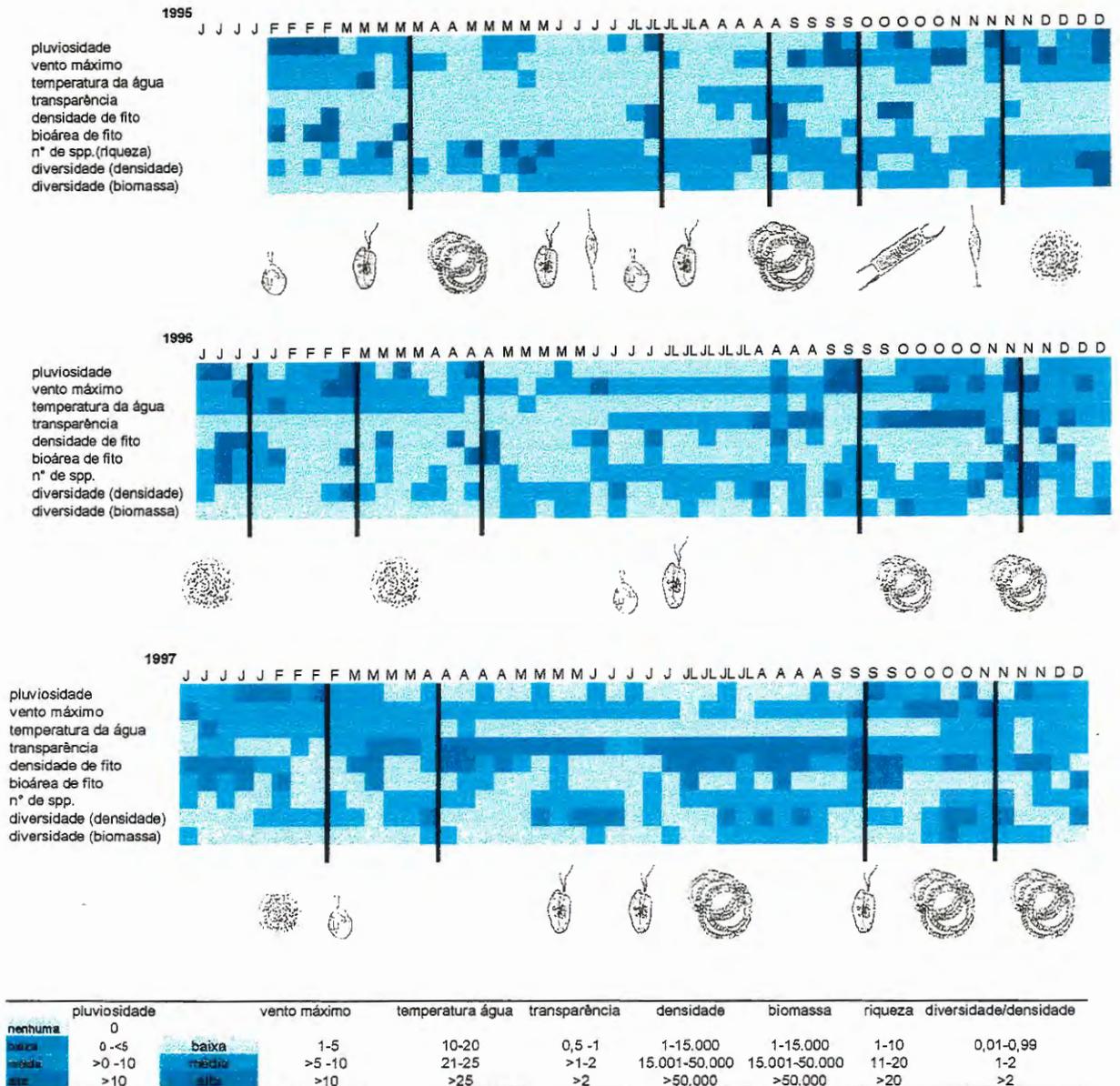


FIGURA 6.31 Quadro resumo da dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica na Praia dos Namorados no período de fevereiro/95 a dezembro/97.

## Capítulo 7

### DISCUSSÃO

#### 7.1 Caracterização Abiótica do reservatório

O reservatório Salto Grande está localizado numa região onde ocorrem duas estações climáticas: verão (mais quente e chuvoso) e inverno (mais frio e seco). Dentre os anos deste estudo, 1995 foi o mais representativo deste padrão. Em 1996 o período seco foi extremamente acentuado e em 1997, mais prolongado. O mês de junho de 1997, apesar de ter apresentado o menor valor de temperatura média do período (18,8° C), apresentou valores elevados de precipitação e umidade relativa do ar, incomuns no período de inverno, chegando a superar os meses de fevereiro e março de 1997.

As variações no padrão climático da região em estudo, com meses de verão apresentando baixas precipitações (fevereiro e março de 1997) e o mês de junho de 1997 (inverno) apresentando precipitação mais elevada foram devidas ao fenômeno climático conhecido como “El Niño”.

Em reservatórios ocorre magnificação dos efeitos naturais e das atividades antrópicas desenvolvidas na bacia de drenagem, tanto pela somatória da informação adquirida ao longo do percurso de cada contribuinte, como pelo acúmulo de material ao longo do tempo, de acordo com seu período de retenção e a dinâmica de sedimentação (MARGALEF, 1983).

Esses ecossistemas artificiais tornam-se assim, depositários de todos os processos desenvolvidos nas bacias de drenagens de seus tributários, além daqueles da sua própria bacia. O funcionamento de cada sub-bacia também se reflete na formação de gradientes horizontais e verticais de nutrientes, de matéria orgânica e de substâncias poluentes, bem como na estratificação térmica, na turbulência, no transporte de sedimento, na interação água-sedimento e na estrutura, composição e diversidade das comunidades biológicas (Tundisi, 1984; 1985).

A análise comparativa de estudos desenvolvidos no reservatório Salto Grande nas décadas de 70/80 (GIANESELLA-GALVÃO, 1981) e no final da década de 90 (DEBERDT, 1997; CALIJURI *et al*, 1999), indicam um declínio da qualidade de suas águas em função dos usos e ocupação de sua bacia de drenagem. A eutrofização e o teor de sólidos em suspensão são dois dos problemas neste reservatório.

Grande parte da bacia do Piracicaba é ocupada por culturas mecanizadas de cana de açúcar. Segundo CARLSTRON F° *et al* (1981), o maior problema oriundo das áreas de agricultura mecanizada é a grande redução na capacidade de infiltração das águas pluviais. Os solos,

pulverizados pelas operações de gradeação e aração, ficam expostos vários meses do ano à ação da chuva.

LEITE (1998) atribui os baixos valores de transparência que limitam a zona eufótica a profundidades inferiores a 50% da coluna d'água às entradas pontuais e difusas de material alóctone e à elevada produção autóctone do reservatório.

Neste estudo foram observados menores valores de transparência em épocas de maior pluviosidade e não quando ocorreram as maiores densidades e biomassas fitoplanctônicas.

Em ambientes aquáticos onde a turbidez é causada pelo aporte de material alóctone particulado, pode-se esperar uma relação fraca entre a transparência e a biomassa algal. Nessas condições o papel desempenhado pelo fitoplâncton em diminuir a transparência é suplantado pelos compostos orgânicos e inorgânicos em suspensão na água (IMEVBORE, 1967; WINNER, 1972).

O reservatório Salto Grande apresentou, durante o período de estudo, diferenças entre a Praia Azul e a Praia dos Namorados, com relação à transparência, o que é esperado já que em locais mais próximos de tributários a atenuação da luz pode ser mais influenciada pelo aporte contínuo de partículas que aumentam a turbidez da água. Por outro lado, na época da seca, os maiores valores de transparência podem ser registrados próximo à barragem, área sob menor efeito de drenagens superficiais (BRANCO 1991). A existência de diferenças significativas quanto à transparência entre os pontos localizados em braços de reservatórios e pontos na área da barragem, já foi constatada em diversos trabalhos (HANNAN *et al*, 1980; LIND, 1984).

A pluviosidade está diretamente relacionada às vazões afluente e defluente no reservatório Salto Grande, conseqüentemente, ao tempo de residência. Neste reservatório o tempo de residência varia de 10 dias no verão a 49 dias no inverno. O menor tempo de residência no verão contribui para um aumento da turbulência e do material em suspensão, com predominância de material inorgânico (DEBERDT, 1997).

Aumento nas concentrações de material em suspensão durante o período de verão também foram observados por CALIJURI (1988, 1999), no reservatório de Barra Bonita (São Paulo); GIANI *et al* (1988), no Lago da Pampulha (Minas Gerais) e PINTO-COELHO & GIANI (1985), no Lago Paranoá (Distrito Federal).

HENRY & CURI (1981) verificaram, ao estudarem a represa de Rio Pardo (Botucatu, São Paulo), que reservatórios com baixo tempo de residência são susceptíveis à introdução de material alóctone, afetando significativamente a transparência da água.

Além de matéria inorgânica também ocorre, durante o período chuvoso, maior aporte de nutrientes e contaminantes. Os nutrientes apresentaram-se em altas concentrações no reservatório Salto Grande durante o período deste estudo, com valores mais altos da série fosfatada (fósforo orgânico total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico) durante o período de verão.

O padrão de circulação da coluna d'água no reservatório tem mudado nas últimas décadas. Segundo GIANESELLA-GALVÃO (1981) e ARCIFA & FROELICH (1986), que estudaram o reservatório nas décadas de 70/80, raramente foram registradas termoclinas, sendo que a situação mais comum era a presença de um gradiente térmico, sujeito a alterações em questão de horas, mas de intensidade suficiente para manter a estratificação. No entanto, a intervalos regulares eram observadas misturas totais na massa d'água, com causas diferentes de acordo com o período do ano. Naquela época, na estação mais fria, que também é a mais seca (de abril a setembro), a intrusão de frentes frias tinha parte importante na circulação da água. Na estação mais quente (de outubro a março), a estratificação podia ser desfeita como consequência do esfriamento da água resultante de fortes pancadas de chuvas e aumento do influxo do rio.

Atualmente o reservatório Salto Grande apresenta perfis térmicos, tanto no inverno como no verão, com tendência à formação de termoclinas. Na superfície da água, as concentrações de oxigênio dissolvido são sempre maiores no verão. Nesse reservatório ocorrem oxiclina com camada anóxica no inverno, provavelmente devidas ao maior tempo de residência da água no período seco e à altura da tomada de água para geração de energia elétrica. Entretanto, parece ser freqüente a ocorrência de oxiclina com ausência de estratificação térmica (CALIJURI *et al*, 1999).

O padrão térmico complexo contribui para um complicado comportamento de oxigênio dissolvido no fundo, sendo o único evento mais geral o déficit no período mais seco.

A influência do vento, isoladamente, não demonstra ser o principal determinante dos períodos de circulação observados, uma vez que os ventos na região do reservatório Salto Grande são considerados de fracos a moderados e se apresentam relativamente constantes ao longo do ano.

Entretanto, interações de ventos de intensidade pouco maior com períodos de isotermia podem contribuir para a homogeneização da coluna d'água. De acordo com ESTEVES (1988), em lagos com a coluna d'água isotérmica, a densidade da água é praticamente igual em todas as profundidades, não havendo barreiras físicas à circulação completa, podendo então o vento ser o agente fornecedor da energia para a mistura das massas d'água.

Em lagos de regiões tropicais pode haver tanto a ocorrência de estratificação e desestratificação diária como a estratificação na maior parte do ano e a desestratificação no inverno (ESTEVES,

1988). Nesses lagos, o comportamento da coluna d'água é regulado principalmente pelos ritmos diários da temperatura do ar (TALLING, 1969; HENRY, 1981), pela ação dos ventos (GREEN *et al.*, 1976; LEWIS, 1986) e chuvas (IMEVBORE, 1967).

RIOS (1999) considera que a morfologia do reservatório Salto Grande, com vertentes laterais altas e muito próximas das margens e pequena largura, além da predominância de vento sul, no período de sua maior velocidade, cruzando quase que transversalmente o maior eixo do reservatório e a presença de grandes bancos de macrófitas flutuantes contribuem para atenuar a ação do vento neste sistema. No entanto, ventos de maior intensidade, ao carrear as macrófitas para as margens podem propiciar a mistura da coluna d'água, principalmente na região próxima à entrada do reservatório, na Praia Azul. Nessa região as macrófitas são principalmente *Eichhornia crassipes* e *Pistia*, formando bancos flutuantes, ao contrário do corpo central onde nos últimos anos tem se verificado a formação de verdadeiras "ilhas" de gramíneas, mais difíceis de carrear. Além disso, essa é, também a região de maior fluxo d'água, o que facilita a ação eólica.

Em estudos limnológicos, o valor do pH e sua variação são de grande interesse já que refletem a atividade biológica e mudanças na química da água (BRANCO 1991). São comuns valores mais baixos de pH em épocas de chuva, quando há mistura da coluna d'água. A homogeneização de um lago estratificado corresponde, analogamente à adição de CO<sub>2</sub> e nutrientes: nitrogênio, fosfato e CO<sub>2</sub> são trazidos das camadas inferiores para a superfície. Conseqüentemente, as circulações resultam em abaixamento do pH (SHAPIRO, 1973; SHAPIRO *et al.*, 1975). Chuvas mais intensas também carregam uma maior quantidade de matéria a ser decomposta, diminuindo o pH (BOLTOVSKY *et al.*, 1990; BRANCO, 1991).

Por outro lado, altos valores de pH podem estar relacionados à atividade algal, em épocas de temperaturas mais elevadas. A temperatura acelera a cinética das reações fotossintéticas que, por sua vez, absorvem CO<sub>2</sub>, alterando o equilíbrio dos bicarbonatos e formando OH<sup>-</sup>, com conseqüente aumento de pH (TALLING, 1957; 1973; 1976; COLE, 1975).

Neste estudo as oscilações no pH parecem estar mais relacionadas à entrada de substâncias exógenas através do rio Atibaia do que à atividade algal, como seria de esperar em um ambiente sujeito a freqüentes florações de cianofíceas. Embora as florações constantes de *Microcystis* e outras cianofíceas mantenham o pH elevado, os valores mais baixos não mostraram associação com os períodos de maior diversidade.

## 7.2 Comunidade fitoplanctônica

### 7.2.1 Composição e Estrutura

A composição da comunidade encontrada neste estudo foi semelhante à encontrada por DEBERDT (1998) e MINOTI (1999), que estudaram região do reservatório próxima à Praia dos Namorados em períodos curtos de tempo. DEBERDT realizou coletas intensivas em agosto/95 e janeiro/96, registrando maior dominância de cianofíceas no verão (8 a 13 de janeiro). MINOTI coletou mensalmente, de agosto/95 a julho/96, tendo observado dominância de *Microcystis aeruginosa* em três meses e grande abundância em mais de dois meses.

As maiores diferenças observadas entre os trabalhos de DEBERDT (1998) e MINOTI (1999) e este estudo foram quanto à análise quantitativa da comunidade. Esses autores observaram maior dominância de cianofíceas no verão e dominância de criptofíceas no inverno enquanto neste trabalho foi observada uma dominância de cianofíceas ao longo do ano, sem variação sazonal notável.

A disparidade dos resultados ressalta a importância de estudos da comunidade fitoplanctônica conjugando amostragens de curto (semanas) e longo prazo (anos). Como observado por ARAUZO & COBELAS (1994), as relações entre grupos de estratégias diferem com a escala de tempo envolvida.

Esse estudo, por envolver observações de longo prazo mostra que embora tenham ocorrido períodos de “picos” de cianofíceas no verão e “quedas” no inverno, o período de inverno é o que apresenta predominância mais constante (por semanas seguidas) de cianofíceas.

Em estudos mais antigos (décadas de 70/80), já haviam sido observadas florações de *Microcystis* em toda a estação fria (seca). Eventos de florações de cianofíceas considerados esporádicos por CARVALHO (1975) e ZAGO (1976) foram considerados regulares por SHIMIZU (1981). GIANESELLA-GALVÃO (1981) afirma que durante o inverno ocorre aumento no tempo de retenção que permite a concentração de águas residuárias, o que faz com que a produtividade primária seja relativamente alta, apesar das temperaturas mais baixas.

COSTA, (1998) estudando as populações do gênero *Microcystis* no reservatório observou florações em todo o período de seu estudo, de novembro/96 a março/97.

A dominância de cianofíceas ao longo dos anos, sem variações sazonais marcantes é conhecida da literatura em lagos eutróficos, caracterizando, segundo BERGER(1988) a última fase do processo de eutrofização.

MARGALEF (1983) caracteriza a composição geral de uma comunidade fitoplanctônica de lagos eutróficos como proliferações sucessivas de espécies praticamente cosmopolitas, sendo as espécies características pequenas clorofíceas, *Microcystis* e *Lepocinclis fusiformis*. Segundo esse autor, em lagos tropicais estas comunidades persistem durante todo o ano.

Neste estudo foi registrada a ocorrência de 98 taxa que não haviam sido registrados nos estudos de Deberdt (1997) e MINOTI (1999).

A ocorrência das mesmas espécies frequentes nos três anos de estudo indica a existência de um grupo de espécies de fundo no reservatório ("background species"), que se mantém ao longo dos anos (PADISÁK *et al*, 1993), apesar do grande número de espécies acessórias e acidentais registradas.

O quadro a seguir mostra os resultados de densidade e bioárea encontrados por outros autores em reservatórios do Estado de São Paulo e os encontrados neste estudo. Apesar das possíveis diferenças nos métodos de análise e das diferenças de duração dos estudos, esses dados permitem situar a produtividade fitoplanctônica e o grau de trofia do reservatório Salto Grande em relação à de outros reservatórios de São Paulo e indicar que a sua produtividade é, comparativamente, bastante elevada, compatível com um ambiente hipereutrófico.

Ressalta-se os valores observados por ROCHA & BRANCO (1975-76) para o reservatório Salto Grande, bem menores em relação aos mais recentes.

#### Quadro comparativo de densidade e bioárea em alguns reservatórios do Estado de São Paulo

Reservatórios	Período	Densidade (org.mL <sup>-1</sup> )	Bioárea (UPA.mL <sup>-1</sup> )	Autores
Barra Bonita	1975-76	1.024	2.757	Rocha & Branco, 1986
Bariri	1975-76	3.130	3.709	Rocha & Branco, 1986
Promissão	1975-76	5.700	32.347	Rocha & Branco, 1986
Salto Grande	1975-76	195	120	Rocha & Branco, 1986
Sumaré	1988-91	18.232	5.443	Lemos <i>et al</i> , 1993
Guarapiranga	1991-92	23.300	3.780	Beyruth (1996)
Salto Grande	1995-97	216.486	104.456	este estudo

De acordo com MARGALEF (1983), a diversidade de um ambiente eutrófico varia de 0,7 a 2,0 bits/ind. e em lagos oligotróficos, de 1 a 3 bits/ind. Outros autores (GRANBERG, 1973; JOHNSON *et al*, 1970) constataram uma diminuição da diversidade em ambientes contaminados (entre 1,4 a 1,9 bits/ind).

No reservatório Salto Grande, considerado hipereutrófico, a diversidade variou de 0,01 a 3,2 bits/ind. Os valores mais elevados de diversidade observados podem ser explicados pelo grande número de espécies acidentais e acessórias. Segundo ALEYA (1991), é comum que um grande número de espécies sejam encontradas em ambientes eutróficos, conduzindo a elevados valores de H (diversidade) devido ao peso das espécies raras. Apesar da dominância de uma espécie, o cálculo de H é influenciado fortemente pelo número de espécies presente.

A diversidade mostra correlação positiva com temperatura, concentração de nutrientes e profundidade do lago e negativa com sua extensão superficial, provavelmente porque em lagos grandes é menor a mescla de espécies acidentais procedentes do litoral (MARGALEF, 1983).

MOSS (1973) assinala também um aumento estival na diversidade, especialmente em lagos eutróficos. MARGALEF (1983) afirma haver uma tendência a valores de diversidade mais elevados nos períodos de maior mistura em lagos eutróficos.

O reservatório Salto Grande apresentou maiores valores de diversidade em épocas chuvosas. As condições ambientais dos períodos chuvosos, com maiores aportes de materiais, maiores temperaturas e radiação solar favorecem o desenvolvimento de organismos com taxa reprodutiva mais acelerada, sem estruturas adaptativas elaboradas e em geral flagelados de pequeno tamanho.

Os valores mínimos de diversidade, por outro lado, ocorrem devido aos períodos de dominância de *Microcystis* spp.

O quadro a seguir mostra os valores de diversidade observados em alguns corpos d'água brasileiros

Corpo d'água	Grau de trofia	período	Diversidade Shannon - (bits/ind.)	autores
Reservatório Barra Bonita (SP)	eutrófico	1993-94	0,41 - 4,13	Calijuri, 1999
Reservatório Guarapiranga (SP)	Meso-eutrófico	1991-92	1,3 - 4,20	Beyruth, 1996
Lago Paranoá (Distrito Federal)	eutrófico	1988-89	0,01 - 0,99	Branco, 1991

Corpo d'água	Grau de trofia	período	Diversidade Shannon - (bits/ind.)	autores
Lagoa Pampulha (MG)	eutrófico	1984-85	2,24 – 2,29	Giani, 1999
Lago das Garças (SP)	eutrófico	1991-96	0,58 – 3,49	Bicudo <i>et al</i> , 1999
Salto Grande (SP)	Hipereutrófico	1995-97	0,01 – 3,2	Este estudo

Os valores de diversidade observados no reservatório Salto Grande apresentaram uma grande variação, aproximando-se dos mínimos observados no Lago Paranoá (eutrófico) e dos máximos observados no Lago das Garças (eutrófico).

A presença de cianofíceas potencialmente tóxicas, ao longo do ano, torna o uso da água deste reservatório para abastecimento público um risco para a saúde humana caso não sejam utilizados tratamentos avançados para eliminação de possíveis toxinas. Embora *Microcystis* spp. e *Anabaena* spp. sejam as cianofíceas mais comuns e abundantes em Salto Grande, até o momento, um outro gênero, representado pela espécie *Cylindrospermopsis raciborskii* tem sido registrado com frequência crescente, com registro de maior densidade em dezembro de 1995.

PADISÁK (1997) em uma revisão sobre *Cylindrospermopsis raciborskii* caracterizou-a como altamente adaptativa, em expansão em todo o mundo. As chances de que a espécie torne-se abundante no reservatório Salto Grande são grandes.

A Organização Mundial da Saúde recomenda que seja utilizado carvão ativado para remoção das hepatotoxinas (microcistinas) produzidas por *Microcystis* spp., no entanto ainda não foram desenvolvidos métodos para remoção de hepatotoxinas produzidas por *Cylindrospermopsis raciborskii* (cylindrospermopsina) nem para neurotoxinas (PSP) produzidas pela mesma espécie (HRUDEY *et al*, 1999).

### 7.2.2 Estratégias adaptativas e seqüência de dominância

Estratégias adaptativas são definidas por REYNOLDS (1988) como características morfológicas, fisiológicas, reprodutivas e comportamentais, que evoluíram entre as espécies e populações, sendo melhor sucedidas em determinadas condições ambientais do que as demais estratégias.

A movimentação da água controla as comunidades planctônicas, porém o modo de utilização dos nutrientes, as taxas de crescimento, os mecanismos de proteção contra herbivoria e redução da sedimentação distinguem a eficiência de sobrevivência das algas e suas formas de vida (REYNOLDS, 1988).

Esses organismos, sendo em geral autótrofos, tem crescimento dependente da disponibilidade de luz, gás carbônico e nutrientes, cujo aproveitamento eficiente e simultâneo requer sua permanência em suspensão na coluna d'água. Isto pode ser conseguido através de sua incorporação passiva às correntes ou através de mecanismos de redução da densidade excessiva; do aumento da razão superfície/volume corpóreo; da existência de estruturas ou forma corpórea que auxiliem a resistência pelo atrito com a água circundante, ou da ocorrência de motilidade, que propicia renovação do meio e portanto dos nutrientes ao redor das células (REYNOLDS, 1993).

As características consideradas como estratégias adaptativas neste estudo foram tamanho, forma, motilidade (presença de flagelo) e rigidez do envoltório celular dos organismos.

A composição da comunidade fitoplanctônica no Reservatório Salto Grande nos anos de 1995, 1996 e 1997 foi formada basicamente por espécies "S estrategistas", relacionadas a altas condições de "stress" e baixo grau de distúrbios, no sentido de REYNOLDS (1988). O grupo de estratégia dominante foi composto essencialmente por colônias de *Microcystis* spp (caracterizadas por formas coloniais de tamanho  $> 200\mu$  (macroplâncton), sem flagelo, sem modificações da forma).

As cianofíceas e, mais especificamente o gênero *Microcystis* são consideradas extremamente oportunistas. Os fatores chave que determinam o sucesso reprodutivo desse grupo são a estabilidade da coluna d'água, irradiação solar adequada e constância na temperatura da coluna d'água. Embora suportem condições extremas, a estabilidade física e química do meio é fundamental para este grupo fitoplanctônico (PAERL, 1991).

A formação de colônias propicia uma superfície maior de absorção de luz e nutrientes. Além disso, é uma proteção contra possíveis predadores, já que com tamanhos maiores e formas complexas poucos animais poderiam ingeri-las (CANTER-LUND, 1995). REYNOLDS (1987) mostrou que sob condições ótimas as taxas de crescimento das algas são inversamente correlacionadas com o tamanho de suas células, mas positivamente correlacionadas com suas razões superfície/volume. Dessa forma, espécies com baixa biomassa e altas taxas de produção por biomassa enquadram-se nas especificações de espécies r-estrategistas enquanto as espécies maiores são K-estrategistas. Por isso a morfologia de diferentes espécies do fitoplâncton provê uma indicação muito boa de sua habilidade em adaptar-se a mudanças no meio aquático e fornece evidência da faixa de condições sob as quais essas espécies são encontradas. Assim como a troca de nutrientes, energia, gases e produtos metabólicos se dá através da parede celular, a morfologia das células e colônias do fitoplâncton também regula as taxas de troca destes materiais (PAERL, 1983).

Espécies fitoplanctônicas pertencentes a categorias taxonômicas distintas dividem muitas afinidades fisiológicas e morfológicas. Então, a posição particular de um determinado grupo na seqüência sucessional deveria representar a posição que o grupo ocupa, em relação a outros grupos morfológicos, nas seqüências sucessionais das seqüências iniciais (espécies pequenas) para as seqüências finais (espécies maiores) que foram registradas durante um ciclo anual (REYNOLDS, 1984).

Isto implica uma forte interdependência entre a organização morfológica de um espécie e sua resposta dinâmica ao ambiente, já que adaptações morfológicas empregadas por diferentes taxa para adaptar-se ao ambiente também servem para regular sua posição na seqüência sucessional (ASHTON, 1985).

Essa progressão tende a seguir uma direção anti-horária de espécies com formas simples e alta superfície/volume para espécies com baixa superfície/volume devido ao seu tamanho maior ou formação de cenóbios ou estruturas coloniais (REYNOLDS, 1984).

Entretanto, LEWIS (1978) registrou exatamente o reverso: a progressão de baixa para alta razão superfície/volume, embora a seqüência de grupos taxonômicos permanecesse a mesma.

No caso daqueles lagos nos quais há dominância extrema de um simples táxon algal isto é devido ao papel preponderante exercido pelas forças alogênicas reduzindo o significado da sucessão autogênica, ou, em lagos extremamente eutróficos (como no caso do reservatório Salto Grande), ou salinos, pela habilidade da espécie dominante de se adaptar morfológica e fisiologicamente até a exclusão de outras espécies.

A seqüência sugerida por LEWIS (1978) é de predominância de diatomáceas em período de mistura, por causa do vento seguido de predomínio de clorófitas, particularmente no início do período de estratificação, grandes florações de cianófitas fixadoras de nitrogênio (*Anabaena circinalis*) seguidas de clorófitas e então cianófitas não fixadoras de nitrogênio (*Microcystis aeruginosa*).

Alguns gêneros, tais como *Microcystis*, são capazes de mudar o tamanho de suas colônias em resposta a estímulos externos (Robarts & Zohary, 1984). Estes autores mostraram que em um reservatório hipereutrófico sul africano (Hartbeespoort), *Microcystis aeruginosa* é capaz de aumento dramático no tamanho das colônias (da ordem de muito milímetros) e ajusta o conteúdo de clorofila-*a* dependendo da posição da colônia no gradiente de luz na coluna d'água, de modo a maximizar sua eficiência fotossintética e efetivamente excluir outras espécies a maior parte do ano.

Outras estratégias que favorecem o gênero *Microcystis* são a presença de vacúolos gasosos, que permitem controle da flutuabilidade e a secreção de mucilagem que também reduz a taxa de sedimentação e pode impedir a herbivoria, além de proteger contra alterações imediatas do ambiente, garantindo uma reserva provisória de nutrientes (REYNOLDS, 1993).

O estudo das estratégias adaptativas relaciona-se ao da seqüência das espécies, pois as alterações ambientais ou o próprio desenvolvimento da comunidade são determinantes na definição das estratégias favorecidas nas novas condições, imediatas às alterações ambientais (alogênicas) ou geradas pelo desenvolvimento da própria comunidade (autogênicas).

A diversidade da comunidade e a sucessão sazonal de espécies são reguladas não somente pela disponibilidade de nutrientes, mas também pela estabilidade da coluna d'água (LEWIS, 1978a; REYNOLDS, 1980).

Estes mesmos autores (LEWIS, 1978b, 1984; REYNOLDS, 1980, 1984), demonstraram claramente que a estabilidade e processos de mistura em lagos controlam a taxa e direção dos episódios sucessionais nas populações de fitoplâncton de água doce.

No reservatório Salto Grande as alterações ambientais que levam a mudanças nas estratégias favorecidas estão mais ligadas à turbidez e instabilidade da coluna d'água, já que o ambiente é extremamente rico e o gênero dominante, *Microcystis*, bastante hábil na exploração de nutrientes. Por causa das vesículas gasosas que possui, *Microcystis* é capaz de explorar um ambiente com coluna d'água estável e separação vertical marcada entre a profundidade ótima para luz e nutrientes.

Neste estudo, algumas espécies consideradas oportunistas, encontradas associadas a mucilagem de *Microcystis*, tais como *Pseudanabaena mucicola* e *Nitzschia palea* (KAPPERS, 1983), foram as espécies com maiores freqüência de ocorrência e densidade durante os períodos de floração enquanto *Aulacoseira granulata*, *VOLVOCALES* sp.1, *Cryptomonas obovata*, *Chlamydomonas* sp.1, *Ankyra judayi* e *Aphanocapsa delicatissima* ocorreram em períodos de menor densidade de *Microcystis*.

*Nitzschia palea* é considerada uma espécie bastante comum em águas extremamente eutróficas (LEWIS & RIEHL, 1982) e assim como algumas espécies de *Chlamydomonas*, parece aproveitar os recursos oferecidos pela mucilagem de *Microcystis* (CANTER-LUND, 1998). Substâncias liberadas pelas algas podem ser usadas diretamente como fonte de carbono por outros organismos. Produtos extra celulares são importantes como nutrientes em associações simbióticas nas quais algas participam (FOGG, 1962).

Uma outra relação simbiótica importante ocorre entre as bactérias e a mucilagem de algas como *Microcystis*. A liberação extracelular de compostos de carbono e oxigênio são maneiras óbvias através das quais as algas podem beneficiar as bactérias, enquanto alguns estudos mostram que as bactérias podem auxiliar o crescimento das algas e que a presença de matéria orgânica disponível para utilização pelas bactérias é provavelmente um dos fatores que conduzem à floração de algas (WHITTON, 1973). Assim, as bactérias parecem desempenhar importante papel no reservatório Salto Grande, ao reciclar os compostos produzidos por *Microcystis* spp., disponibilizando-os.

Estudos em vários ambientes aquáticos tem demonstrado que populações bacterianas heterotróficas delineiam as zonas de influência de aporte de nutrientes (MEDAGLIA *et al*, 1974; RAO & BUKATA, 1977).

DOR *et al* (1987), estudando o reservatório hipereutrófico de Na'an (Israel) obtiveram densidades de bactérias equivalentes às encontradas em esgoto bruto. Esses autores verificaram também um aumento da atividade bacteriana no período de circulação.

BRANCO (1991) correlacionou o período de intensificação da atividade bacteriana com a ocorrência de euglenofíceas e criptofíceas.

No reservatório Salto Grande a fase de intensa atividade bacteriana corresponderia aos períodos de declínio das florações de *Microcystis* spp. Dentre os grupos de estratégias favorecidos nessa fase estão as formas flageladas como *Cryptomonas* spp., *Trachelomonas volvocina*, *Chlamydomonas* spp. e Volvocales.

Uma característica típica das criptofíceas é sua ocorrência intermitente ou perene em densidades baixas a moderadas entre pulsos de outras algas (STEWART & WETZEL, 1986).

Criptofíceas são consideradas euritróficas, isto é, não são reguladas por ciclos sazonais de disponibilidade de algum nutriente específico (REYNOLDS, 1987; 1984). ROJO & ALVAREZ-COBELAS (1993) afirmaram, no entanto, que fitoflagelados alcançam, em geral, altas biomassas em ambientes hipereutrófico. As criptofíceas não mostram um padrão sazonal muito claro. Elas são consideradas estrategistas r e espécies bastante oportunistas (KLAVENESS, 1988).

ZALOCAR de DOMITROVIC *et al* (1998) encontraram *Pseudanabaena mucicola* (ex *Phormidium*) associada a colônias de *Microcystis aeruginosa*, em maior abundância no final de florações. Essas autoras também encontraram *Botryococcus braunii*, *Monoraphidium tortile*, *Monoraphidium contortum*, *Cryptomonas erosa* e *C. ovata*. Observaram ainda espécies de

cianofíceas heterocistadas nos períodos de chuva (*Cylindrospermopsis*, *Aphanizomenon* e *Anabaena perturbata*).

A presença de flagelos pode contribuir tanto para a motilidade (REYNOLDS, 1993), como para renovação da água ao redor do organismo, facilitando o contato com os nutrientes (WETZEL, 1983). Estas formas foram favorecidas no reservatório Salto Grande em condições de menor transparência que tornam esta estratégia adaptativa importante, permitindo aos organismos situarem-se em posições favoráveis no gradiente de temperatura, luz e nutrientes. Esse grupo parece também estar ligado, neste reservatório, à grande quantidade de macrófitas aquáticas presente.

O outro grupo de estratégia favorecido no reservatório Salto Grande, ligado a períodos de maior turbidez, é aquele formado pelas diatomáceas filamentosas representadas principalmente por *Aulacoseira granulata*.

A dominância de diatomáceas filamentosas ou com células maiores, com frústula fortemente silicificada está associada à disponibilidade de silício e às águas turbulentas, onde é comum atingirem altas densidades. A turbulência possibilita sua exposição alternada à luz, na superfície e aos nutrientes, mais concentrados nas camadas inferiores. As espécies de *Aulacoseira* são citadas por GASSE (1986) e HÖRNSTRÖM (1981) como próprias de ambientes lóticos, eutróficos, com elevada turbidez, desenvolvendo-se melhor em águas mais rasas, com baixa transparência.

### 7.2.3 Dinâmica espacial

A heterogeneidade espacial da comunidade fitoplanctônica reflete a dos fatores ambientais, bem como as diferentes estratégias adaptativas apresentadas pelas espécies que a compõem. A incidência do padrão de distribuição do fitoplâncton é previsível se considerados o tamanho da bacia, o comportamento vertical das espécies dominantes e a história imediata da ação dos ventos (REYNOLDS, 1993).

Os dados obtidos neste estudo indicam que a biomassa total da comunidade fitoplanctônica é influenciada por variáveis distintas ao longo do reservatório: na região da Praia Azul, os fatores determinantes da biomassa total fitoplanctônica foram o vento e a temperatura, enquanto na região da Praia dos Namorados foram pluviosidade e pH.

A região da Praia Azul apresenta pouca profundidade (máxima quatro metros) e considerável velocidade de fluxo, devido ao estrangulamento das margens e à forte influência do rio Atibaia (RIOS, 1999). Nessa região o vento, mesmo que não consiga provocar a circulação total da coluna

d'água, pode ter influência na comunidade fitoplanctônica pelo carreamento das macrófitas para a margem, das próprias colônias de *Microcystis*, que formariam então espumas na zona litoral.

O crescimento de espécies de cianobactérias flutuantes e sua habilidade para formar florações são reconhecidamente afetados por ventos maiores que  $3,7 \text{ m.s}^{-1}$  (SCOTT *et al*, 1969).

As macrófitas do reservatório Salto Grande, particularmente na região de maior fluxo, da Praia Azul, funcionam como uma barreira contra o vento e protegem as células do carreamento. Mesmo ventos leves (menores que  $3 \text{ m.s}^{-1}$ ) geram correntes verticais suficientes para efetivamente arrastar a maioria do plâncton (GEORGE & EDWARDS, 1976).

Essa foi a região do reservatório aonde foram observadas maiores densidade, biomassa e riqueza de espécies de diatomáceas. Essas diatomáceas são encontradas no plâncton quando a força de mistura rompe o filamento de mucilagem que a prende à macrófita, carregando-a para a água livre. *Achnantes minutissima*, por exemplo, é considerada espécie perifítica, encontrada aderida à macrófita *Eichhornia*, no Lago das Garças (São Paulo) (BICUDO *et al*, 1999).

Este caso exemplifica a fronteira frágil entre fitoplâncton e perifiton. No reservatório Salto Grande, assim como no Lago das Garças, as macrófitas funcionam como fonte de inóculo de diatomáceas normalmente perifíticas.

A região da Praia dos Namorados, correspondente à zona lacustre de THORNTON *et al* (1990), apresenta menor velocidade de fluxo e sofre influência dos compartimentos anteriores do reservatório. Nesse compartimento do reservatório foram registrados os maiores valores de densidade e biomassa de VOLVOCALES e Criptofíceas.

O ciclo sazonal do fitoplâncton em represas é devido, em grande parte, às alterações hidrodinâmicas. Pulsos produzidos no sistema devidos a súbitas modificações como rápidas descargas de superfície, entrada de material em suspensão por drenagem, interferem nos ciclos biogeoquímicos, na disponibilidade de nutrientes e radiação solar e alteram a composição específica do fitoplâncton. A frequência de turbulência produzida pela ação do vento interfere na distribuição espacial, horizontal e vertical do fitoplâncton em represas (TUNDISI, 1990).

TUNDISI (1990) observou que quanto menor o tempo de residência menor a diferença entre compartimentos de um reservatório (por exemplo, com menos de 10 dias de tempo de residência, pode não haver diferenças). No reservatório Salto Grande os menores tempos de residência são

observados na época de verão (chuvosa). Nessa época a diferença entre a Praia Azul e a Praia dos Namorados, em termos de densidade e biomassa foi menor.

A ausência de grandes variações na temperatura da água e na radiação solar nos sistemas tropicais poderia levar à conclusão que a sazonalidade na comunidade fitoplanctônica nos trópicos deve ser insignificante. Diversos estudos, porém, mostraram que isto não corresponde à realidade (LEWIS, 1978; PINTO-COELHO & GIANI, 1985; POLLINGHER, 1986; GIANI, 1994; HUSZAR, 1994; SANT'ANNA *et al*, 1997). Uma variável climática importante nas regiões tropicais e subtropicais é a precipitação (HUSZAR, 1994; TRYFON *et al*, 1994), que se concentra normalmente em poucos meses por ano, totalizando valores bastante elevados em curtos períodos de tempo.

A chuva atua como um fator diluidor e, ao mesmo tempo, como um fator de perturbação das comunidades aquáticas.

As diferenças entre os dois compartimentos estudados do reservatório Salto Grande foi maior em 1995, quando o clima foi mais regular do que nos demais anos estudados, com verão chuvoso e inverno seco. Em 1997, por exemplo, meses de verão (fevereiro e março) apresentaram baixas precipitações enquanto junho (inverno) apresentou precipitação elevada.

#### 7.2.4 Dinâmica temporal

A pluviosidade e a disponibilidade de luz têm sido apontadas como os principais fatores controladores do fitoplâncton no reservatório Salto Grande (DEBERDT, 1998; MINOTI & CALIJURI, 1999).

Neste trabalho observou-se uma relação entre períodos de alta turbidez e a substituição de espécies de *Microcystis* e outras cianofíceas coloniais por flagelados como criptofíceas e clorofíceas Volvocales. Variações nos padrões climáticos, na intensidade das chuvas e dos ventos e na extensão do período seco prolongam ou reduzem o período de dominância das cianofíceas que, de maneira geral corresponde ao inverno (período seco), enquanto criptofíceas são freqüentes em maio/agosto, clorofíceas como *Ankyra* e *Schroederia* em períodos de alta pluviosidade e turbidez e diatomáceas no verão, período de chuvas mais intensas e rápidas.

Embora nesse reservatório os ventos não sejam muito fortes quando comparados a outros reservatórios do estado de São Paulo (MINOTI, 1999) este foi um fator correlacionado às variações de biomassa fitoplanctônica na região da Praia Azul. Isto deve-se, provavelmente, ao tamanho relativamente pequeno do reservatório (17km de comprimento), sua pouca profundidade e à

presença massiva de macrófitas. O reservatório Salto Grande apresenta um tipo de interação entre macrófitas e organismos fitoplanctônicos pouco discutido na literatura, onde as macrófitas favorecem o crescimento fitoplanctônico massivo de cianofíceas flutuantes, pela proteção contra o vento. A maioria dos trabalhos que tratam da relação fitoplâncton/macrófitas abordam a inibição do desenvolvimento do fitoplâncton, sobretudo em zonas litorais de lagos que apresentam densas populações de macrófitas aquáticas submersas ou emergentes (WETZEL, 1981; MOSS, 1988; SAND-JENSEN & BORUM, 1991), seja por competição por luz (SAND-JENSEN & BORUM, 1991), nutrientes (WETZEL, 1981; CANFIELD et al, 1984; PHILLIPS et al, 1993) ou pela produção de substâncias alelopáticas (PHILLIPS et al, 1978; WETZEL, 1981; WIUM-ANDERSEN et al, 1982).

No reservatório Salto Grande as cianofíceas parecem ser “abrigadas” pelas macrófitas, que, em períodos intensos de chuva e ventos mais fortes, são carregadas para as margens, juntamente com as colônias de *Microcystis* spp., favorecendo fitoflagelados e/ou diatomáceas, que suportem melhor ambientes turvos e com maior turbulência. Estes períodos são muito curtos, mas por fatores alogênicos (ventos + chuvas) interrompem o processo de sucessão autogênica.

Dessa forma, mais do que variações de grande amplitude em variáveis pluviométricas ou de vazão, as florações de *Microcystis* no Reservatório Salto Grande são controladas por variações fortes, mas de curtos períodos integrando vários fatores (vento, chuvas  $\Rightarrow$  turbidez), que formam pulsos de instabilidade.

O reservatório é citado na literatura como polimítico (ARCIFA & FROEHLICH, 1986), no entanto, estudos mais recentes apontam períodos prolongados de estratificação (COSTA, 1998; CALIJURI, 1999) que devem estar relacionados às macrófitas, que protegem a superfície da água contra a ação do vento, evitando a mistura. As mudanças que tem sido observadas nos bancos de macrófitas parecem também influenciar a comunidade fitoplanctônica, quanto às variações sazonais e prolongamento das florações de cianofíceas.

Anteriormente o reservatório Salto Grande era ocupado apenas por bancos de macrófitas flutuantes como *Eichhornia crassipes* (SHIMIZU, 1981), que atualmente estão sendo substituídas por bancos mistos de gramíneas, como *Brachiaria arrecta* e *Cyperus sesquiflorus* (MORAES, 1998) que agregam parte do solo, tornando-se mais pesados e mais difíceis de carrear e que contribuem para que as florações algais prolonguem-se mesmo em épocas de chuva ou ventos mais intensos.

Mudanças de curta duração, mas alta intensidade como chuvas intensas em época de inverno, por outro lado, parecem ter importância no reservatório de Salto Grande e por isso estudos que comparem dados de curtos períodos de estações seca/chuvosa não conseguem descrever o ambiente corretamente. A influência da periodicidade de amostragem nos resultados foi discutida por BICUDO *et al* (1999) para o Lago das Garças (SP).

Atualmente o reservatório Salto Grande não apresenta períodos marcados de variação sazonal como outros de ambientes temperados, mas uma contínua floração de *Microcystis*, embora possa ser reconhecido um período mais prolongado de floração durante os meses secos. Provavelmente no passado, quando os bancos de *Eichhornia crassipes* eram mais facilmente carregados, o reservatório apresentava mistura da coluna d'água com maior frequência e períodos mais curtos de dominância de *Microcystis*.

HARDING (1992) encontrou, no Lago Zeekoevlei uma dominância de *Microcystis* ao longo do ano e estabeleceu um modelo muito semelhante ao que deve ocorrer em Salto Grande. O modelo baseia-se em uma limitação não por nutrientes, já que durante o verão as populações de *Microcystis* daquele lago seriam sustentadas pela carga interna de nutrientes do sedimento, pela temperatura elevada da água e pela disponibilidade de luz e a mistura das células na coluna d'água pela ação do vento iria contrabalançar a estratificação de nutrientes.

Naquele lago pouco profundo, a alta insolação e a mistura regular asseguram que as células dos organismos fitoplanctônicos permanecem longos períodos na zona iluminada. Pelo mesmo raciocínio, os ventos mais intensos serviriam para evitar o desenvolvimento de densas populações de *Microcystis*, enquanto os densos bancos de macrófitas à volta do lago agem como berçários abrigados para o desenvolvimento de florações de *Microcystis*. O aumento da precipitação no verão eleva o volume do lago e, por conseguinte, a perda de *Microcystis* pela taxa de fluxo. A estagnação é um fator que favorece o crescimento de cianobactérias, normalmente antecedendo períodos de florações (REYNOLDS & WALSBY, 1975).

PINTO-COELHO & GIANI (1985), estudando o reservatório eutrófico de Paranoá observaram intensificação dos efeitos da eutrofização com o avançar da estação seca (inverno). Também no reservatório da Pampulha, durante a estação chuvosa (novembro-março), os nutrientes sofrem uma ação diluidora, mostrando redução nas suas concentrações, e são carregados para fora do reservatório. As fortes chuvas causam instabilidade do ambiente.

Neste reservatório o sistema alcança sua maior estabilidade no final da estação seca, com ausência de circulação da água, altas temperaturas e elevadas concentrações de nutrientes, quando as cianobactérias são dominantes.

ZOHARY & ROBERTS (1989) registraram a dominância de *Microcystis aeruginosa* em um lago hipereutrófico da África sub tropical e JENSEN & ANDERSEN (1990) encontraram dominância de *Microcystis* em locais com alta carga de fósforo e depleção de nitrogênio.

Segundo OLRİK (1994) estrategistas S, como *Microcystis* são maus competidores em condições de água turbulenta devido à limitação de luz nesses momentos. Esta limitação faria com que a cianofíceas não conseguisse acumular os carboidratos suficientes para regular sua posição na coluna d'água e, conseqüentemente, a cianofíceas ganharia flutuabilidade. A alga ficaria, então, permanentemente no epilímnio, exposta às altas temperaturas e à radiação luminosa do verão, sem possibilidade de descer a profundidades maiores para repor os nutrientes (fósforo em especial). Finalmente os organismos gastariam as reservas orgânicas de fósforo e carboidratos e a floração terminaria pelo aumento das perdas por sedimentação.

Este comportamento concorda com a hipótese de KROMKAMP *et al* (1988) de que a situação energética da célula é que determina sua flutuação. Se o desenvolvimento de energia (como o armazenamento de carboidratos) é menor do que a capacidade de crescimento (compreendida como consumo de carboidratos para crescimento), a célula aumentaria sua flutuabilidade.

Embora as cianofíceas sejam favorecidas pelas altas temperaturas, a mistura quando ocorre no verão constitui um fator limitante de caráter superior, pelo seu efeito no clima de luz subaquático (BICUDO *et al*, 1999).

Em lagos ricos em nutrientes, pode ocorrer limitação real ou relativa de nitrogênio. Ocorrerá limitação real quando o nitrogênio inorgânico dissolvido não puder ser detectado na massa d'água e limitação relativa quando a razão N:P estiver entre 5 e 6. OLRİK (1994) afirmou que a limitação real de nitrogênio pode causar crescimento de cianofíceas. Estabeleceu ainda que é necessário distinguir entre esgotamento de nutrientes na água circundante (as frações de nutrientes inorgânicos) e limitação de nutrientes para o fitoplâncton. Muitas espécies do fitoplâncton assimilam fósforo em excesso e assim podem continuar reproduzindo-se, embora no meio o nutriente esteja esgotado, como é o caso de *Microcystis*. Os valores de biomassa fitoplanctônica encontrados no reservatório Salto Grande e os valores de nutrientes encontrados na água por RIOS (1999) e MINOTI (1999) indicam que nesse local não há limitação por nutrientes para o crescimento fitoplanctônico.

A competição pelo nitrogênio parece ser dependente da temperatura e cianofíceas tem vantagens quando a razão N:P diminui em ocasiões de temperaturas mais altas (STEINBERG & HARTMANN, 1988).

A diminuição na concentração do teor de fósforo pode favorecer as diatomáceas (BICUDO *et al*, 1999). SOMMER (1988) mostrou que a desvantagem de ser dependente de sílica é contrabalanceada pelo fato de que as diatomáceas são boas competidoras por outros nutrientes, especialmente por fósforo.

Se a sílica for suplementada em quantidades apropriadas para evitar sua limitação e a quantidade de fósforo permanecer constante no ambiente, as diatomáceas poderão ser dominantes.

#### 7.2.4.1 Sucessão e Competição – Hipótese do Distúrbio Intermediário

A hipótese do distúrbio intermediário (HDI) aplicada ao fitoplâncton deve basear-se em escalas de amostragem próximas ao tempo de geração das algas (semanais ou bissemanais), com amostragem regular durante muitos anos ou em curtos intervalos de amostragem durante alguns anos (SOMMER *et al*, 1993). No Brasil poucos corpos d'água foram estudados durante vários anos consecutivos.

Este estudo, com amostragens semanais durante três anos permite a utilização de alguns critérios sugeridos por aqueles autores. É considerada como fase de equilíbrio aquela em que uma, duas ou três espécies contribuíram com 80% ou mais da biomassa total da amostra; sua existência ou coexistência persistindo por tempo suficiente, ou seja, mais do que uma ou duas semanas e durante esse período a biomassa não decresceu significativamente. De acordo com esse conceito o reservatório Salto Grande encontra-se na maior parte do tempo, em equilíbrio, com dominância de *Microcystis* spp, numa fase final de sucessão.

A hipótese do distúrbio intermediário (CONNELL, 1978) estabelece:

- 1) na ausência de distúrbios (eterno estado de equilíbrio), a exclusão competitiva vai reduzir a diversidade de espécies a níveis mínimos.
- 2) sob perturbações muito intensas somente poucas populações de espécies pioneiras podem se estabelecer após cada evento-distúrbio. Isto também conduziria à diversidade mínima.
- 3) se os distúrbios são de frequência e/ou intensidades intermediárias, ocorrerão inúmeras oportunidades para o restabelecimento de populações pioneiras que de outra forma seriam eliminadas pela competição e as populações de competidores

bem sucedidos podem resistir ao distúrbio sem sobrepôr completamente a comunidade. Então, um pico de diversidade deveria ocorrer após distúrbios de frequências e intensidades intermediárias.

Apesar das macrófitas atuarem cada vez com maior intensidade como proteção contra o vento e a chuva, no reservatório Salto Grande esses fatores ainda provocam “pulsos” esporádicos que quando em maior intensidade levam à dominância de *Ankyra judayi* e *Schroederia antillarum* e quando em intensidade e duração intermediários levam a um súbito aumento da diversidade, como em setembro de 1995 quando foi registrada a maior diversidade do período de estudo.

Segundo o modelo de dinâmica de “manchas” (YODZIS, 1986), sucessão e perturbação apresentam efeitos sinérgicos, ou seja, toda vez que uma espécie competitivamente superior se estabiliza nenhuma substituição posterior será evidente, a menos que uma perturbação reorganize o sistema.

PADISÁK (1994) verificou que distúrbios intermediários resultam em maiores e mais imediatas modificações na composição da comunidade em estágios iniciais de sucessão, de modo que espera-se que no reservatório Salto Grande estes ocorram com frequência cada vez mais reduzida.

Estabilidade e elasticidade são dois conceitos estreitamente interligados e bastante relacionados com o conceito de perturbação. Estabilidade refere-se à habilidade de um sistema recuperar-se das perturbações e está relacionada com a quantidade de perturbação que a comunidade pode absorver antes que mude sua estrutura (KREBS, 1985).

Segundo MARGALEF (1991), uma população é estável desde que flutue pouco, dentro de limites próximos. Esse autor considera estável um ecossistema que mantém os níveis de produção e de biomassa, ainda que para isso a proporção das diferentes espécies que o formam tenham que se alterar continuamente. A estabilidade como sinônimo de persistência complementa a diversidade, pois proporciona uma medida da “organização” do sistema.

Os ecossistemas com maior energia, onde a relação produção por biomassa é mais alta, em geral são mais flutuantes ou adaptáveis e menos persistentes, de acordo com MARGALEF (1991). Quanto mais frequentes as flutuações na estabilidade, menor a oportunidade das espécies desenvolverem populações limitadas por recursos, interagirem com outras espécies ou para a comunidade atingir alguma condição estável de equilíbrio. Apenas quando a frequência de alteração da estabilidade aproxima-se ou é menor que o tempo de geração das algas (em lagos de águas tépidas durante a circulação e com ciclos diurnos de re-estratificação), a composição de espécies se acomoda, mais do que responde aos ciclos de mistura (REYNOLDS, 1987). Nesse sentido o

reservatório Salto Grande pode ser considerado estável e organizado, já que os níveis de produção e de biomassa se mantêm altos ao longo dos anos, há populações estabelecidas de *Microcystis* spp. e “acomodação” da composição de espécies.

PAYNE (1986), afirma que dois aspectos importantes da estabilidade a serem considerados são a resiliência e a persistência do sistema. Resiliência pode ser definida como a taxa com que as alterações ambientais são absorvidas pela comunidade e o equilíbrio original é recuperado. A persistência é o tempo em que uma variável permanece, antes que seja alterada para um novo valor.

Em curto prazo as espécies fitoplanctônicas são pouco persistentes devido ao ciclo de vida curto e a comunidade responde a alterações ambientais não catastróficas e de curta duração, pela alteração na composição e abundância das espécies. Em regiões tropicais, as espécies podem ser menos persistentes que em regiões temperadas, pois as alterações ambientais podem ser mais freqüentes durante o ano, e muitas vezes menos previsíveis. Em longo prazo, entretanto, as perturbações no fitoplâncton são consideradas cíclicas, de tal forma que não necessariamente impliquem em alterações irreversíveis (PAYNE, 1986).

Como a severidade e a duração de influência alogênica é usualmente controlada por mudanças climáticas sazonais, as sucessões fitoplanctônicas podem ser consideradas uma série de episódios autogênicos interrompidos e depois retomados ou retardados por episódios alogênicos (LEWIS, 1984).

Em casos onde os lagos são fortemente dominados por um único táxon (em alguns casos extremos uma única espécie), isto é devido ao papel excessivo de forças alogênicas que reduzem a significância da sucessão autogênica ou em lagos altamente tróficos, a habilidade da espécie dominante de adaptar sua morfologia e fisiologia até a exclusão de outras espécies. ROBERTS & ZOHARY (1984) mostram que no reservatório hipereutrófico sul africano Hartebeespoort, *Microcystis aeruginosa* é capaz de aumentar dramaticamente o tamanho das colônias e ajustar o conteúdo de clorofila-a, dependendo da posição da colônia no gradiente de luz sob a água, maximizando sua eficiência fotossintética e efetivamente excluindo outras espécies pela maior parte do ano. A fragmentação de colônias também pode ser um mecanismo das algas que permite resiliência (BUNKHOLDER, 1992).

As variações temporais de biomassa, a dominância de espécie e a sucessão dependem das várias freqüências de oscilação verticais e horizontais e do acoplamento da resposta do fitoplâncton a estas oscilações (REYNOLDS, 1987).

Entradas de material alóctone por drenagem, e acúmulo de material em suspensão de origem inorgânica, na superfície, podem produzir bruscas alterações nos eixos horizontal e vertical e reduzir o grau de mistura vertical e de penetração de luz.

Pequenos estrategistas  $r$  podem apresentar rápidas taxas de reprodução em ambientes turbulentos (1 a 3 dias), enquanto que estrategistas  $K$  mostram respostas com maior duração (4 a 5 dias) (HARRIS, 1986)

Reservatórios turvos são freqüentemente dominados por flagelados, crisofíceas, criptomonadas, dinoflagelados ou euglenóides (CUKER *et al*, 1990; MALLIN *et al*, 1991). Heterotrofia é uma vantagem nesses ambientes onde matéria orgânica e detritos são abundantes ou onde ressuspensão esporádica de sedimento impõe períodos de limitação de luz (KIMMEL *et al*, 1990).

As variações temporais na escala de mistura e difusão desestabilizam qualquer equilíbrio em andamento nos sistemas aquáticos, por alterarem as interações entre os processos físicos, químicos e biológicos, selecionando respostas alternativas das espécies (REYNOLDS, 1987).

No reservatório Salto Grande embora não tenha sido observada sazonalidade definida da comunidade fitoplanctônica, com exceção do ano de 1995 em que maiores valores de biomassa foram observados no inverno, pode-se relacionar a ocorrência de algumas espécies a períodos de certas modificações ambientais. *Cryptomonas* spp. ocorreram com maior abundância em maio e agosto; *Aulacoseira granulata* e outras diatomáceas como *Cyclotella*, em períodos de maior pluviosidade; *Ankyra judayii* e *Schroederia antillarum*, em períodos chuvosos mais longos, de alta turbidez.

ASHTON (1981) mostra claramente o padrão sucessional para um reservatório hipereutrófico (Rietvlei), na África do Sul: aumento na densidade de diatomáceas é correlacionado com aumento na profundidade de mistura pela ação do vento. Este é seguido por aumento nas algas verdes que são particularmente evidentes no período de estratificação vernal. Grandes florações de verão de cianofíceas fixadoras de nitrogênio (*Anabaena circinalis*) seguidas de algas verdes e substituídas por florações de algas não fixadoras de nitrogênio (*Microcystis aeruginosa*). Embora mais grosseiramente é possível detectar um padrão semelhante no reservatório Salto Grande, mascarado pela dominância de *Microcystis* spp..

Onde o distúrbio físico da coluna d'água ocorre a intervalos marcadamente mais curtos, a seqüência sucessional ocorre em intervalos mais curtos (REYNOLDS, 1984; LEWIS, 1984). Lagos tropicais com pouca estabilidade na coluna d'água experimentam sucessão com mais episódios autogênicos. Em lagos severamente eutrofizados e dominados por *Microcystis aeruginosa*, por



outro lado, esse padrão não se aplica, já que as habilidades da espécie permitem-lhe dominar totalmente o fitoplâncton, mascarando as variações.

Além disso, variações sazonais de eventos hidrológicos como ciclos de dez anos de cheias e secas podem causar extrema variação na seqüência e duração dos episódios sucessionais (LEWIS, 1984). Eventos climatológicos como o El Niño também modificam a hidrologia dos sistemas podendo alterar a intensidade e periodicidade das etapas sucessionais, como parece ter ocorrido no reservatório Salto Grande em 1996 e 1997.

SOMMER (1986) encontrou, para o Lago Constance processo de sucessão autogênico onde as principais variáveis ambientais são consequência das atividades prévias dos organismos planctônicos. Por exemplo, concentrações de nutrientes são controladas através do consumo pelo fitoplâncton e reciclados através da pastagem e excreção pelo zooplâncton; a transparência da água é controlada pelas densidades do fitoplâncton, altas densidades da alga propiciam aumento de fecundidade do zooplâncton e em consequência a pastagem pelo zooplâncton se torna um fator seletivo para o fitoplâncton.

O reservatório Salto Grande, pelo contrário, parece controlado tanto por fatores autogênicos como por uma série de fatores alogênicos. A eutrofização do reservatório favorece a proliferação de macrófitas que dificultam a ação do vento e a circulação da coluna d'água. A alta concentração de nutrientes e a estabilidade da coluna d'água favorecem *Microcystis* spp. durante a maior parte do ano. A comunidade fitoplanctônica dominada por essas cianofíceas não deve propiciar enriquecimento do zooplâncton, já que este grupo é considerado resistente à pastagem pelo tamanho grande das colônias, produção de toxinas e pouca palatabilidade ( KRIENITZ *et al*, 1996).

A reciclagem de nutrientes deve ser mais importante neste reservatório através da comunidade microbiana (cadeia trófica baseada em detritos).

## Capítulo 8

### CONCLUSÕES

- Florações de *Microcystis* spp. e outras cianofíceas como *Anabaena circinalis* ocorrem durante todo o ano neste reservatório. *Microcystis aeruginosa* foi dominante em 51% das amostras de 1995, 63% das amostras de 1996 e 69% das amostras de 1997 na Praia Azul. Na Praia dos Namorados a espécie foi dominante em 46% das amostras de 1995, 72% das amostras de 1996 e 63% das amostras de 1997.
- Foram consideradas espécies indicadoras, por sua frequência de ocorrência: *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis protocystis*, *Microcystis* cf. *lamelliformis*, *Anabaena circinalis*, *Anabaena crassa*, *Pseudanabaena mucicola*, VOLVOCALES sp. 1, *Nitzschia palea* e *Chlamydomonas* sp. 1. Por ocorrerem em períodos determinados, associados a mudanças ambientais, destacaram-se: *Aphanocapsa delicatissima*, *Limnothrix* sp., *Cryptomonas* spp., *Ankyra judayi*, *Monoraphidium* spp., *Schroederia antillarum*, *Aulacoseira granulata*.
- A comunidade fitoplanctônica deste reservatório não apresentou variação sazonal marcante embora florações de *Microcystis* spp. sejam mais prolongadas no inverno, quando há menor pluviosidade, os dias são claros e os ventos são menos intensos.
- O reservatório apresenta-se no estágio final de sucessão, com dominância de um mesmo gênero (*Microcystis*), representado pelas espécies *M. aeruginosa*, *M.* cf. *lamelliformis* e *M. protocystis* ao longo do ano.
- O reservatório Salto Grande tem, provavelmente, sua cadeia trófica baseada em detritos, as bactérias tencem importância fundamental na decomposição e disponibilização de nutrientes.

- Os altos valores de densidade e biomassa fitoplanctônicas e a dominância de cianofíceas indicam que a comunidade fitoplanctônica do reservatório não é limitada por nutrientes.
- Apesar da dominância de *Microcystis* spp. durante a maior parte do ano, em alguns períodos, quando ocorrem distúrbios causados principalmente por ventos mais intensos ou chuvas intensas e prolongadas, a riqueza de espécies e a diversidade no reservatório são elevadas para um ambiente hipereutrófico. Contribuem para tanto a ocorrência de um grande número de espécies acidentais e acessórias, e provenientes do perifiton das macrófitas flutuantes que são abundantes no local.
- Eventos de distúrbios intermediários ainda ocorrem no reservatório, ainda que com pouca frequência. Por exemplo, em setembro de 1995 quando foram registrados altos valores de riqueza de espécies e diversidade após um período de chuva intensa e ventos mais fortes.
- Nos períodos de dominância de *Microcystis* spp. ocorrem espécies associadas à mucilagem das colônias, como *Nitzschia palea*, *Pseudanabaena mucicola* em densidades e biomassas elevadas.
- São importantes em densidade e/ou biomassa, nos períodos de distúrbio, VOLVOCALES, *Cryptomonas* spp., *Ankyra judayi*, *Schroederia antillarum* e *Aulacoseira granulata*.
- São constantes no reservatório, embora com poucas fases de grande densidade, *Dictyosphaerium tetrachotomum*, *Botryococcus braunii*, *Coelastrum astroideum* e *Monoraphidium* spp.
- O grupo fitoplanctônico favorecido no reservatório é o das colônias de tamanho superior a 200  $\mu$ , com capacidade de controle da flutuabilidade (vacúolos gasosos) e grande habilidade competitiva na exploração de nutrientes.

- As macrófitas contribuem para a manutenção de florações de *Microcystis* spp. no reservatório porque constituem proteção contra o vento e, por conseguinte, interferem nos efeitos da pluviosidade, como a transparência e a estabilidade da coluna d'água. Além disso contribuem com inóculo de espécies perifíticas para a composição fitoplanctônica do reservatório.
- Ocorre uma variação ao longo do eixo horizontal do reservatório, com maior influência do vento e vazão afluente em sua área inicial, região da Praia Azul, e da pluviosidade e do pH em sua parte final, região da Praia dos Namorados.
- Estudos que conjuguem amostragens de curto e longo prazo são importantes para a compreensão da dinâmica da comunidade fitoplanctônica. Neste caso foi possível detectar alguns padrões sucessionais, apesar dos eventos climáticos anômalos causados pelo El Niño e da dominância de *Microcystis* spp.

## *Capítulo 9* RECOMENDAÇÕES

- É importante a realização de estudos sobre a atividade bacteriana neste reservatório, já que esta parece desempenhar importante papel na degradação da matéria orgânica suportando a cadeia trófica do local.
- A ocorrência no reservatório, durante a maior parte do ano, de cianofíceas potencialmente tóxicas como *Microcystis* spp., *Anabaena circinalis*, *Anabaena crassa* e *Cylindrospermopsis raciborskii*, tornam a utilização de sua água para abastecimento arriscada para a saúde humana caso não seja utilizado um tratamento avançado, comprovadamente eficiente na remoção de toxinas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEYA, L. (1991) The concept of ecological succession applied to an eutrophic lake through the seasonal coupling of diversity index and several parameters. *Arch. Hydrobiol.*, **120** (3):327-343.
- APHA, AWWA, WPCF (1993) **Standard methods for examination of water and wastewater**. Washington, 19<sup>th</sup> ed. APHA, AWWA, WPCF.
- ARAUZO, M. & COBELAS, M.A. (1994) Phytoplankton strategies and time scales in a eutrophic reservoir. *Hydrobiologia*, **291**: 1-9.
- ARCIFA, M.S.; CARVALHO, M.A.J. DE; GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F.; SHIMIZU, G.Y.; FROELICH, C.G.; CASTRO, R.M.C. & PEREIRA, H.A.S.L. (1980) 2<sup>nd</sup> report to FAPESP, 57pp.
- ARCIFA, M.S. & FROELICH, C.B. (1985) Padrões de circulação vertical em dez reservatórios do Estado de São Paulo. *Ci. e Cult.*, **38**(4): 684-692.
- ARCIFA, M.S.; CARVALHO, M.A.J.; GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F.; SHIMIZU, G.Y.; FROELICH, C.G.; CASTRO, R.M.C. (1981) Limnology of ten reservoirs in Southern Brazil. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, Stuttgart, **21**:1048-1053.
- ASHTON, P. J. (1981) Nitrogen fixation in a nitrogen-limited budget of a eutrophic impoundment. *Wat. Res.*, **15**:823-33.
- ASHTON, R.J. (1985) Seasonality in Southern Hemisphere freshwater phytoplankton assemblages. *Hydrobiol.*, **125**:179-90.
- BARNES, R.K. & MANN, K.H. (1980) Prologue., p. 1-3. *In*: BARNES, R.K. & MANN, K.H. (Eds.). **Fundamentals of aquatic ecosystems**. Blackwell Sci., London.

- BERMAN, T.; Y.Z. YACOBI & U. POLLINGER (1992) Lake Kinneret phytoplankton stability and variability during twenty years (1970-1989). *Aquat. Sci.*, **54**: 104-127.
- BEYRUTH, Z. (1994) Aspectos do fitoplâncton de lagos submetidos a impactos antrópicos. X Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, 04 a 1º de setembro de 1994. Resumos. Santos, p. 35
- BEYRUTH, Z. (1996) Comunidade fitoplânctônica da represa de Guarapiranga: 1991-92. Aspectos ecológicos, sanitários e subsídios para reabilitação da qualidade ambiental. Tese de Doutorado. Depto. de Saúde Ambiental, Fac. de Saúde Pública, USP, 191p.
- BEYRUTH, Z.; SANT'ANNA, C.L.; AZEVEDO, M.T.; CARVALHO, M.C. & PEREIRA, H.A. S.L. (1992) Toxic algae in freshwaters of São Paulo State, p. 53-64. *In*: CORDEIRO-MARINO, M.; AZEVEDO, M.T.; SANT'ANNA, C.L.; TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M. (ed.) (1992) *Algae and Environment: a general approach*. SBFic/CETESB.
- BICUDO, D.C.; TUCCI, A.; RAMIREZ, R.; CARMO, C.F.; NOGUEIRA, N.M.C. & BICUDO, C.E.M. (1999) Escala de amostragem e variabilidade de fatores limnológicos em reservatórios eutrofizados. *In*: HENRY, R. (ed.) *Ecologia de Reservatórios*, p. 411-48.
- BITAR, A.L. (1998) Fluxo do nitrogênio e seu uso por duas macrófitas aquáticas (*Eichornia crassipes* e *Pistia stratiotes*), no reservatório de Salto Grande (Americana - S.P.). Dissertação de mestrado. USP/Escola de Engenharia de São Carlos.
- BOURRELLY, P. (1968) Les algues d'eau douce, initiation à la systematique. Tome II: Les algues jaune et brune. Paris: N.Boubée & Cie.

- BOURRELLY, P. (1970) **Les algues d'eau douce, initiation à la systematique. Tome II: Les algues bleues et rouges. Les eugléniens, peridiniens et cryptomonadiens.** Paris: N.Boubée & Cie.
- BOURRELLY, P. (1972) **Les algues d'eau douce, initiation à la systematique. Tome I: Les algues vertes.** Paris: N.Boubée & Cie.
- BOLTOVSKY, A.; DIPPOLITO, A.; FOGGETA, M.; GOMEZ, N. & ALVAREZ, G. (1990) La laguna Lobos y su afluente: limnologia descriptiva, com especial referencia al plancton. **Biol. Aquat.,14** – Inst. de Limnol. “Dr. Raul Riquelet”, La Plata:1-37.
- BRANCO, C.C.. (1991) **A comunidade planctônica e a qualidade da água no Lago Paranoá, Brasília, DF, Brasil.** Tese de Doutorado.
- BRANCO, S.M. (1986) **Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária – Água.** São Paulo. CETESB/ASCETESB, 616p.
- BUNKHOLDER, J.M. (1992) Phytoplankton and episodic suspended sediment loading: phosphate partitioning and mechanisms for survival. **Limnol. Oceanogr.**, 37(5):974-88.
- CALIJURI, M.C. (1988) **Respostas fisiológicas da comunidade fitoplanctônica e fatores ecológicos em ecossistemas com diferentes estágios de eutrofização.** Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 293p.
- CALIJURI, M.C. (1999) **A comunidade fitoplanctônica em um reservatório tropical (Barra Bonita, SP).** Tese de Livre Docência.USP – Escola de Engenharia de São Carlos
- CALIJURI, M.C.; MINOTI, R.T.; BOEMER, G.L.C. & DEBERDT, A.J. (1997) - **Variação sazonal da produção primária da comunidade fitoplanctônica no reservatório do Salto**

- Grande (Americana-S.P.) Resumos. VI Congresso Brasileiro de Limnologia. 22 a 25 de julho, 1997. São Carlos.p.88.**
- CALIJURI, M.C.; DEBERDT, G.L.B.; MINOTI, R. (1999) A produtividade primária pelo fitoplâncton na represa de Salto Grande (Americana – SP). *In: HENRY, R. (ed.) – Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais.*
- CANFIELD, Jr. D. E.; SHIREME, J.V.; COLLE, D.E.; HALLER, W.T.; WATKINS, II C. E & MACEINA, M.J. (1984) Prediction of chlorophyll a concentrations in Florida lakes: importance of aquatic macrophytes. *Can. J. Fish. Aquatic Sci.*, 41:497-501.
- CANTER-LUND, H. & LUND, J.W.G. (1995) **Freshwater algae – their microscopic world explored.** Biopress ltd.England.359p.
- CARMICHAEL, W.W. & GORHAM, P.R. (1981) **The mosaic nature of toxic blooms of cyanobacteria.** *In: W.W. Carmichael Ed.. The water Environment: Algal toxins and Health.* Plenum Press, New york, 161-172.
- CARNEY, H.J. & GOLDMAN, C.R. (1988) Seasonal phytoplankton r and K selection in oligotrophic Lake Tahoe. *Verh. Int. Ver. Limnol.*, 23:672-76.
- CARVALHO, M A J.(1975) **A represa de Americana: aspectos físico-químicos e a variação das populações de Copepoda Cyclopoida de vida livre.** Dissertação de Doutorado. Inst. de Biocências USP, 80p.
- CASTRO, A.A.J. (1993) **Cryptophyceae do Estado de São Paulo: Inventário taxonômico.** Dissertação de Doutorado. Inst. De Biociências, Campus de Rio Claro, UNESP, 207p.
- CETESB, São Paulo (1996) **Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 1995.** CETESB, São Paulo, 234 p.

- CETESB, São Paulo (1998a) **Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 1996**. CETESB, São Paulo, 268 p.
- CETESB, São Paulo (1998b) **Relatório da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 1997**. CETESB, São Paulo, 289 p.
- CETESB, São Paulo (1990) **Fitoplâncton de água doce. Métodos qualitativo e quantitativo – Método de ensaio**. São Paulo. Norma Técnica CETESB L5.303.
- CHAVES, C.M. (1978) **Caracterização ecológica da autodepuração de lagos do Parque Zoológico de São Paulo**. São Paulo. Dissertação de Mestrado – Depto. de Saúde Ambiental – Faculdade de Saúde Pública – USP.
- CODD, G.A. (1996) **Harmful Algae News**. IOC of UNESCO, 15(4), United Nations Educational, Scientific and Cultural organizations, Paris.
- COELHO, M.P. (1993) **Análise do processo de assoreamento do Reservatório de Americana**. Rio Claro. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- COLE, G.A. (1975) **Textbook of Limnology**. Saint Louis, MO, USA. The C.V. Mosby, 283p.
- COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI e JUNDIAÍ (1998)
- CONNELL, J.H. & SLATYER, R.O. (1977) Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **Am. Nat.**, 111:1119-44.
- CONNELL, J. (1978) Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, 199: 1304-1310.

- COSTA, M.N. (1998) **Ocorrência de Microcystis (Cyanoprocarionte, Cyanophyceae) no período de chuvas, no Reservatório de Salto Grande (Americana – SP.) e variáveis físicas e químicas.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. 98p.
- CPFL (COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ) (1994) **Relatório: Usina Hidrelétrica do Reservatório de Salto Grande, Americana, São Paulo.**
- CUKER, B.E.; P. GAMA & J.M. BURKHOLDER (1990) Type of suspended clay influences lake productivity and phytoplankton response to P loading. **Limnol. Oceanogr.**, 35:830-39.
- DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA) (1976) **Bacia do Rio Piracicaba Rel. R.01-PI01-0975. Levantamento de dados hidráulicos e sanitários.**
- DAEE (DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA) (1998)
- DAJOZ, R. (1972) **Ecologia Geral.** São Paulo. Ed. Vozes/EDUSP, 474p.
- DAVIS, C.B.; VAN DER VALK, A.G. (1983) Uptake and release of nutrients by living and decomposing *Typha glauca*. Tissues at Eagle Lake. Iowa. **Aquat. Bot.**, 16:75-89.
- DAWSON, F.H. (1989) Ecology and management of water plants in lowland streams. Report, **Freshwater Biological Association**, 57: 43-60.
- DEBERDT, G.L.B. (1997) **Produção primária e caracterização da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana – SP) em duas épocas do ano.** Dissertação de Mestrado. São Carlos. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos.
- DESIKACHARY, T.V. (1959) **Cyanophyta.** Indian Council of Agricultural Research. New Delhi, 686p.

- DOR, I.; H. SCHECHTER & H.J. BROMLEY (1987) Limnology of a hypertrophic storing wastewater effluent for agriculture at Kibbutz Na'an, Israel. **Hydrobiologia**, **150**: 225-41.
- DOS SANTOS, A.C.A. & CALIJURI, M.C. (1998) Survival strategies of some species of the phytoplankton community in the Barra Bonita Reservoir (São Paulo, Brazil). **Hydrobiologia**, **367**: 139-152.
- DRURY, H.W. & NISBET, I.C.T. (1973) Succession. **Jou. Arnold Arboretum**, **52**(3):331-366.
- ESTEVES, F.A. (1988) **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro. Interciência/FINEP. 574p.
- ETTL, H. (1977) **Xantophyceae**, 1. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. (eds.) Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, v. 3, 530p.
- FAUSTINO, S.M.M. & AVELAR, W.E.P. (1997) **Identificação e composição do fitoplâncton na bacia do rio Piracicaba 1997** Resumos. VI Congresso Brasileiro de Limnologia. 22 a 25 de julho, 1997. São Carlos. p.160.
- FINDLAY, D.L. & KLING, H.J. (1999) **Protocols for measuring biodiversity: phytoplankton in freshwater**:  
<http://www.cciw.ca/emantemp/research/protocols/freshwater/phyto/phyto/phyto.html>
- FOGG, G.E. 1962 **Extracellular products**. In: LEWIN, R.A. (ed.) Physiology and biochemistry of algae. Academic Press. New York and London, pp. 475-489.
- FROELICH, C.G.; ARCIFA-ZAGO, M.S. & CARVALHO, M.A.J. (1978) Temperature and oxygen stratification in Americana Reservoir, State of São Paulo, Brazil. **Verh. Int. Verein. Limnol**, **20**: 1710-1719.

- FRONTIER, S. (1977) Reflexions poue une théorie des écosystèmes. **Bull. Ecol.**, 8:445-464.
- GAEDEKE, A. & U. SOMMER (1986) The influence of the frequency of periodic disturbances. **Oecologia**, 71:98-102.
- GANF, G.G. & OLIVER, R.L. (1982) Vertical separation of light and available nutrients as a factor causing replacement of green algae by blue-green algae in the plankton of a stratified lake. **J. Ecol.**, 70:829-44.
- GASSE, F. (1986) **East African Diatoms: taxonomy, ecological distribution**. Bibliotheca Diatomologica. J. Cramer, Ed., Berlin.
- GEITLER, L. (1971) **Cyanophyceae**. Johnson reprint corp., 1196p.
- GEORGE, D.G. & EDWARDS, R.W. (1976) The effect of wind on the distribution of chlorophylla and crustacean plankton in shallow eutrophic reservoir. **Journal of Applied Ecology**, 13:667-90.
- GIANESELLA-GALVÃO, S.M.F. (1981) **Produtividade primária e suas relações com alguns fatores físico-químicos em reservatórios do Estado de São Paulo**. 2v. Dissertação de Doutorado. Instituto Oceanográfico, USP.
- GIANI, A.; PINTO-COELHO, R.M.; OLIVEIRA, S.J.M. & PELLI, A. 1988 Ciclo sazonal de parâmetros físico-químicos e distribuição horizontal de nitrogênio e fósforo no reservatório da Pampulha (Belo Horizonte, M.G.). **Cienc. e Cult. (São Paulo)**,40: 69-77.
- GIANI, A. & FIGUEIREDO, C.C. (1999) Recorrência de padrões sazonais do fitoplâncton num reservatório eutrófico, p.531-50. *In*: HENRY, R. (Ed.) **Ecologia de Reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**.

- GOLDMAN, J.C. (1976) Temperature effects on phytoplankton growth in continuous culture. *Limnol. Oceanogr.*, **22**:932-36.
- GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M (1978) **Methods for physical and chemical analysis of freshwater**. IBP Handbook 8, 2<sup>th</sup> ed. Blackwell Scientific Publ., Oxford
- GORHAM, P.R. (1964) Toxic algae as a public health hazard. *Jour. AWWA*, **56**(11): 1481-1488.
- GORHAM, P.R. (1981) **Toxic waterblooms of blue-green algae**. *In: Biological Problems of water Pollution*. Third Seminar. U.S. public Health Service Bulletin. 999WP 25. Cincinnati, Ohio, p. 37-44.
- GRANBERG, K. (1973) The eutrophication and pollution of lake Päijänne, Central finland. *Ann. Bot. Fennici*, **10**: 267-308.
- GREEN, J.; S.A. CORBET; E. WATTS & O.B. LAN (1976) Ecological studies on Indonesian lakes. Overturn and restoration of Ranu Lamongan. *J. Zool.*, **180**:315-54.
- GREGORY, S.V. (1983) Plant-herbivore interactions in stream systems. *In: BARNES, J.R.; MINSHALL, G.W. (eds.). Stream Ecology*, pp. 157-89. Plenum Press, New York.
- GRIME, J. (1979) Competition and the struggle for existence. *In: ANDERSON, R.M.; TURNER, B.D. & TAYLOR, L.R. (eds.) – Population dynamics*. 20<sup>th</sup> Symposium of The British Ecological Society. Blackwell Scientific Publication, London: 123-129.
- GRIME, J.P. (1979) **Plant Strategies and Vegetation Processes**. Wiley-Interscience, Chichester.

- GROVER, J.P. (1990) Resource competition in a variable environment: phytoplankton growing according to Monod's model. **Am. Nat.**, **136**:772-89.
- GROVER, J.P.; STERNER, R.W. & ROBINSON, J.L. (1999) Algal growth in warm temperate reservoirs: nutrient patterns of dominance. **Arch. Hydrobiol.**, **145**; 1-23.
- HANNAN, H.H.; BARROWS, D. & D.C. WHITENBERG (1980) The trophic status of a deep-storage reservoir in Central Texas. **Proceedings of Symposium on surface water impoundments**. ASCE, June, Minneapolis, paper n° 4: 425-34.
- HAPPEY-WOOD, C.M. (1988) Ecology of freshwater planktonic green algae. *In*: SANDGREN, C.D. (ed.) **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Cambridge Univ. Press, p. 175-226.
- HARDIN, G. (1960) The competitive exclusion principle. **Science**, **131** :1292-97.
- HARDING, W.R. (1992) Zeekoevlei water chemistry and phytoplankton periodicity. **Water SA**, **18**(4):237-46.
- HARRIS, G.P. (1978) Photosynthesis, productivity and growth: the physiological ecology of phytoplankton. **Ergebnisse der Limnologie**, **10**: 1-171.
- HARRIS, G.P. (1980) Temporal and spatial scales in phytoplankton ecology: mechanisms, methods, models and management. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, **37**: 877-900.
- HARRIS, G.P. (1988) Structural aspects of phytoplankton succession. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, **223**:2221-25.
- HARRIS, G.P. & A.M. TRIMBEE (1986) Phytoplankton population dynamics of a small reservoir: physical/biological coupling and time scales of community change. **J. Plankton Res.**, **8**: 1011-1025.

- HARRIS, G.P. & B.B. PICCININ (1980) Physical variability and phytoplankton communities. IV temporal changes in the phytoplankton community of a physically variable lake. *Arch. Hydrobiol.*, **89**:447-473.
- HARRIS, G.P. (1986) **Phytoplankton ecology: structure, function and fluctuation**. London, Chapman & Hall, 384p.
- HASLE, G.P. & FRYXELL, G.A. (1970) Diatoms: clearing and mounting for light and electron microscopy. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, Lancaster, **89**: 469-474.
- HASLE, G.P. (1978) **The inverted-microscope method**, p. 88-96. *In*: Sournia, A. *Phytoplankton Manual*. UNESCO, 337p.
- HEJZLAR, J. & STRASKRABA, N. (1990) On the horizontal distribution of limnological variables in Rinov and other stratified Czechoslovak reservoirs. *Arch. Hydrobiol. Beich. Ergeb. Limnol*, **33**:41-55.
- HENRY, R. (1981) Estudos ecológicos na Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP, Brasil) I. O ambiente e variações diurnas de alguns fatores ambientais. *Rev. Bras. Biol.*, **41**:69-77.
- HENRY, R. & CURY, F.R. (1981) Análise de alguns parâmetros hidrológicos da Represa do Rio Pardo (Botucatu, SP). *Rev. Bras. Biol.*, **41**:321-6.
- HÖRNSTRÖM, E. (1981) Trophic characterization of lakes by means of qualitative phytoplankton analysis. *Limnol. (Berlin)*, **13**(2):249-261.
- HRUDEY, S.; BURCH, M.; DRIKAS, M. & GREGORY, R. 1999 **Remedial measures**.p. 275-312. *In*: CHORUS, I. R. & BARTRAM, J. (eds.) *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. WHO. E & FN SPON, Great Britain.

- HUBER-PESTALOZZI, G. (1968) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v.3.2, 322 p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1969) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie:Euglenophyceen.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. 4, 606p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1972) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie:Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Tetrasporales.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. 6, 116p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1974) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie:Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Volvocales.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. 5, 741p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1975a) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie:Blualgen.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. ,342 p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1975b) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie:Diatomeen.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. 2.2, 544p.
- HUBER-PESTALOZZI, G. (1976) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie: Chrysophyceen.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Band XVI, v. 2.1, 365 p.

- HUSZAR, V.L.M. (1994) **Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais**. São Carlos. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, 184p.
- HUSZAR, V.L.M. & SILVA, L.H.S. DA (1999) **A estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: cinco décadas de estudos**. *In* : Limnotemas (2). Soc. Brasil. de Limnol.
- HUTCHINSON, G.E. (1961) The paradox of the plankton. **Amer. Natur.**, **95** (882):137-43.
- HUTCHINSON, G.E. (1964) **A treatise on limnology. V2. Introduction to lake biology and the limnoplankton**. J. Wiley & Sons, Inc. Nova York.
- IMEVBORE, A.M.A. (1967) Hydrology and plankton of Eleyele lakes, Ibadan, Nigeria. **Hydrobiologia**, **30**: 154-76.
- JENKINS, R.M. (1982) The morphoedaphic index and reservoir fish production. **Trans. Am. Fish. Soc.**, **111**:133-40.
- JENSEN, H.S. & ANDERSEN, F.O. (1990) Impact of nitrate and blue-green algae abundance on phosphorus cycling between sediment and water in two shallow, eutrophic lakes. **Verh. Internat. Verein. Limnol**, **24**:224-30.
- JORGENSEN, S.E. & PADISÁK, J. (1996) Does the intermediate disturbance hypothesis comply with thermodynamics? **Hydrobiologia**, **323**:9-21.
- JUHÁSZ-NAGY, P. (1993) Notes on compositional diversity. **Hydrobiologia**, **249** (Dev. Hydrobiol. 81):173-182.
- KAPPERS, F.I (1983) On population dynamics of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*.

- KELLY, M.G. (1996) **Identification of common river diatoms**. Durham Univ./Natural History Museum Freshwater Algal Training Course. R & D Technical Report E2, 104p.
- KELLY, M.G. & WHITTON, B.A. (1998) Biological monitoring of eutrophication in rivers. **Hydrobiologia**, **384**: 55-67.
- KILHAM, P. & KILHAM, S.S. (1980) The evolutionary ecology of phytoplankton, p. 571-97. *In*: MORRIS, I. (Ed.). **The Physiological Ecology of Phytoplankton**. Blackwell Scientific Pub., Oxford.
- KIMMEL, B.L. & A.W.GROEGER (1984) Factors controlling phytoplankton production in lakes and reservoirs: a perspective, p.277-81. *In*: **Lake and reservoir management**. EPA 440/5/84-001. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- KIMMEL, B.L. (1981) Land-water interactions. Effects of introduced nutrients and soil particles on reservoir productivity. **Tech. Compl. Rept. Proj. N° A-088-OKLA**, Office of Water Research and Technology, U.S. Department of Interior, 95pp.
- KIMMEL, B.L., O.T. LIND & L.J. PAULSON (1990) Reservoir primary production, p. 133-93. *In*: K.W. THORNTON; B.L. KIMMEL & F.F. PAYNE (Eds.). **Reservoir Limnology: Ecological perspectives**. Wiley, New York.
- KLAVENESS, D. (1988) Ecology of Cryptomonadina: a first review, p.105-33. *In*: SANDGREN, C.D. (ed.) **Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 442p.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1999) **Cyanoprokaryota. 1.Chroococcales**. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1, 548p. Gustav Fischer

- KOMÁREK, J. & FOTT, B. (1983) **Das Phytoplankton des Süßwassers: Systematik und Biologie. Vol. 7 Part 1. Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung Chlorococcales.** Stuttgart: E. Schweizerbartsche.
- KOMÁREK, J. & PERMAN, J. (1978) Review of the genus *Dictyosphaerium* (Chlorococcales). **Arch. Hydrobiol./Suppl 51. Algological Studies 20:** 233-297, Stuttgart.
- KOMÁREK, J. (1974) The morphology and taxonomy of crucigenioid algae (Scenedesmaceae, Chlorococcales). **Arch. Protistent, 116,** p. 1-75.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1997a) **Bacillariophyceae 1.Teil Naviculaceae.** Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/1, 876p. Gustav Fischer.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1997b) **Bacillariophyceae 2.Teil Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae.** Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/2, 610p. Gustav Fischer.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1997c) **Bacillariophyceae 3.Teil Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae.** Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/3, 576p. Gustav Fischer.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1997d) **Bacillariophyceae 4.Teil Achnantheaceae.** Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4, 436p. Gustav Fischer.
- KREBS, C.H. (1985) **Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance.** 3<sup>o</sup>ed. New York, Harper & Row, 312 p.
- KRIENITZ, L.; KASPRZAK, P. & KOSCHEL, R. (1996) Long term study on the influence of eutrophication, restoration and biomanipulation on the structure and development of

- phytoplankton communities in Feldberg Haussee (Baltic Lake District, Germany). **Hydrobiologia**, **330**: 89-110.
- KROMPKAMP, J.C.; KONOPKA, A. & MUR, L.R. (1988) Buoyancy regulation in light-limited continuous cultures of *Microcystis aeruginosa*. **J. Plankt. Res.**, **10**:171-83.
- LEITE, C.R. (1974) **Contribuição ao conhecimento das Chlorococcales (CHLOROPHYCEAE) planctônicas do Parque Estadual das fontes do Ipiranga, São Paulo, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Univ. de São Paulo, Inst. de Biociências.
- LEITE, C.R. (1979) **Chlorococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil.** Dissertação de Doutorado. Inst. De Biociências, USP, 407p.
- LEITE, M.A. (1998) **Variação espacial e temporal da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (Americana – SP) e sua influência sobre as características limnológicas do sistema.** São Carlos, 170p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, USP.
- LEITE, M.A. & ESPÍNDOLA, E.L.G. (1997) **Estudo comparativo da taxa de sedimentação no reservatório de Salto Grande (S.P.) nos períodos seco e chuvoso.** Resumos. VI Congresso Brasileiro de Limnologia. 22 a 25 de julho, 1997. São Carlos.p.250.
- LEMOS, M.M.G.; BEYRUTH, Z. & CARVALHO, M.C. (1993) Aspectos do fitoplâncton da represa nova do Horto do Sumaré, SP, 1988/91. **Rev. DAE - SABESP**, **174**:1-9.
- LEVINS, R. (1979) Coexistence in a variable environment. **Am. Nat.**, **114**:765-83.
- LEWIS JR., W.M. (1976) Surface/volume ratio: implications for phytoplankton morphology. **Science**, **192**:885-87.

- LEWIS JR., W.M. & WEIBEZHAN, F. (1976) Chemistry, energy and community structure in some Venezuelan fresh waters. **Arch. Hydrobiol.**, 50(Suppl.): 145-207.
- LEWIS JR., W.M. (1978a) Dynamics and succession of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Phillipines. **J. Ecol**, 66: 849-880.
- LEWIS JR., W.M. (1978b) Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. **Amer. Natur.**, 112; 401-414.
- LEWIS JR., W.M. (1978c) A compositional, phytogeographical, and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake: Lake Lanao, Phillipines. **J. Ecol.**, 66: 213-226.
- LEWIS JR., W.M. (1984) Phytoplankton succession in Lake Valencia, Venezuela. **Limnol. Oceanogr.**, 28: 273-286.
- LEWIS JR., W.M. & RIEHL, W. (1982) Phytoplankton composition and morphology in Lake Valencia, Venezuela. **Int. Rev. ges Hydrobiol.** 67: 297-322.
- LOBO, E. & LEIGHTON, G. (1986) Estruturas comunitárias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. **Rev. Biol. Mar**, Valparaíso, v. 22, n. 1, p. 1-29.
- LIND, O.T. (1984) Patterns of phytoplankton populations and their relationships to trophic state in an elongate reservoir. **Ver. Internat. Limnol.**, 22:1465-69.
- LUND, J.W.G. (1978) Changes in the phytoplankton of an English lake, 1945-1977. **Hydrobiol.**, 14: 6-21.
- MACARTHUR, L. (1960) On the relative abundance of species. **Am. Nat.**, 94:25-36.

- MACARTHUR, R.H. & WILSON, E.O. (1967) **The theory of island biogeography**. Princeton Univ. Press, New Jersey.
- MANZI, M.M. (1994) **Dinâmica da comunidade fitoplanctônica de um pequeno reservatório raso densamente colonizado por macrófitas aquáticas submersas (açude do Jacaré, Mogi-Guaçu, SP, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, USP.
- MARGALEF, R. (1960) Ideas for a synthetic approach to the ecology of running waters. **Internationale Revue des Gesamten Hydrobiologie**, 45: 133-53.
- MARGALEF, R. (1961) Communication of structure in planktonic populations. **Limnol. Oceanogr.**, 6:124-128.
- MARGALEF, R. (1968) **Perspectives on ecological theory**. Chicago Series in Biology, Univ. of Chicago, 111p.
- MARGALEF, R. (1975) Typology of reservoirs. **Verh. Int. Verein. Limnol.**, 19: 1841-48.
- MARGALEF, R. (1978) Life-forms of phytoplankton as survival alternatives in an instable environment. **Oceanol. Acta**, 1(4):493-509.
- MARGALEF, R. (1983) **Limnologia**. Ed. Omega, Barcelona. 1010p.
- MARGALEF, R. (1991) **Ecologia**. Ed. Omega, Barcelona.
- MAYR, E. (1997) **This is Biology**. The Belknap Press, Harvard Univ. Press, USA, 327p.
- MEDAGLIA, C.G.; L.W. AGUIAR & M.C. REAL (1974) Utilização de bactérias e diatomáceas como indicadores biológicos de poluição em um curso d'água. **Iheringia – Botânica**, 19:11-24.

- MENEZES, M. (1994) **Fitoflagelados de quatro corpos d'água da região sul do município do Rio de Janeiro, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação de Doutorado, Inst. De Biociências, USP, 2 v..
- MINOTI, R.T. (1999) **Variação anual da produção primária e estrutura da comunidade fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana – S.P.)**. Dissertação de Mestrado. USP –Escola de Engenharia de São Carlos, 142p.
- MITCHELL, D.S.; PIETERSE, A.H. & MURPHY, K.J. (1990) Aquatic plant and management in Africa. *In*: PIETERSE, A.H. & MURPHY, K.J. (eds.) **AQUATIC WEEDS**, Oxford , OUP, p.34-54.
- MORAES, J.M.; GENOVEZ, A.M.; MORTATTI, J.; BALLESTER, M.V.; KRUSCH, A.V.; MARTINELLI, L.A. & VICTORIA, R.L. (1997) Análise da intervenção das séries temporais de vazão dos principais rios da bacia do Rio Piracicaba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2 (2).
- MOSS, B. (1973) Diversity in freshwater phytoplankton. **Amer. Midland. Natur.**, 90: 341-355.
- MOSS, B. (1988) **Ecology of Freshwaters. Man and medium**. 2nd ed., Oxford, Blackwell Sci. Publ., 417p.
- NOGUEIRA, F.M.B. (1989) **Importância das macrófitas aquáticas *Eichhornia azurea* e *Scirpus cubensis* na ciclagem de nutrientes e nas principais características limnológicas da lagoa do infernã (S.P.)**. São Carlos. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de São Carlos. Depto. de Ciências Biológicas, 147p.

- O'BRIEN, W.J. (1972) Limiting factors in phytoplankton algae: their meaning and measurement. **Science**, **178**:616-17.
- ODUM, E.P. (1969) The strategy of ecosystem development. **Science**, **164**:262-270.
- ODUM, E.P. (1971) **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbekian. Lisboa, p.
- OLRIK, K. (1994) **Phytoplankton ecology**. Denmark, Danish Environmental Protection Agency, 183p.
- PADISÁK, J. (1992) Seasonal succession of phytoplankton in a shallow lake (Balaton, Hungary) – a dynamic approach to ecological memory, its possible role and mechanisms. **Jour. Ecol.**, **80**: 217-30.
- PADISÁK, J. (1994) Identification of relevant time-scales in non-equilibrium community dynamics: conclusions from phytoplankton surveys.
- PADISÁK, J. (1997) *Cylindrospermopsis raciborskii* (Woloszynska) Seenaya et Subba Raju, an expanding, highly adaptative cyanobacterium: worldwide distribution and review of its ecology. **Arch. Hydrobiol./Suppl.** **107**: 563-93.
- PADISÁK, J. & REYNOLDS, C.S. (1998) Selection of phytoplankton associations in Lake Balaton, Hungary, in response to eutrophication and restoration measures, with special reference to the cyanoprokaryotes. **Hydrobiologia**, **384**:41-53.
- PADISÁK, J.; C.S. REYNOLDS & U. SOMMER (1993) Intermediate disturbance in Phytoplankton Ecology. **Developments in Hydrobiology**, **81** Kluwer Acad. Publ. Dordrecht, Boston, London, 199pp.

- PAERL, H.W. (1986) Freshwater blue-green algal ecology. *In*: SANDGEEN, D. Ed. **Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 442p.
- PALOMBO, C.R. & PEREIRA, M.D.B. (1992) Monitoramento de plantas aquáticas por satélite. **Ambiente, CETESB**, v. 6, n.1, p. 49-54.
- PAMPLIN, P.A.Z.; RIETZLER, A.C. & CALIJURI, M.C. (1997) **Levantamento preliminar da fauna bentônica do reservatório de Salto Grande (Americana - S.P.)** Resumos. VI Congresso Brasileiro de Limnologia. 22 a 25 de julho, 1997. São Carlos.p.358.
- PASCHER, A. (1932) **Süßwasser-Flora Mitteleuropa, heft 4: Volvocales**. Gustav Fischer, 506p.
- PAYNE, A.I. (1986) **The ecology of tropical lakes and rivers**. John Wiley & Sons, New York.
- PESSON, P. (1979) **La contaminación de las aguas continentales**. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 355p.
- PETERSEN, R. (1975) The paradox of the plankton: na equilibrium hypothesis. **Am. Nat.**, 109:35-49.
- PHILLIPS, G.L.; EMINSON, D.F. & MOSS, B. (1978) A mechanism to account for macrophyte decline in progressively eutrophicated freshwaters. **Aquat. Bot.**, 4:103-26.
- PHLIPS, E.J.; ZIMBA, P.V.; HOPSON, M.S. & CRISMAN, T.L. (1993) Dynamics of the plankton community in submerged dominated region of Lake Okeechobee, Florida, USA. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 25:423-26.

- PHILLIPOSE, M.T. (1967) **Chlorococcales** – Indian Council of Agricultural Research. India: New Delhi.
- PIANKA, E.R. (1970) On r and K selection. **Am. Nat.**, **104**: 592-97.
- PINTO-COELHO, R.M. & GIANI, A. (1985) Variações sazonais do fitoplâncton e fatores físico-químicos da água no reservatório do Paranoá, Brasília, DF. **Ciência e Cultura**, **37(2)**:2000-2006.
- POLLINGHER, U. (1986) Phytoplankton periodicity in a subtropical lake (Lake Kinneret, Israel). **Hydrobiologia**, **138**: 127-1138.
- PRESCOTT, G.W. (19 ) **Algae of the Western Great Lakes Area**. Dubuque (Iowa): W.M.C. Brown Company Publ..
- PRICE, P.W. (1984) **Alternative paradigms in community ecology**. *In*: P.W. Price, C.N. Slobodchikoff & W.S. Gaud (eds.). *A new ecology: novel approaches to interactive systems*. Wiley-Interscience, New york:353-383.
- RAO, S.S. & BUKATA, R.P. (1977) The delineation of a plume by the study of bacterial populations. **J. Appl. Bacter.**, **43**:61-6.
- REYNOLDS, C.S (1980) Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. **Holarc. Ecol.**,**3**: 141-59.
- REYNOLDS, C.S. & BELLINGER, E.G. (1992) Patterns of abundance and dominance of the phytoplankton of Rostherne Mere, England: evidence from an 18 year data set. **Aquat. Sci.**, **54**: 10-36.

- REYNOLDS, C.S. & GLAISTER, M.S. (1993) Spatial and temporal changes in phytoplankton abundance in the upper and middle reaches of the river Severn. **Large Rivers**.
- REYNOLDS, C.S. (1984) Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. **Freshwater Biology**, **14**: 111-142.
- REYNOLDS, C.S. (1987) The response of phytoplankton communities to changing lake environments. **Schweiz. Z. Hydrobiol. Beich. Ergeb. Limn.**, **33**: 677-678.
- REYNOLDS, C.S. (1988) Functional morphology and the adaptative strategies of freshwater phytoplankton. *In*: C.D. SANDGREEN (ed.), **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge Univ. Press, Cambridge:388-433.
- REYNOLDS, C.S. (1993) **The ecology of freshwater phytoplankton**. Cambridge Studies in ecology. Cambridge Univ. Press, p.
- REYNOLDS, C.S. (1996) Algae. *In*: Petts, G. & Calow, P. (eds.) **River Biota: Diversity and Dynamics**. Blackwell Science, 257p.
- REYNOLDS, C.S. (1997) **Vegetation process in the pelagic: a model for ecosystem theory**. Ecology Institute, Germany. 371p.
- REYNOLDS, C.S.; JAWORSKI, G.H.M.; CMIECH, H.A. & LEEDALE, G.F. (1981) On the annual cycle of the blue-green alga *Microcystis aeruginosa* Kütz, emend. Elenkin. **Philos. Trans. R. Soc. Lond.**, Ser. B, **293**(1068):419-477.
- REYNOLDS, C.S. & WALSBY, A.E. (1975) Water blooms. **Biol. Rev.**, **50**: 437-81.

- RICHERSON, P.; ARMSTRONG, R. & C.R. GOLDMAN (1970) Contemporaneous disequilibrium, a new hypothesis to explain the "paradox of the plankton". *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 67:1710-14.
- RIOS, L. (1999) **Distribuição espaço-temporal e balanço de massa de fósforo na represa de Salto Grande – Americana (SP).** São Carlos, Tese (Doutorado) EESC, USP, 152p.
- ROBARTS, R.D. & ZOHARY, T. (1984) *Microcystis aeruginosa* and underwater light attenuation in a hypertrophic lake (Hartbeespoort dam, South Africa). *Journal of Ecology*, 72: 1001-17.
- ROCHA, A.A. (1972) **Estudo sobre a fauna bentônica da Represa de Americana no Estado de São Paulo.** Dissertação de Mestrado.
- ROCHA, A.A. & BRANCO, S.M. (1986) A eutrofização e suas implicações na ciclagem de nutrientes. *Acta Limnol. Brasil.*,1:201-242.
- ROCHA, A.A.; BRANCO, W.C.; KAWAI, H. & FUKUDA, F. (1971) Estudo das condições sanitárias da Represa de Americana. *Revta. D. A. E.*, 31 (79): 369-378.
- ROCHA, A.A.; BRANCO, W.C.; KAWAI, H. (1972) **Capacidade auto depuradora da Represa de Americana.** XIII Congr. Interamer. Ingen. Sanit, Paraguay, p.1-27.
- ROCHA, A.A. (1992) **Algae as biological indicators of water pollution**, p. 34-52. *In:* CORDEIRO-MARINO, M.; AZEVEDO, M.T.; SANT'ANNA, C.L.; TOMITA, N.Y. & PLASTINO, E.M. (eds.) *Algae and Environment: a general approach.* SBFic/CETESB.
- ROJO, C. & ALVAREZ-COBELAS, M. (1993) Taxonomy and ecology of phytoplankton in a hypertrophic gravel-pit lake, 2: Cryptophyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae. *Nova Hedwigia*, 57: 47-63.

- ROMANINI, P.U. (1989) **Distribuição e ecologia alimentar de peixes no reservatório de Americana, São Paulo**. 2Vs.. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, USP.
- ROSÉN, G. (1981) Phytoplankton indicators and their relations to certain chemical and physical factors. *Limnol.* (Berlin), **13**(2): 263-290.
- SALAS, H.J. & MARTINO, P. (1988) **Desarrollo de Metodologias Simplificadas para la Evaluación de Eutroficación em lagos calidos tropicales**. *In: Memoria del IV Encuentro del Proyecto Regional CEPIS – OPS*.
- SANDGREEN, D. (1986) **Growth and Reproductive Strategies of Freshwater Phytoplankton**. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 442p.
- SAND-JENSEN, K. & BORUM, J. (1991) Interactions among phytoplankton, periphyton and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. *Aquat. Bot.*, **41**(1-3):137-176.
- SANT'ANNA, C.L.; SORMUS, L. TUCCI, A. & AZEVEDO, M.T.P. (1997) Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP. *Hoenea*, **24**:67-86.
- SCOTT, J.T.; MEYER, G.E.; STEWART, R. & WALTHER, E.G. (1969) On the mechanism of Langmuir circulations and their role in epilimnion mixing. *Limnol. and Oceanogr.*, **14**:493-503.
- SHANNON, C.R. & WEAVER, W. (1949) **The mathematical theory of communication**. Urbana Univ., Illinois, p. 117-27.
- SHAPIRO, J. (1973) Blue-green algae: why they become dominant? *Science*, **179**: 382-84.
- SHAPIRO, J.; V. LAMARRA & M. LYNCH (1975) Biomanipulation. An Ecosystem Approach to Lake Restoration. *In: BREZONIK, P.L. & FOX, J.L. (Eds.), Symposium on water quality management through biological control*, Univ. of Florida, 251p.

- SHAPIRO, J. (1984) Blue-green dominance in lakes: the role and management significance of pH and CO<sub>2</sub>. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 69:765-80.
- SHIMIZU, G.Y. (1978) **Represa de Americana: aspectos do bentos litoral**. Dissertação de Mestrado. Inst. de Biociências, USP, 148p.
- SHIMIZU, G.Y. (1981) **Represa de Americana: um estudo de distribuição batimétrica da fauna bentônica**. Dissertação de Doutorado. Inst. de Biociências, USP.
- SIEGEL, S. (1975) **Estatística não paramétrica**. McGraw Hill Inc., São Paulo.
- SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo (1994) **Bacia do Rio Piracicaba – estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água**. Secretaria do Meio Ambiente, 84p.
- SOMMER, U. (1981) The role of r and K selection in the succession of phytoplankton in Lake Constance. *Acta Oecol.*, 4:327-342.
- SOMMER, U. (1984) The periodicity of phytoplankton in Lake Constance (Bodense) in comparison to other deep lakes of Central Europe. *Hydrobiol.*, 138:1-7.
- SOMMER, U. (1985) Comparison between steady state and non-steady state competition: experiments with natural phytoplankton. *Limnol. Oceanogr.*, 30:337-48.
- SOMMER, U. (1989) **Plankton ecology: succession in plankton communities**. Berlin, Springer Verlag, 369p.
- SOMMER, U.; GLIWICS, Z.M.; LAMPERT, W. & DUNCAN, A. (1986) The PEG model of seasonal succession of planktonic events in freshwater. *Arch. Hydrobiol.*, 106:433-71.

- SOMMER, U.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C.S. & JUHÁSZ-NAGY, P. (1993) Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiol.**, 249(Dev. Hydrobiol 81):1-8.
- SOURNIA, A. (1982) Form and function in marine phytoplankton. **Biol. Rev.**, 57:347-394.
- SOUSA, W.P. (1984) The role of disturbance in natural communities. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, 15: 353-391.
- STEWART, A.J. & WETZEL, R.G. (1986) Cryptophytes and other microflagellates as couplers in planktonic community dynamics. **Arch. Hydrobiol.**, 106:1-19.
- STRIXINO, G.B.M.A.(1971) **Ensaio para um estudo ecológico da macrofauna de fundo na represa de Americana, Estado de São Paulo**, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Inst. de Biociências, USP.42p.
- TALLING, J.F. (1957) Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African waters. **Proc. R. Soc. B.**, 147:57-83.
- TALLING, J.F. (1969) The incidence of vertical mixing, and some biological and chemical consequences, in tropical African lakes. **Verh. Int. Ver. Limnol.**, 17:998-1012.
- TALLING, J.F. (1976) The depletion of carbon dioxide from lake water by phytoplankton. **Journal of Ecology**, 64:79-121.
- TALLING, J.F.; WOOD, R.B.; PROSSER, M.V. & BAXTER, R.M. (1973) The upper limit of photosynthetic productivity by phytoplankton: evidence from Ethiopian soda lakes. **Freshwater Biol.**, 3:53-76.
- TALLING, J.F. (1987) The phytoplankton of Lake Victoria (East Africa). **Arch. Hydrobiol. Beih.**,25: 229-94.

- TEIXEIRA, D. (1997) **Valoração e avaliação da qualidade da água de um sistema eutrofizado (Represa de Salto Grande), município de Americana – S.P.. São Carlos, 39p.** Exame de qualificação (Doutorado) – USP, Escola de Engenharia de São Carlos.
- TELL, G. & CONFORTI, V. (1986) Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. **BIBLIOTECA PHYCOLOGICA**, hand 75. J. Cramer, Berlin-Stuttgart, 301p.
- TER BRAAK, C.J. (1986) Canonical correspondance analysis: a new eigen vector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecol**, **67(5)**: 1167-79.
- TER BRAAK, C.J. (1987) Chap. V. Ordination. *In*: JONGMAN, R.H.G.; TER BRAAK, C.J.F. & VAN TON GEREN, O.F.R. (Eds.). **Data analysis in community and landscape ecology**. Pudoc, Wageningen.
- TER BRAAK, C.J. (1988) CANOCO – a Fortran program for canonical correspondance analysis, principal component analysis and redundancy analysis. Ver.2.1. Report. Agriculture, Mathematics Group. **Technical Report: LWA 88-02**.
- THORNTON, K.W.; B.L. KIMMEL & F.F. PAYNE (Eds.) **Reservoir Limnology: ecological perspectives**. Wiley, New York, 246p. (1990).
- TILMAN, D. (1985) The resource ratio hypothesis of plant succession. **Amer. Natur.**, **125(6)**:827-852
- TILMAN, D.; KILHAM, S.S. & KILHAM, P. (1982) Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. **Ann. Ver. Ecol Syst.**, **13**:349-72
- TRYFON, E.; MOUSTAKA-GAUNI, M.; NIKOLAIDS, G. & TSEKOS, J. (1994) Phytoplankton and physical-chemical features of the shallow Lake Mikri Prespia, Macedonia, Greece. **Arch. Hydrobiol.**, **131**:477-94.

- TROPMAIR, H. (1975) Regiões ecológicas do estado de São Paulo. **Biogeogr.**, Inst. Geogr. Univ. S. Paulo, **10**:1-24.
- TUNDISI, J.G. (1984) "Estratificação Hidráulica" em reservatórios e suas consequências ecológicas. **Ciência e Cultura**, **36**(9):1489-1496.
- TUNDISI, J.G. (1990) Distribuição espacial, sequência temporal e ciclo sazonal do fitoplâncton em represas: fatores limitantes e controladores. **Rev. Brasil. Biol.**, **50** (4): 937-955.
- TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; HENRY, R.; ROCHA, O. & HINO, K. (1988) *In*:Tundisi, J.G. (ed.) **Limnologia e manejo de represas. Série: Monografias em Limnologia**, v. 1, Tomo I. São Carlos: USP (EESC-CRHEA).
- VAN WINKLE, W.; C.C. COUTANT; J.W. ELWOOD; S.G. HILDEBRAND; J.S. MATTICE & R.B. MCLEAN (1981) Comparative reservoir research at Oak Ridge National Laboratory, p. 1432-47. *In*: H.G. STEFAN (Ed.) **Proceedings of the Symposium on surface water impoundments**. Am. Soc. Civil Engr., New York.
- WADE, P.M. (1990) Physical control of aquatic weeds. *In*: PIETERSE, A.H. & MURPHY, K.J. (eds.) **AQUATIC WEEDS**, Oxford, OUP, p.93-135.
- WALKER, K.F. & J. HILLMAN (1982) Phosphorus and nitrogen loads in waters associated with the river Murray near Albury-Wodonga and their effects on phytoplankton populations. **Aust. J. Mar. Fresh. Res.**, **33**: 223-243.
- WEBSTER, K.E. & PETERS, R.H. (1981) Some size dependent inhibitions of larger cladoceran filterers in filamentous suspensions. **Limnol. Oceanogr.**, **23**: 1238-45.

- WETZEL, R.G. (1983) **Limnology**. 2<sup>nd</sup>. Edition. W.B. Saunders College Publishing, Philadelphia, P.A.. 860 pp.
- WHITTON, B.A. (1973) **Interactions with other organisms**. In: CARR, N.G. & WHITTON, B.A. (eds.). *The biology of blue-green algae*, p. 415-433.
- WILSON, J.B. (1990) Mechanisms of species coexistence: twelve explanations for Hutchinson's paradox of the plankton: evidence from New Zealand plant communities. **New Zealand J. Ecol.**, 13:17-42.
- WINNER, R.W. (1972) An evaluation of certain indices of eutrophy and maturity in lakes. **Hydrobiologia**, 40: 225-45.
- WIUM-ANDERSEN, S.; ANTHONI, U.; CHRISTOPHERSEN, C. & HONEN, G. (1982) Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). **Oikos**, 39:187-90.
- YODZIS, P. (1986) Competition, mortality and community structure. In: DIAMOND, J.M. & CASE, T.J.(eds). **Community ecology**. New York, Harper & Row, p. 480-91.
- ZAGATO, P. ARAGÃO, M.A.; CARVALHO, M.C. & RIBEIRO DE SOUZA, R.C. (1997) **Manual de orientação em casos de florações de algas tóxicas: um problema ambiental e de saúde pública**. CETESB, 20p.
- ZAGO, M.S.A. (1972) **Os Cladocera planctônicos e aspectos da eutrofização da represa de Americana. A ciclomorfose em *Daphnia gessneri* HERBST, 1967**. Dissertação (Doutorado). Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências.

- ZALOCAR DE DOMITROVIC, Y.; ASSELBORN, V.M. & CASCO, S.L. (1988)  
Variaciones espaciales y temporales Del fitoplancton en un lago subtropical de Argentina.  
*Rev. Brasil. Biol.*, 58(3):359-82.
- ZAR, J.H. (1996) **Biostatistical analysis**. Prentice-Hall Inc., London, 662 p.
- ZOHARY, T. & ROBARTS, R. D. (1989) Diurnal mixed layers and the long term dominance  
of *Microcystis aeruginosa*. *Water Res.*, 11:25-48.

**TABELA 6.1** Dados de nutrientes obtidos por Minoti, 1999 (região da Praia dos Namorados), mensais, no período de agosto de 1995 a julho de 1996.

	08/08/95	13/09/95	11/10/95	09/11/95	15/12/95	08/01/96	08/02/96	13/03/96	10/06/96	02/07/96
fosfato inorg. ( $\mu\text{g/L}$ )	67,25	192,97	219,5	182,8	36,4	198,89	254,4	160,53	68,33	108,21
Nitrato( $\mu\text{g/L}$ )	861	6238	2858	3966	4102	9836	7690	4488	1193	4872
Nitrito( $\mu\text{g/L}$ )	584,39	653,31	646,83	529,5	854,6	716,62	617,91	714,18	1086,05	834,7
Amônio( $\mu\text{g/L}$ )	68,24	25,37	78,7	56,03	77,4	73,35	38,9	12,42	27,83	50,75

**TABELA 6.2** Dados de nutrientes obtidos por Rios, 1999 (regiões da Praia Azul e da Praia dos Namorados), mensais, no período de agosto de 1996 a julho de 1997.

	21/08/96	18/09/96	22/10/96	26/11/96	18/12/96	22/01/97	19/02/97	21/05/97	24/06/97	16/07/97
EST. 3 - (Praia Azul)										
fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )	123,91	81,5	78,63	73,01	103,93	151,04	151,07	107,85	73,75	127,94
fosfato orgânico( $\mu\text{g/L}$ )	29,92	29,62	25,86	18,25	25,16	29,96	33,24	12,41	16,02	28,56
fosfato inorg. dissolvic	23,77	15,68	25,64	23,07	32,73	22,25	58,75	15,02	28,07	22,05
EST. 5 - (Praia dos Namorados)										
fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )	67,2	58,13	55,27	78,63	52,21	68,71	92,28	39,41	42,73	49,77
fosfato orgânico( $\mu\text{g/L}$ )	9,82	13,75	6,36	9,17	9,44	21,45	33,16	7,67	5,79	5,36
fosfato inorg. dissolvic	17,44	4,75	23,46	21,09	18,82	9,28	38,97	4,96	17,99	21,19

**TABELA 6.3** Dados de nutrientes obtidos por Deberdt, 1997 (região da Praia dos Namorados) no período de agosto de 1995 a janeiro de 1996.

	07/08/95	08/08/95	09/08/95	10/08/95	11/08/95	12/08/95	08/01/96	09/01/96	10/01/96	11/01/96	12/01/96	13/01/96
fosfato total( $\mu\text{g/L}$ )	19,6	16,38	16,07	16,69	15,46	17,4	47,48	59,58	59,19	80,13	79,49	81,32
fósforo org. total ( $\mu\text{g/L}$ )	71,72	66,61	64,42	84,49	45,44	47,63	299,79	163,21	210,56	257,82	266,64	259,51
fosfato inorg. ( $\mu\text{g/L}$ )	14,76	12,34	11,91	12,19	11,34	12,6	17,06	33,65	25,3	32,3	41,43	28,65
nitrato( $\mu\text{g/L}$ )	622,32	548,82	621,36	613,6	599,47	599,5	688,28	623,14	625,97	598,21	590,63	537,21
nitrito( $\mu\text{g/L}$ )	78,06	68,48	80,15	78,51	73,46	76,8	73,09	59	57,71	56,27	52,73	49,74
amônio( $\mu\text{g/L}$ )	339,85	146,66	140,3	132,12	93,03	198,5	235,19	449,42	388,19	206,35	198,93	139,07
nitrogênio orgânico( $\mu\text{g/L}$ )	1175	821	867	1147	699	597	10498	3471	5692	5020	1371	2482

**TABELA 6.4** Dados de nutrientes obtidos por Bitar, 1998, mensais, do período de agosto de 1996 a janeiro de 1997

	Ago/96	Set/96	Out/96	Nov/96	Dez/96	Jan/97
<b>a montante do reservatório (Rio Atibaia)</b>						
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	1301,8	1409,2	1555,6	1073,1	1046,4	898,93
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	244,14	221,05	305,86	173,31	168,98	127,17
amônia ( $\mu\text{g/L}$ )	2105,2	1273,1	1227,4	749,82	464,26	523,05
<b>a jusante do reservatório</b>						
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	1300,2	946,48	1011,3	913,7	817,26	835,66
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	120,76	160,39	130,09	78,65	99,4	53,13
amônia ( $\mu\text{g/L}$ )	488,24	974,39	447,02	325,98	518,12	391,78

**TABELA 6.5** Dados de nutrientes obtidos por CETESB (1996, 1998a, 1998b), bimestrais, das regiões a montante e a jusante do reservatório Salto Grande, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

	18/01/95	22/03/95	31/05/95	19/07/95	25/09/95	22/11/95	03/01/96	27/03/96	17/07/96	11/09/96	27/11/96	Feb-97	1-Mar-97	1-Ma-97	Jul-97	Set-97	Nov-97	
<b>a montante do reservatório</b>																		
nitrogênio total (mg/L)	1,78	1,96	2,96	1,33	2,52	2,57	1	1,62	2,9	1,56	2,92	3,2	1,26	1,68	1,67	1,65	1,85	0,75
nitrito (mg/L)	0,19	0,36	0,92	0,4	0,56	0,32	0,44	0,31	0,21	0,67	0,19	0,49	0,2	0,34	0,31	0,3	0,48	0,25
nitrito (mg/L)	0,024	0,148	0,196	0,255	0,2	0,065	0,05	0,097	0,128	0,086	0,096	0,21	0,013	0,039	0,057	0,047	0,065	0,012
nitrogênio amoniacal	0,66	0,7	0,59	1,24	0,33	0,7	0,33	0,31	1,61	0,22	0,69	1	0,28	0,41	0,86	0,61	0,63	0,08
nitrogênio Kjeldahl (n)	1,57	1,45	1,84	1,34	1,77	1,6	0,51	1,21	2,56	0,8	2,63	2,5	1,05	1,3	1,3	1,3	1,3	0,49
fósforo total (mg/L)	0,163	0,298	0,243	0,243	0,204	0,54	0,278	0,24	0,208	0,077	0,535	0,204	0,137	0,111	0,154	0,143	0,13	0,08
<b>a jusante do reservatório</b>																		
nitrogênio total (mg/L)	1,48	1,16	1,57	1,26	2,21	1,46	1	1,17	1,46	1,28	1,7	1,73	1,34	1,36	1,66	1,96	2,9	1,61
nitrito (mg/L)	0,58	0,45	0,75	0,46	0,73	0,54	0,38	0,28	0,43	0,55	0,28	0,48	0,28	0,49	0,81	0,69	0,82	0,17
nitrito (mg/L)	0,041	0,076	0,062	0,071	0,05	0,044	0,032	0,015	0,235	0,058	0,072	0,05	0,029	0,03	0,186	0,063	0,077	0,036
nitrogênio amoniacal	0,08	0,13	0,39	0,11	0,07	0,18	0,18	0,28	0,25	0,35	0,45	0,27	0,07	0,15	0,19	0,45	0,62	0,82
nitrogênio Kjeldahl (n)	0,86	0,63	0,76	0,75	1,43	0,88	0,59	0,88	0,8	0,67	1,35	1,2	1,03	0,84	0,66	1,2	2	1,4
fósforo total (mg/L)	0,116	0,123	0,156	0,098	0,049	0,059	0,127	0,065	0,016	0,026	0,114	0,127	0,092	0,114	0,089	0,077	0,095	0,155

**TABELA 6.6** Dados de nutrientes obtidos por Costa, 1997 (regiões da Praia Azul e da Praia dos Namorados), mensais, no período de outubro de 1996 a março de 1997.

	08/10/96	29/10/96	12/11/96	25/11/96	10/12/96	09/01/97	21/01/97	04/02/97	18/02/97	04/03/97	18/03/97
<b>P1 - Praia Azul</b>											
fósforo total dissolvido ( $\mu\text{g/L}$ )	30,92	51,37	48,12	60,12	60,37	48,12	48,24	94,47	56,28	70,36	90,07
ortofósforo dissolvido ( $\mu\text{g/L}$ )	12,32	31,16	39,99	13,52	32,17	52,91	35,18	29,39	27,18	29,31	45,06
fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )	198,71	208,57	227,13	272,1	181,97	216,31	210,71	216,39	228,32	241,79	243,91
amônio ( $\mu\text{g/L}$ )	211,17	313,18	328,29	314,13	394,17	201,06	366,17	219,18	227,16	331,47	295,72
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	641,18	761,15	322,18	538,71	765,92	442,19	561,91	590,32	615,17	808,92	710,11
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	62,17	57,17	58,42	61,71	59,41	64,12	61,12	59,91	61,18	60,02	64,19
<b>P2 - Praia dos Namorados</b>											
fósforo total dissolvido ( $\mu\text{g/L}$ )	65,76	63,49	61,18	80,47	54,14	65,19	60,09	56,18	51,15	53,37	60,19
ortofósforo dissolvido ( $\mu\text{g/L}$ )	32,11	20,9	22,72	26,13	30,07	38,07	30,93	41,02	33,41	23,13	32,07
fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )	237,12	251,42	240,11	257,93	262,42	211,46	216,98	229,71	243,38	236,29	219,39
amônio ( $\mu\text{g/L}$ )	265,61	276,41	304,16	294,41	261,34	109,48	301,31	250,17	271,93	241,17	274,6
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	681,14	637,91	592,66	614,16	614,33	632,13	654,15	627,31	594,14	597,21	619,32
nitrito ( $\mu\text{g/L}$ )	58,13	60,11	61,18	63,12	59,97	64,08	66,19	58,91	63,61	62,19	62,41

TABELA 6.7 Lista dos táxons fitoplanctônicos registrados no Reservatório Salto Grande, no período de fevereiro de 1995 a dezembro de 1997.

## CYANOPHYCEAE

- 
- Anabaena cf. smithii* (Kom.) M. Watanabe  
*Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born et Flah.  
*Anabaena crassa* (Lemm.) Kom.-Legn et Cromb.  
*Aphanocapsa delicatissima* W et G.S. West  
*Aphanocapsa elachista* Nägeli  
*Aphanothece* sp.  
 CHROOCOCCACEAE  
*Chroococcus minor* (Kützing) Nägeli  
*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli  
*Chroococcus* sp.  
*Chroococcus turgidus* (Kützing) Nägeli  
*Coelosphaerium evidenter marginatus* Azevedo et Sant'Anna  
*Coelosphaerium kuetzingianum* Nägeli  
*Cyanodictyon planctonicum* Meyer  
*Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenaya et Subba Raju  
*Gloeocapsa* sp.  
*Jaaginema quadripunctulatum* (Bühl et Bisw.) Bühl et Bisw  
*Limnothrix planctonica* (Wolosz.)  
*Limnothrix* sp. Meffert  
*Lynghya hieronymusii* Lemmermann  
*Merismopedia insignis*  
*Merismopedia tenuissima* Lemmermann  
*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing  
*Microcystis cf. lamelliformis* Holsinger  
*Microcystis protocistys* Crow  
 OSCILLATORIALES  
*Planktothrix mougeotii* (Bory ex Gom)  
*Pseudanabaena catenata* Lauterberbornii  
*Pseudanabaena mucicola* (Huber-Pestalozzi & Naumann) Bourrelly  
*Rabdoglea smithii* (R. et F. Chodat) Komárek  
*Radiocystis fernandoi* Komárek & Komarková  
*Radiocystis geminata* Skuja  
*Romeria okensis* Koezwara ex Geitler
-

---

**CYANOPHYCEAE (CONT.)**

*Snowella lacustris* (Chodat) Komárek et Hindak

*Spirulina* sp.

*Synechococcus elongatus* (Nägeli) Nägeli

*Synechococcus* sp. (Nägeli) Nägeli

*Synechocystis* sp. Sauvagean

*Tychonema* cf. *bourrelly* Lund

**CHLOROPHYCEAE**

*Acantosphaera zachariasii* Lemm.

*Actinastrum aciculare* Playf.

*Actinastrum hantzschii* Lagerh.

*Actinastrum* sp.

*Ankistrodesmus bibraianus* (Reinsch) Korsikov

*Ankistrodesmus bernardii*

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs

*Ankistrodesmus fusiformes* Corda

*Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korš.

*Ankistrodesmus* sp.

*Ankyra judayi* (G.M. Smith) Fott

*Botryococcus braunii* Kützing

*Botryococcus terribilis* Komarek

*Carteria* sp.

*Chlamydomonas cylindrica* Chodat.

*Chlamydomonas* sp. 1

*Chlamydomonas* sp. 2

*Chlamydomonas* sp. 3

*Chlorella* sp.

*Chlorella vulgaris* Beij.

*Chlorococcum* sp. Meneghini

*Closteriopsis longissima* (Lemm.) Lemm.

*Closteriopsis* sp. (Lemm.) Lemm. In Brunth

*Coelastrum astroideum* De Not

*Coelastrum microporum* Näg. In A.BR

---

---

**CHLOROPHYCEAE (CONT.)**

- Coelastrum reticulatum* (Dang.) Seun  
*Coenochloris hindakii* Komarek  
*Coenochloris* sp.  
*Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle  
*Crucigenia quadrata* Morr.  
*Crucigenia* sp.  
*Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. & G.S. West  
*Crucigeniella crucifera* (Wolle) Kom.  
*Crucigeniella retangularis*  
*Crucigeniella* sp. Lemm.  
*Desmatractum indutum* (Geitl.) Pascher  
*Diacanthos belenophorus*  
*Dicloster acuatius* Jao et al.  
*Dictyosphaerium ehrebergianum* Näg.  
*Dictyosphaerium pulchellum* Wood  
*Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz var. fallax Komárek  
*Didymocystis fina* Komárek  
*Didymocystis planctonica* Kors  
*Didymogenes anomala* (G.M. Smith) Hind.  
*Dimorphococcus lunatus* A.BR.  
*Elakatothrix* sp.  
*Eudorina elegans* Ehrenberg  
*Eutetramorus fottii* (Hind.) Kom  
*Eutetramorus* sp. Walton  
*Franceia* sp.  
*Golenkinia radiata* Chordat  
*Golenkinia* sp.  
*Gonium multicoccum* Pecoock.  
*Keratococcus bicaudatus* (A.Br.) Boye-Pet.  
*Kirchneriella contorta* (Schmidle) Bohl.  
*Kirchneriella obesa* (W. West) Schmidle  
*Kirchneriella* sp.
-

---

**CHLOROPHYCEAE (CONT.)**

- Lagerheimia* sp.  
*Micractinium bornhemiense* (Onr.) Korsikov  
*Micractinium pusillum* Fresenius  
*Monoraphidium arcuatum*(Korsikov) Hindák  
*Monoraphidium circinale*(Nyg.) Nyg.  
*Monoraphidium contortum* (Thur.)Komárek-Legn.  
*Monoraphidium dybowskii* (Wolosz.) Hindák & Komarek – Legn.  
*Monoraphidium fontinalle* Hindák  
*Monoraphidium griffithii* (Berk.) Komárek – Legn.  
*Monoraphidium komarkovae* Nyg.  
*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárek – Legn.  
*Monoraphidium nanum* (Ettl) Hindák  
*Monoraphidium skujae* Fott  
*Monoraphidium tortile* (W. & G.S. West) Komárek – Legn.  
*Nephrocytium agardhianum* Nägeli  
*Nephrochlamys* sp.  
*Oocystis borgei* Snow  
*Oocystis lacustris* Chod.  
*Oocystis marsonii* Lemmermann  
*Oocystis solitaria* Wittr. in Wittr. et Nordst.  
*Pandorina morum* (O.F. Mueller) Bory  
*Paradoxia multiseta* Svir.  
*Pediastrum biradiatum* Meyen var. longecornutum Gutw.  
*Pediastrum duplex* Meyen  
*Pediastrum simplex* Meyen  
*Pediastrum tetras* (Ehremb.) Ralfs  
*Planktosphaeria* sp. G.M. Smith  
*Polyedriopsis spinulosa* (Schmidle) Schmidle  
*Radiococcus planktonicus* Lund  
*Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat.  
*Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko
-

---

**CHLOROPHYCEAE (CONT.)**

- Scenedesmus bijugatus* Kützing  
*Scenedesmus brasiliensis* Bohl.  
*Scenedesmus denticulatus* Lagerh.  
*Scenedesmus dimorphus* (Turp.) Kützing  
*Scenedesmus dispar* (Bréb.) Rabenh.  
*Scenedesmus ecornis* Meyen  
*Scenedesmus heteracanthus* Guerr.  
*Scenedesmus magnus* Meyen  
*Scenedesmus opoliensis* var. *mononensis* Chod.  
*Scenedesmus producto-capitatus* Schmula  
*Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb.  
*Scenedesmus quadrispina* Chod.  
*Scenedesmus* sp.  
*Scenedesmus spinosus* Chod.  
*Schroederia antillarum* Komárek  
*Schroederia setigera* (Schmd.) Lemm.  
*Sphaerocystis planctonica* (Korš) Bourrelly  
*Sphaerocystis schroeteri* Chodat  
*Spirogyra* sp.  
*Tetrachlorella alternans* (G.M. Smith) Korš.  
*Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg.  
*Tetraedron limneticum* Borge  
*Tetraedron minimum* (A. Br.) Hansg.  
*Tetranephris brasiliensis* Leite et C. Bic.  
*Tetrastrum heteracanthum* (Nordst.) Chod.  
*Tetrastrum punctatum* (Schmidle) Ahlstr. Et Tiff.  
*Torakochloris planctonica* Fott  
*Treubaria setigera* (Arch.) G.M. Smith  
 VOLVOCALES sp. 1  
 VOLVOCALES sp. 2  
 VOLVOCALES sp. 3  
*Westella botryoides* (W. West) De-Wild

**ZYGNEMAPHYCEAE**

- Closterium* cf. *abruptum* West
-

---

**ZYGNEMAPHYCEAE (CONT.)***Closterium aciculare* Tuffen West*Closterium* sp.*Cosmarium* sp.1*Cosmarium* sp.2*Cosmarium* sp.3*Euastrum binale* (Turp.) Ehrenb.*Gonatozygon* cf. *kinahanii* (Arch.) Rabenh.*Mougeotia* sp.*Staurastrum gracillimum* Bohlin*Staurastrum gracile* Ralfs*Staurastrum paradoxum* Meyen*Staurastrum* sp.*Staurodesmus triangularis* (Lagerheim) Teilling**ZYGNEMATALES****BACILLARIOPHYCEAE***Acanthoceras zachariasii* (Brun) Simonsen*Achnantes minutissima* Kützing*Achnantes exigua* Grunow*Achnantes* sp.*Amphipleura pellucida* (Kützing) Kützing*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs. var. *angustissima* O. Mueller*Aulacoseira italica* (Ehrenberg) Simonsen*Aulacoseira* cf. *islandica* (O. Müller) Simonsen*Cocconeis placentula* Ehrenberg*Coscinodiscus* sp.*Cyclotella meneghiniana* Kützing*Cyclotella* sp.*Cyclotella stelligera* Cleve et Grunow (in Van Heurck)*Cymbella* sp.*Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange-Bertalot ex Synedra*Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toi*Melosira varians* Agardh

---

---

**BACILLARIOPHYCEAE (CONT.)**

*Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot

*Navicula lanceolata* (Agardh) Ehrenberg

*Navicula* sp.

*Nitzschia palea* (Kützing) W.

*Nitzschia* sp.

*Pinnularia interrupta* W. Smith

*Rhizosolenia* sp.

*Synedra* sp.

*Stephanodiscus* sp. Ehrenberg

**CHRYSOPHYCEAE**

*Chrysococcus* sp. Klebs.

*Dinobryon divergens* Imhoff

*Dinobryon* sp.

*Mallomonas* sp. Perty

**OCHROMONADALES**

*Synura* cf. *petersenii* Korsikov

**CRYPTOPHYCEAE**

*Chroomonas nordstedtii* Hansgirg

*Cryptomonas brasiliensis* Castro, Bicudo et Bicudo

*Cryptomonas erosa* Ehrenberg

*Cryptomonas marssonii* Skuja

*Cryptomonas obovata* Pascher

**DINOPHYCEAE**

*Gonyaulax* sp.

*Gymnodinium* sp.

*Peridinium* sp.

*Peridinium volzii* Lemmermann

**PERIDINIALES**

---

---

## EUGLENOPHYCEAE

*Euglena acus* Ehrenberg

*Euglena ehrenbergii* Klebs.

*Euglena* sp.

*Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann

*Lepocinclis* sp.

*Phacus longicauda* (Ehrenberg) Dujardin

*Phacus* sp.

*Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov

*Strombomonas* sp.

*Trachelomonas bacillifera* Playfair

*Trachelomonas hispida* (Perty) Stein emend. Deflandre

*Trachelomonas* cf. *verrucosa*

*Trachelomonas* sp.

*Trachelomonas volvocina* Ehrenberg

*Trachelomonas volvocinopsis*

## XANTOPHYCEAE

*Goniochloris mutica* (A. Braun) Lemmermann

*Isthmochloron lobulatum* (Nägeli) Skuja

*Tetradiella spinigera* Skuja

*Tetraplektron* sp.

*Tetraplektron torsum* (Skuja) Dedusenko

---

### Características dos principais gêneros e espécies

- Gênero *Microcystis*

O gênero *Microcystis* foi representado pelas espécies *M. aeruginosa* (Kützing) Kützing, *M. cf. lamelliformis* Holsinger e *M. protocystis* Crow.

*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing caracterizou-se por colônias irregulares, borda irregular, com células esparsas em mucilagem ampla em colônias mais velhas, geralmente dispostas a mais de 10  $\mu\text{m}$  da borda da mucilagem, aerótopos conspicuos, diâmetro celular entre 4,5- 6,1  $\mu\text{m}$ . Essa espécie foi a mais abundante do gênero, tanto em densidade quanto em biomassa.

*Microcystis cf. lamelliformis* Holsinger apresentou colônias alongadas, mucilagem escarsa, estreita, dificilmente visível, mesmo com auxílio de nanquim, células geralmente a 1,5  $\mu\text{m}$ , diâmetro celular entre 2,7 – 3,8  $\mu\text{m}$ , com aerótopos facilmente visíveis. O material encontrado difere da descrição original de Hols., pelo formato das colônias, raramente lenticulares, como na descrição original e pelas medidas do diâmetro celular, um pouco menores.

*Microcystis protocystis* Crow apresentou colônias irregulares, mucilagem tênue, células frouxamente agregadas, a menos de 1  $\mu\text{m}$  da borda da mucilagem, com aerótopos. Diâmetro celular, entre 3,8 – 4,9  $\mu\text{m}$ .

- Gênero *Aphanocapsa*

O gênero *Aphanocapsa* apresenta colônias microscópicas, irregulares ou achatadas, usualmente com numerosas células, sem aerótopos e sem envelope gelatinoso individual (Komárek & Anagnostidis, 1999).

*Aphanocapsa delicatissima* West et G.S. West foi a espécie mais freqüente do gênero no reservatório Salto Grande. Esta espécie apresentou colônias irregulares, com células de 0,5 a 0,8  $\mu\text{m}$  de diâmetro.

*Aphanocapsa elachista* Nägeli ocorreu com menos freqüência, diferindo de *A. delicatissima* principalmente pelo tamanho das células, entre 1,2 e 2  $\mu\text{m}$ .

- Gênero *Anabaena*

O gênero *Anabaena* foi representado por *A. cf. smithii* (Kom) M. Watanabe, *A. circinalis* Rabenh. ex Born et Flah e *A. crassa* (Lemm.) Kom.-Legn et Cromb. *Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born et Flah apresenta filamentos enrolados irregularmente, com células de 7-9  $\mu\text{m}$  de comprimento e 7 a 11  $\mu\text{m}$  de largura, com aerótopos, sem mucilagem ou com mucilagem fina.

*Anabaena crassa* (Lemm.) Kom.-Legn et Cro apresenta filamentos espiralados regularmente, células com 8 a 14  $\mu\text{m}$  de comprimento e 11 a 15  $\mu\text{m}$  de largura e mucilagem conspícua.

Durante o período deste estudo não foram observados acinetos ou heterocistos em *Anabaena circinalis* Rabenh. ex Born et Flah e *Anabaena crassa* (Lemm.) Kom.-Legn et Cro. A distinção entre as espécies foi feita com base no tamanho das células e na forma dos filamentos.

- Gênero *Cryptomonas*

*Cryptomonas* são organismos biflagelados, de célula com forma usualmente obovada, às vezes uniforme ou elíptica, freqüentemente mais alargada no ápica e na região posterior. O vestibulo é alargado, continuando em um sulco longitudinal na superfície ventral. A citofaringe também é alargada e bem evidente, atingindo até dois terços do comprimento da célula (MENEZES, 1994).

As diferenças entre espécies estão fundamentadas, entre outras características, no comprimento da citofaringe e número e disposição dos plastídios e dos pirenóides (MENEZES, 1994).

Os gêneros mais freqüentes no Reservatório Salto Grande foram *C. erosa* Ehrenberg, *C. marssonii* Skuja e *C. obovata* Pascher, apontados por MENEZES (1994) como característicos do plâncton de ambientes eutróficos, encontrados entre massas flutuantes de algas filamentosas e macrófitas aquáticas e no sedimento. ROSÉN (1981) relata que este gênero é totalmente eutrófico e seu desenvolvimento foi observado em águas com descargas de esgotos municipais e industriais.

*Cryptomonas erosa* Ehrenberg apresenta células elípticas a oblongas, lados distintamente achatados, margem ventral convexa, reta, pólo anterior truncado-obliquo, porção dorsal freqüentemente com rostro arredondado ou cônico arredondado. Presença de dois plastídios dorsiventrais, citofaringe reta ou oblíqua no sentido dorsal, 0.5 a 0.7 vez. Do comprimento da célula, revestida por 4-5 fileiras de ejectissômios globosos. O comprimento das células variou de 15-23 $\mu$ m e a largura, de 7-12 $\mu$ m. MENEZES (1994) registrou um aumento de indivíduos de dimensões reduzidas da espécie nos meses de julho e novembro e com maiores dimensões em janeiro, março e maio.

*Cryptomonas marssonii* Skuja caracteriza-se por células obovadas em vista lateral, curvas dorsalmente, às vezes com torção inferior de uma volta no terço posterior, pólo anterior truncado-obliquo, porção dorsal com rostro arredondado ou cônico-arredondado, pólo posterior acuminado, terminando em processo caudal cônico, curvo dorsalmente. Presença de dois plastídios laterais, margens inteiras ou levemente onduladas, citofaringe com 5-6 fileiras de ejectissômios globosos. O comprimento das células variou de 15 a 25 $\mu$ m e a largura de 7 a 12 $\mu$ m.

*Cryptomonas obovata* Pascher apresenta células obovadas em vista lateral, algumas vezes curvas ventralmente, margem ventral homogeneamente convexa, reta ou côncava na região mediana, margem dorsal convexa, pólo anterior truncado-obliquo, porção dorsal freqüentemente com rostro arredondado, pólo posterior arredondado. Presença de dois plastídios laterais, margens inteiras, citofaringe reta, 0.3 a 0.7 vez. do comprimento da célula, revestida por 4-5 fileiras de ejectissômios globosos

- Gênero *Aulacoseira*

O gênero *Aulacoseira* apresenta frústulas unidas em longos filamentos. *Aulacoseira granulata* apresenta células terminais com espinhos robustos, valvas cilíndricas ornamentadas com fileiras de aréolas.

A espécie *Aulacoseira granulata* Ehrenberg (Ralfs) apresenta valvas com 5-21 $\mu$ m de diâmetro e 5-18 $\mu$ m de comprimento. Encontrada em rios a jusante de reservatórios e em lagos (KELLY, 1996), é considerada alcalófila, com pH ótimo entre 7.8 e 8.2, mas também comum em águas neutras a fracamente ácidas (GASSE, 1986).

ESTEVES (1988) relata que esta espécie aumenta sua proporção na superfície da água por ação eólica e em épocas de calmaria tende a permanecer próximo ao sedimento.

- Gênero *Cyclotella*

O gênero *Cyclotella* apresenta valvas circulares, com áreas centrais distintas circundadas por fileiras de aréolas. Área central lisa ou com ornamentação irregular.

*Cyclotella meneghiniana* Kützing é comum em plâncton de rios e frequentemente associada com bentos. É tolerante a águas poluídas, eutróficas (KELLY, 1996).

- Gênero *Dictyosphaerium*

O gênero *Dictyosphaerium* caracteriza-se por células esféricas, ovais ou irregulares. Células periféricas, ligadas por um sistema de ramos bifurcados emergindo do centro da colônia. Envelope mucilaginoso opaco, fino, presente em muitas espécies.

Ocorrem no plâncton de reservatórios, rios e lagos com vegetação abundante e brejos, entre outras algas e detritos (KOMÁREK & PERMAN, 1978).

*D. pulchellum* Wood e *D. tetrachotomum* Printz, as espécies mais comuns no Reservatório Salto Grande são consideradas as de distribuição mais ampla (KOMÁREK & PERMAN, 1978).

*D. pulchellum* apresentou células esféricas, com 6-8 $\mu$  de diâmetro e *D. tetrachotomum*, células largamente ovaladas com 6-9 $\mu$ m de comprimento e 6-8 $\mu$ m de largura.

- Gênero *Scenedesmus*

O gênero *Scenedesmus* foi representado no reservatório Salto Grande por 16 espécies, sendo as mais frequentes *S. acuminatus*(Lagenh.) Chodat e *S. quadricauda* (Turp.) Bréb..

*Scenedesmus acuminatus* apresenta cenóbios com 4-8 células arcuadas, lunadas ou fusiformes, afinando gradualmente para os ápices agudos ou rombudos, células internas retas ou curvadas para fora (não tanto como as externas), podendo ser alternas ou não. Cloroplasto único, parietal, com um pirenóide. Difere de *S. dimorphus* por apresentar células externas mais arcuadas que as internas. Existem dificuldades na identificação de *S. acuminatus*, *S. dimorphus* e *S. acutus*, principalmente no que diz respeito a cenóbios jovens

e o gênero necessita revisão (LEITE, 1974). No Reservatório Salto Grande o comprimento das células dessa espécie variou de 13-30 $\mu\text{m}$  e o diâmetro, de 3 $\mu\text{m}$  a 4 $\mu\text{m}$ .

*Scenedesmus quadricauda* apresenta cenóbios com 2-4-8 células cilíndrico-ovóides, pólos arredondados e organizadas em uma série única, pólos das células terminais com um espinho longo, reto ou curvo, células internas sem espinhos. Cloroplasto único, parietal, com um pirenóide. Aparece durante todo o ano, em pH de 6 a 7 (LEITE, 1974). No Reservatório Salto Grande, *S. quadricauda* apresentou células com 12-15 $\mu\text{m}$  de comprimento, 3-4.5 $\mu\text{m}$  de diâmetro e espinhos com 11-13 $\mu\text{m}$ .

- Gênero *Ankyra*

O gênero *Ankyra* apresenta células solitárias, livres, fusiformes ou cilíndricas, com uma longa cerda em cada pólo. Uma das cerdas ( a do pólo posterior) é bifida ou alargada em forma de espátula. a membrana celular é formada de duas partes idênticas, unidas ao meio de cada célula. O plasto é único, parietal, com um pirenóide (BOURRELY, 1966). *Ankyra judayi* (G.M. Smith) Fott apresenta célula sem estigma, alongada, fusiforme, cloroplasto achatado, com um pirenóide. As células variam de 30-60 $\mu\text{m}$  de comp. x 2,5-3  $\mu\text{m}$  de largura (Komárek & Fott, 1983). Neste estudo as células de *A. judayi* apresentaram menores dimensões (18-20 $\mu\text{m}$  de comp. x 2-3  $\mu\text{m}$  de larg.).

- Gênero *Chlamydomonas*

O gênero *Chlamydomonas* é representado por organismos unicelulares, livre-natantes, com grande diversidade na forma e no tamanho das células. As células tem nítida polaridade, com dois flagelos apicais, de iguais tamanhos e homodinâmicos e um único cloroplastídeo. Os caracteres diagnósticos específicos do gênero são a forma e localização dos pirenóides e dos vacúolos contráteis, configuração da papila, forma e dimensões celulares e forma e localização do estigma (MENEZES, 1994).

---

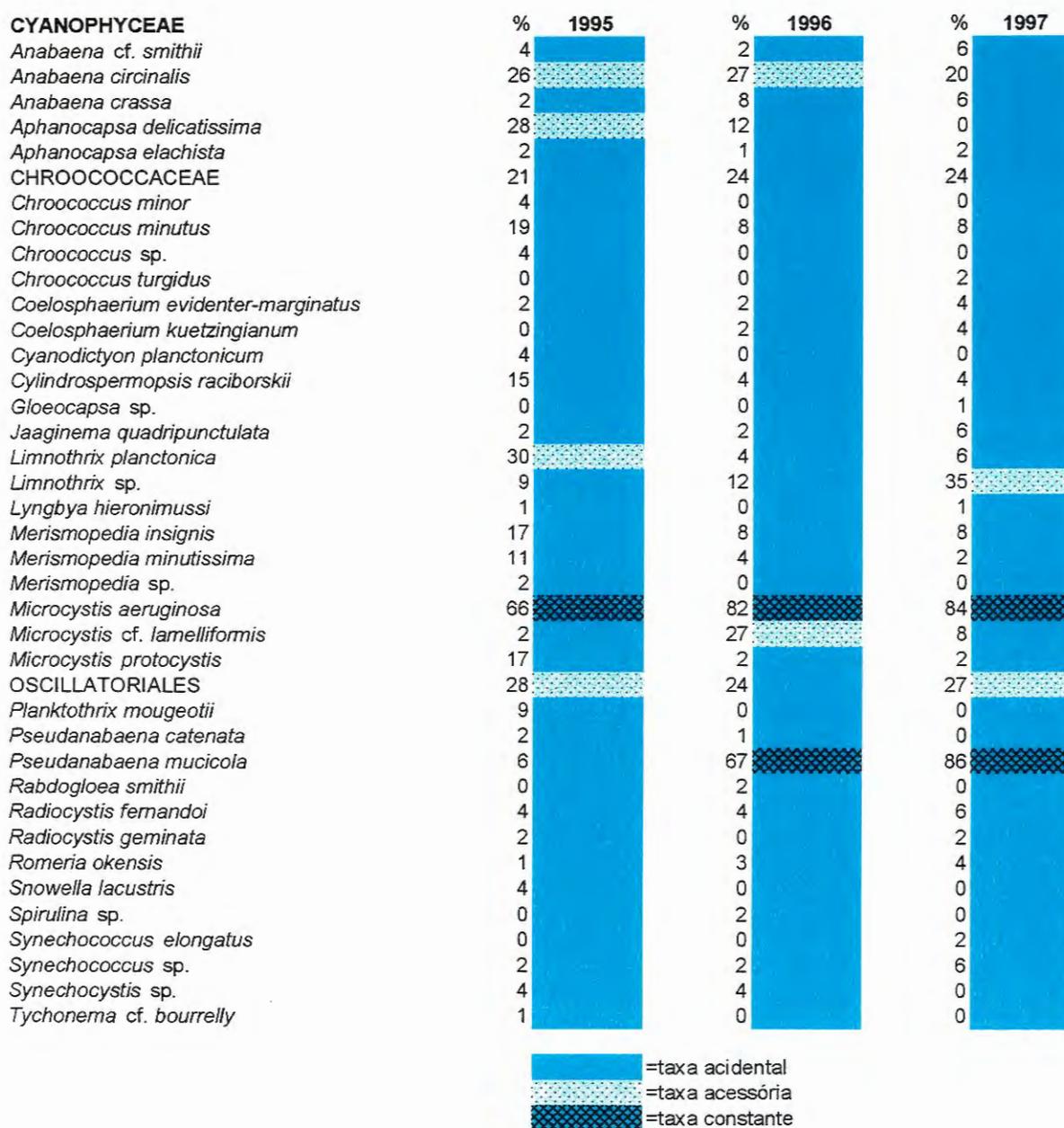
**TABELA 6.8 Taxa fitoplanctônicas registradas na Praia Azul, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 classificadas quanto à frequência de ocorrência (%).**

TABELA 6.8 (cont.)

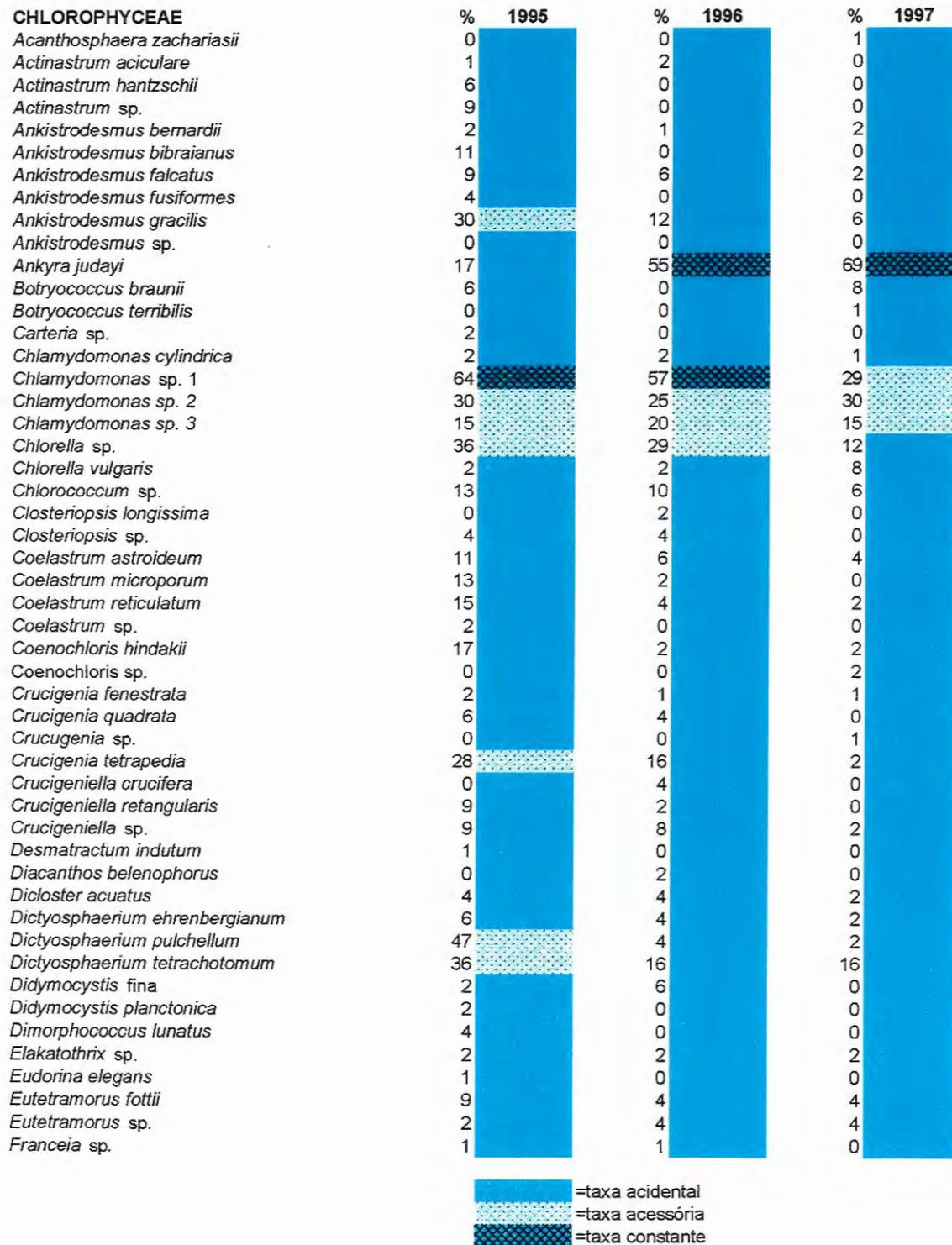


TABELA 6.8 (cont.)

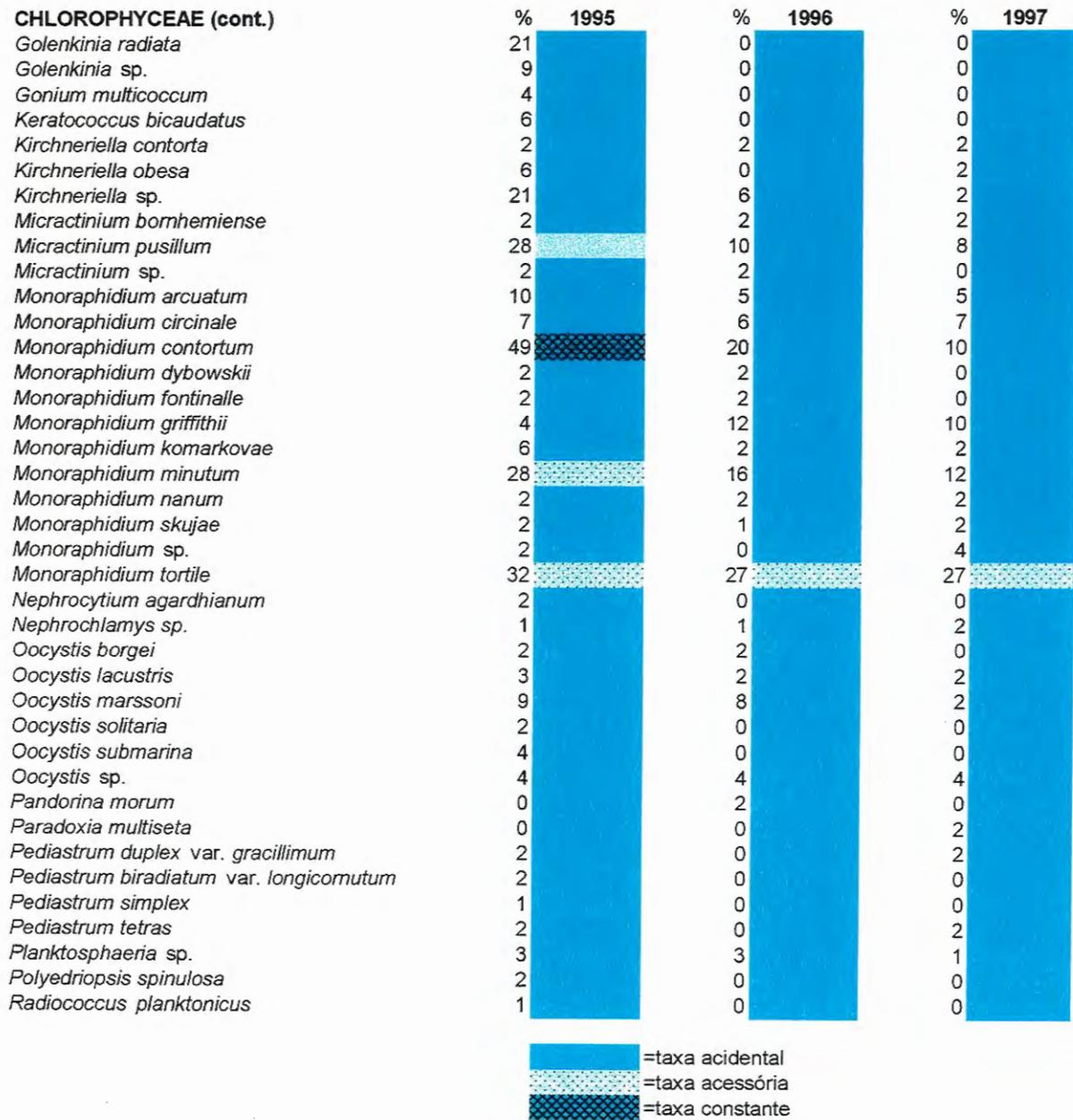


TABELA 6.8 (cont.)

**CHLOROPHYCEAE (cont.)**

<i>Scenedesmus acuminatus</i>	45	12	2
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	38	16	6
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	2	1	0
<i>Scenedesmus brasiliensis</i>	0	4	0
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	30	16	8
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	3	4	4
<i>Scenedesmus dispar</i>	0	4	0
<i>Scenedesmus ecomis</i>	0	4	0
<i>Scenedesmus heteracanthus</i>	0	0	2
<i>Scenedesmus intermedius</i>	9	4	0
<i>Scenedesmus magnus</i>	0	2	6
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	26	18	2
<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>	2	2	2
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	49	22	10
<i>Scenedesmus quadrispina</i>	6	2	2
<i>Scenedesmus</i> sp.	4	2	2
<i>Scenedesmus spinosus</i>	13	6	4
<i>Schroederia antillarum</i>	13	12	4
<i>Schroederia setigera</i>	4	0	0
<i>Sphaerocystis planctonica</i>	0	4	3
<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	2	4	0
<i>Tetrachlorella alternans</i>	4	0	2
<i>Tetraedron caudatum</i>	4	0	0
<i>Tetraedron limneticum</i>	1	0	0
<i>Tetraedron minimum</i>	15	0	0
<i>Tetranephris brasiliensis</i>	6	0	0
<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	2	2	0
<i>Tetrastrum punctatum</i>	2	2	0
<i>Thorakochloris planctonica</i>	0	2	0
VOLVOCALES sp.1	91	55	16
VOLVOCALES sp.2	2	6	37
VOLVOCALES sp.3	10	9	32
<i>Westella botryoides</i>	2	2	0
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>			
<i>Closterium</i> cf. <i>abruptum</i>	1	0	0
<i>Closterium aciculare</i>	1	8	4
<i>Cosmarium</i> sp.1	6	2	2
<i>Cosmarium</i> sp. 2	1	0	0
<i>Cosmarium</i> sp. 3	0	0	1
<i>Euastrum binale</i>	2	0	0
<i>Gonatozygon</i> cf. <i>kinahanii</i>	1	0	0
<i>Mougeotia</i> sp.	4	0	0
<i>Staurastrum gracile</i>	4	2	0
<i>Staurastrum gracillimum</i>	2	0	0
<i>Staurastrum</i> sp.	0	6	0
<i>Stauroidesmus triangularis</i>	4	2	2
ZYGNEMATALES	6	2	0

**TABELA 6.8 (cont.)**

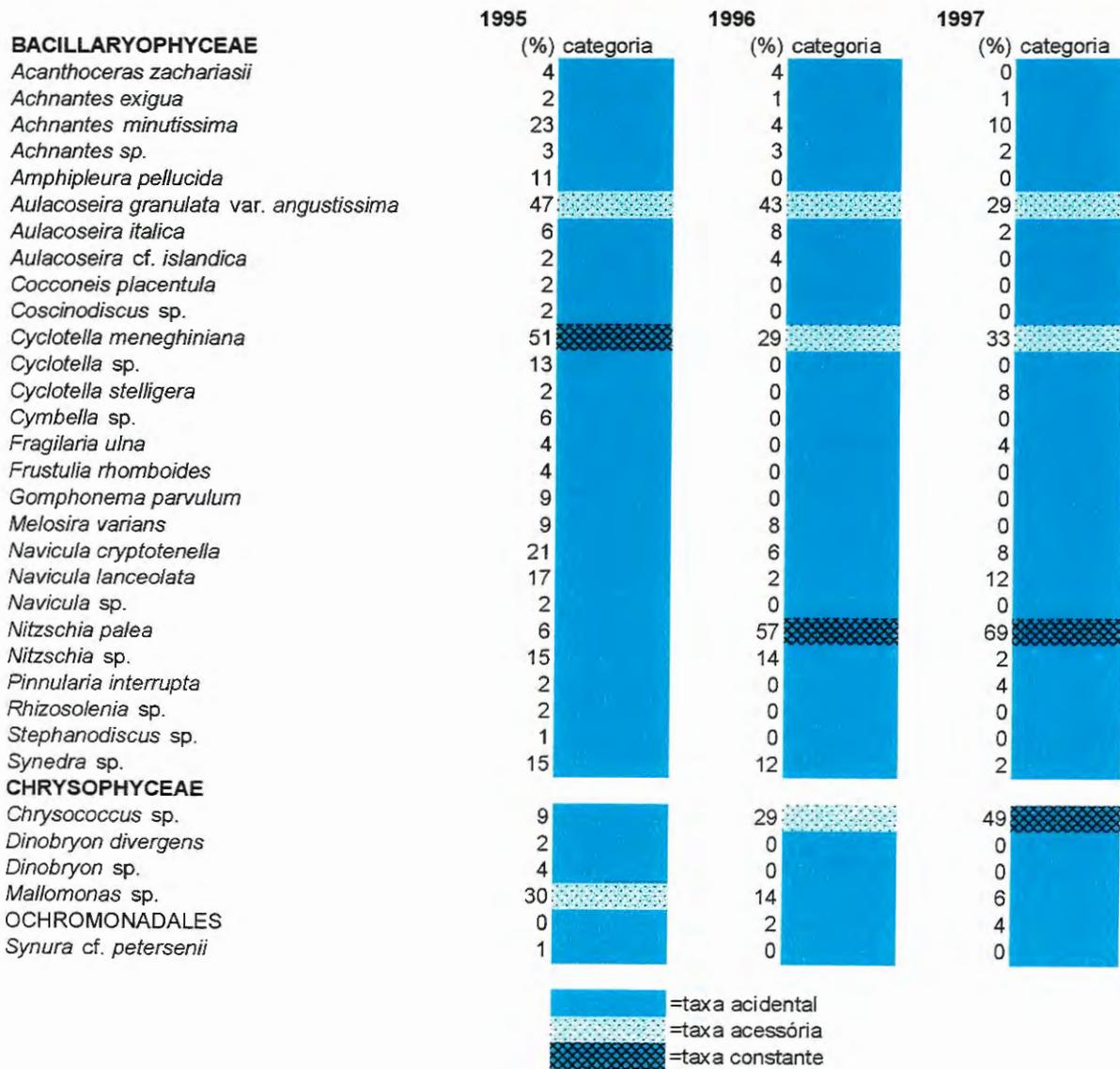
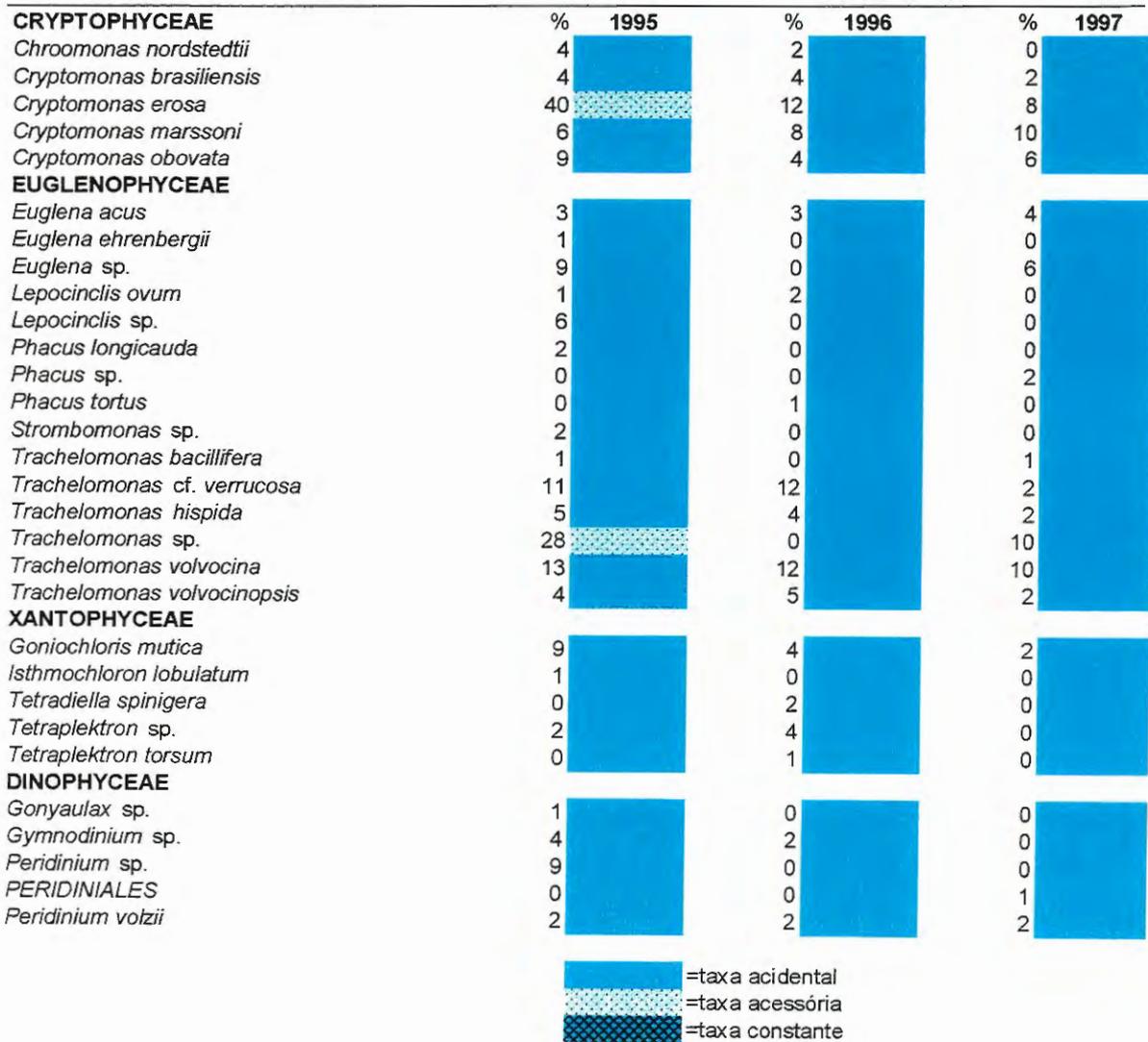


TABELA 6.8 (cont.)



**TABELA 6.9 Taxa fitoplanctônicas registradas na Praia dos Namorados, no período de fevereiro/95 a dezembro/97 classificadas quanto à frequência de ocorrência (%).**

	% 1995	% 1996	% 1997
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
<i>Anabaena cf. smithii</i>	17	6	8
<i>Anabaena circinalis</i>	43	25	18
<i>Anabaena crassa</i>	17	10	8
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	28	8	12
<i>Aphanocapsa elachista</i>	2	2	0
<i>Chroococcus minor</i>	0	1	1
<i>Chroococcus minutus</i>	6	2	6
<i>Chroococcus turgidus</i>	2	0	0
<b>CHROOCOCCACEAE</b>	6	24	20
<i>Coelosphaerium evidenter-marginatus</i>	3	2	4
<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	0	0	4
<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	6	2	0
<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	13	2	4
<i>Gloeocapsa sp.</i>	2	0	0
<i>Jaaginema quadripunctulata</i>	0	2	0
<i>Limnothrix planctonica</i>	6	6	4
<i>Limnothrix sp.</i>	4	22	39
<i>Merismopedia insignis</i>	4	4	0
<i>Merismopedia tenuissima</i>	11	4	0
<i>Microcystis aeruginosa</i>	89	90	80
<i>Microcystis cf. lamelliformis</i>	9	16	14
<i>Microcystis protocystis</i>	17	24	24
<b>OSCILLATORIALES</b>	13	14	20
<i>Planktothrix mougeotii</i>	1	2	2
<i>Pseudanabaena catenata</i>	6	8	2
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	62	45	84
<i>Rabdogloea smithii</i>	3	2	4
<i>Radiocystis fernandoi</i>	0	4	0
<i>Radiocystis geminata</i>	6	2	0
<i>Romeria okensis</i>	4	4	4
<i>Snowella lacustris</i>	1	1	2
<i>Synechococcus elongatus</i>	2	1	1
<i>Synechococcus sp.</i>	4	8	8
<i>Synechocystis sp.</i>	11	6	0

TABELA 6.9 (cont.)

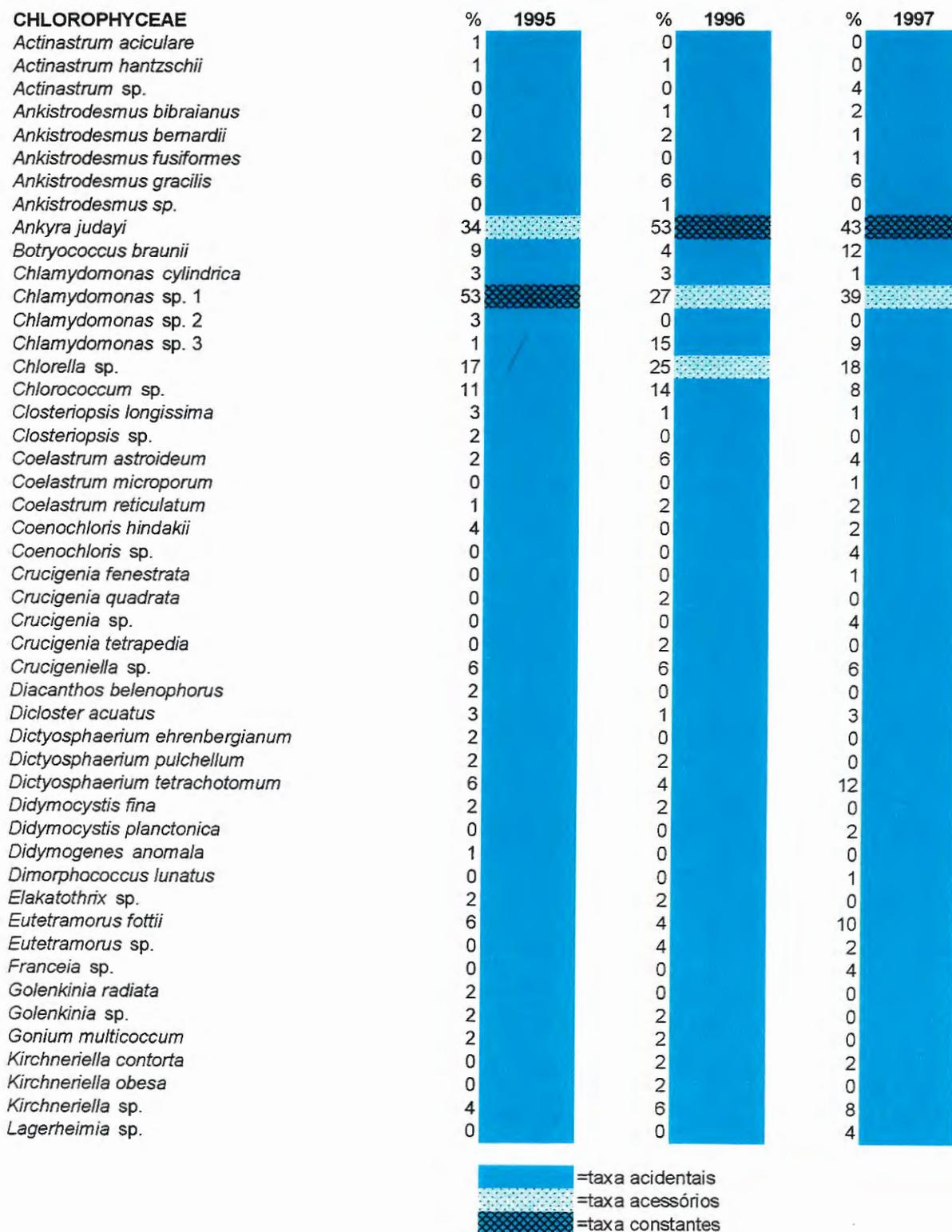
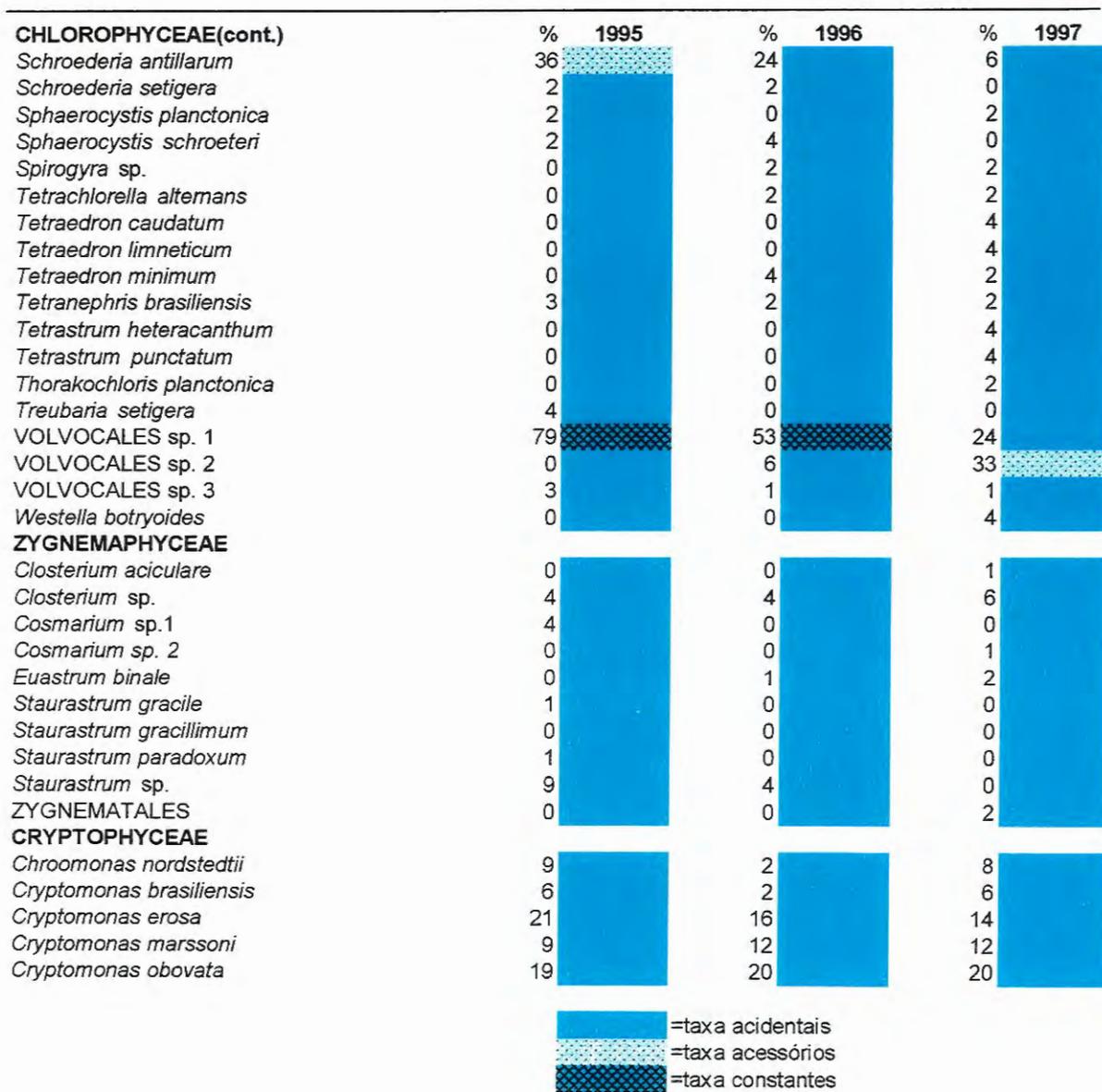


TABELA 6.9 (cont.)

CHLOROPHYCEAE(cont.)	% 1995	% 1996	% 1997
<i>Micractinium bomhemense</i>	4	4	6
<i>Micractinium pusillum</i>	11	6	6
<i>Monoraphidium arcuatum</i>	1	0	0
<i>Monoraphidium contortum</i>	6	10	8
<i>Monoraphidium fontinale</i>	2	0	2
<i>Monoraphidium griffithii</i>	11	14	18
<i>Monoraphidium komarkovae</i>	2	0	4
<i>Monoraphidium minutum</i>	2	4	8
<i>Monoraphidium nanum</i>	4	0	2
<i>Monoraphidium skujae</i>	0	1	0
<i>Monoraphidium tortile</i>	17	18	22
<i>Nephrocytium agardhianum</i>	2	0	0
<i>Nephrochlamys</i> sp.	0	0	1
<i>Oocystis borgei</i>	1	0	0
<i>Oocystis lacustris</i>	1	1	0
<i>Oocystis marssoni</i>	9	0	4
<i>Oocystis</i> sp.	0	8	8
<i>Pandorina morum</i>	0	0	2
<i>Paradoxia multiseta</i>	0	0	1
<i>Pediastrum biradiatum</i> var. <i>longicomutum</i>	0	0	4
<i>Pediastrum duplex</i>	0	0	1
<i>Pediastrum tetras</i>	1	0	0
<i>Planktosphaeria</i> sp.	0	0	2
<i>Polyedriopsis spinulosa</i>	1	0	0
<i>Radiococcus planktonicus</i>	2	0	2
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	4	0	8
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	4	8	6
<i>Scenedesmus bijugatus</i>	1	1	1
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	2	10	4
<i>Scenedesmus dimorphus</i>	0	1	1
<i>Scenedesmus dispar</i>	0	1	0
<i>Scenedesmus ecomis</i>	0	0	2
<i>Scenedesmus intermedius</i>	0	0	2
<i>Scenedesmus magnus</i>	0	0	4
<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	2	8	4
<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>	0	4	0
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	13	12	10
<i>Scenedesmus quadrispina</i>	0	0	4
<i>Scenedesmus</i> sp.	2	0	0
<i>Scenedesmus spinosus</i>	4	2	12

=taxa acidentais  
 =taxa acessórios  
 =taxa constantes

**TABELA 6.9 (cont.)**



**TABELA 6.9 (cont.)**

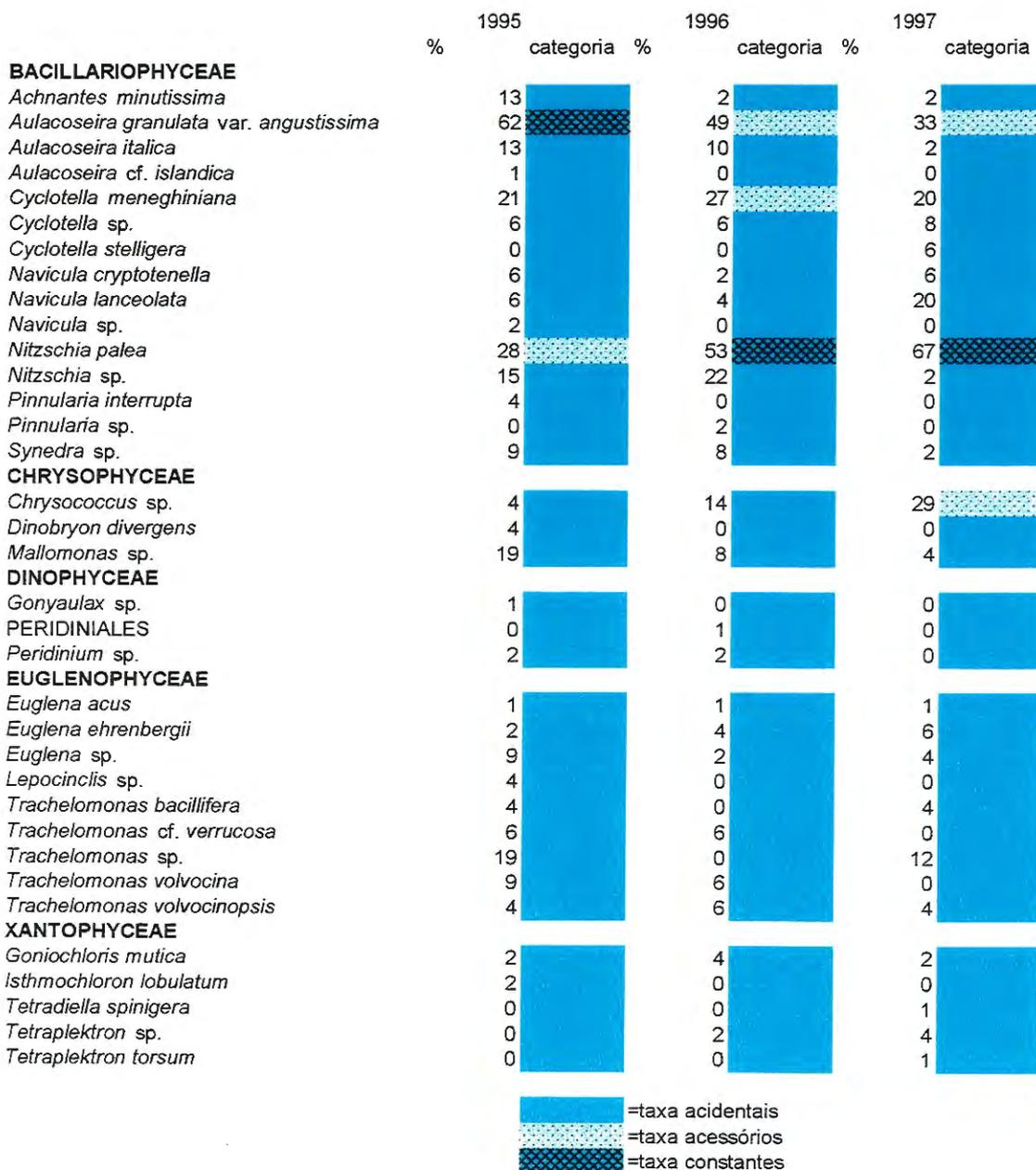


TABELA 6.10 – Espécies com maiores densidades (abundantes), na Praia Azul, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

Praia Azul		
1995	1996	1997
<b>CYANOPHYCEAE</b>		
<i>Anabaena cf. smithii</i>	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena cf. smithii</i>
<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Anabaena crassa</i>
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis cf. lamelliformis</i>	<i>Limnothrix</i> sp.
<i>Microcystis cf. lamelliformis</i>	<i>Microcystis protocystis</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Microcystis protocystis</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Microcystis protocystis</i>
<i>Pseudanabaena mucicola</i>		<i>Pseudanabaena mucicola</i>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>
<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>		
<i>Schroederia antillarum</i>	<i>Schroederia antillarum</i>	
	<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	
VOLVOCALES sp. 1	VOLVOCALES sp. 1	VOLVOCALES sp. 1
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>		
		<i>Trachelomonas volvocina</i>

TABELA 6.11 - Espécies com maiores densidades (abundantes), na Praia dos Namorados, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

Praia dos Namorados		
1995	1996	1997
<b>CYANOPHYCEAE</b>		
<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Limnothrix</i> sp.
<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
<i>Microcystis cf. lamelliformis</i>	<i>Microcystis protocystis</i>	<i>Microcystis cf. lamelliformis</i>
<i>Microcystis protocystis</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Microcystis protocystis</i>
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>		
<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>
<i>Nitzschia palea</i>		<i>Nitzschia palea</i>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>		
<i>Ankyra judayi</i>	<i>Ankyra judayi</i>	<i>Ankyra judayi</i>
<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	<i>Botryococcus braunii</i>
VOLVOCALES sp. 1	VOLVOCALES sp. 1	VOLVOCALES sp. 1
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		
	<i>Cryptomonas obovata</i>	

TABELA 6.12 – Espécies com maiores biomassas(abundantes), na Praia Azul, nos anos de 1995, 1996 e 1997.

Praia Azul			
	1995	1996	1997
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Limnospira</i> sp
	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i> <i>Pseudanabaena mucicola</i>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>
	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>			
	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Botryococcus braunii</i>
	<i>Chlamydomonas</i> sp. 1	<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>	<i>Eutetramorus fottii</i>
	<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>	<i>Pediastrum biradiatum</i>	
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
	<i>Cryptomonas obovata</i>	<i>Cryptomonas obovata</i>	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
			<i>Trachelomonas volvocin</i>

TABELA 6.13 – Espécies com maiores biomassas (abundantes), na Praia dos Namorados, em 1995, 1996 e 1997.

Praia dos Namorados			
	1995	1996	1997
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>	<i>Anabaena circinalis</i>
	<i>Anabaena crassa</i>	<i>Anabaena crassa</i>	<i>Anabaena crassa</i>
	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>
	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>	<i>Microcystis aeruginosa</i>
	<i>Microcystis</i> cf. <i>lamelliformis</i>	<i>Microcystis</i> cf. <i>lamelliformis</i>	<i>Microcystis</i> cf. <i>lamelliformis</i>
	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>	<i>Pseudanabaena mucicola</i>
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>	<i>Aulacoseira granulata</i>
	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Nitzschia palea</i>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>			
	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Botryococcus braunii</i>	<i>Botryococcus braunii</i>
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
	<i>Cryptomonas obovata</i>	<i>Cryptomonas obovata</i>	<i>Cryptomonas obovata</i>

TABELA 6.14 Taxa fitoplanctônicos registrados no Reservatório Salto Grande (Praia Azul e Praia dos Namorados), por classes de tamanho e grupos de estratégias.

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G( $\mu$ m)	Classe de Tamanho
Grupo 1	<i>Actinastrum hantzschii</i>	COL, SM, SER, MI, CP	72	MI
Grupo 1	<i>Actinastrum</i> sp.	COL, SM, SER, MI, CP	69	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus bernardii</i>	COL, SM, SER, MI, CP	43	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus bibraianus</i>	COL, SM, SER, MI, CP	44.2	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	COL, SM, SER, MI, CP	47	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus fusiformes</i>	COL, SM, SER, MI, CP	31.6	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus gracilis</i>	COL, SM, SER, MI, CP	26	MI
Grupo 1	<i>Ankistrodesmus</i> sp.	COL, SM, SER, MI, CP	27	MI
Grupo 2	<i>Dinobryon divergens</i>	COL, CM, CER, MI	39	MI
Grupo 2	<i>Dinobryon</i> sp.	COL, CM, CER, MI	31.2	MI
Grupo 2	<i>Synura</i> cf. <i>petersenii</i>	COL, CM, CER, MI	10.4	MI
Grupo 3	<i>Eudorina elegans</i>	COL, CM, SER, MI	113.4	MI
Grupo 3	<i>Gonium multicocum</i>	COL, CM, SER, MI	92	MI
Grupo 3	<i>Pandorina morum</i>	COL, CM, SER, MA	243.7	MA
Grupo 4	<i>Botryococcus braunii</i>	COL, SM, SER, MA	215	MA
Grupo 4	<i>Microcystis aeruginosa</i>	COL, SM, SER, MA	713.5	MA
Grupo 4	<i>Microcystis</i> cf. <i>lamelliformis</i>	COL, SM, SER, MA	527	MA
Grupo 4	<i>Microcystis protocistys</i>	COL, SM, SER, MA	534	MA
	col=colônia	N=<20 $\mu$	=nanoplâncton	
	uni=unicelular	MI=20 a 200 $\mu$	=microplâncton	
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200 $\mu$	=macroplâncton	
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G( $\mu$ m)	Classe de Tamanho
Grupo 5	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	COL,SM,SER,MI	46,5	MI
Grupo 5	<i>Aphanocapsa elachista</i>	COL,SM,SER,MI	53	MI
Grupo 5	<i>Coelosphaerium evidenter-marginatus</i>	COL,SM,SER,MI	115	MI
Grupo 5	<i>Coelosphaerium kuetzingianum</i>	COL,SM,SER,MI	125	MI
Grupo 5	<i>Coenochloris hindakii</i>	COL,SM,SER,MI	57,8	MI
Grupo 5	<i>Coenochloris</i> sp.	COL,SM,SER,MI	74,1	MI
Grupo 5	<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	COL,SM,SER,MI	160,3	MI
Grupo 5	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	COL,SM,SER,MI	81	MI
Grupo 5	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	COL,SM,SER,MI	91	MI
Grupo 5	<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i>	COL,SM,SER,MI	104	MI
Grupo 5	<i>Dimorphococcus lunatus</i>	COL,SM,SER,MI	137	MI
Grupo 5	<i>Elakatothrix</i> sp.	COL,SM,SER,MI	15,2	MI
Grupo 5	<i>Eutetramorus fottii</i>	COL,SM,SER,MI	30	MI
Grupo 5	<i>Eutetramorus</i> sp.	COL,SM,SER,MI	28,6	MI
Grupo 5	<i>Kirchneriella contorta</i>	COL,SM,SER,MI	12	MI
Grupo 5	<i>Kirchneriella obesa</i>	COL,SM,SER,MI	15	MI
Grupo 5	<i>Kirchneriella</i> sp.	COL,SM,SER,MI	17	MI
Grupo 5	<i>Nephroclytium agardhianum</i>	COL,SM,SER,MI	30	MI
Grupo 5	<i>Oocystis borgei</i>	COL,SM,SER,MI	17,3	N
Grupo 5	<i>Oocystis lacustris</i>	COL,SM,SER,MI	10,7	N
Grupo 5	<i>Oocystis marssoni</i>	COL,SM,SER,MI	20	MI
Grupo 5	<i>Oocystis solitaria</i>	COL,SM,SER,MI	37	MI
Grupo 5	<i>Planktosphaeria</i> sp.	COL,SM,SER,MI	47	MI
Grupo 5	<i>Rabdogloea smithii</i>	COL,SM,SER,MI	55	MI
Grupo 5	<i>Radiococcus planktonicus</i>	COL,SM,SER,MI	32	MI
Grupo 5	<i>Radiocystis fernandoi</i>	COL,SM,SER,MI	62	MI
Grupo 5	<i>Radiocystis geminata</i>	COL,SM,SER,MI	89,1	MI
Grupo 5	<i>Snowella lacustris</i>	COL,SM,SER,MI	63	MI
Grupo 5	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	COL,SM,SER,MI	112	MI
Grupo 5	<i>Sphaerocystis</i> sp.	COL,SM,SER,MI	74,3	MI
Grupo 5	<i>Tetrachlorella</i> sp.	COL,SM,SER,MI	15,1	MI
Grupo 5	<i>Thorakochloris planctonica</i>	COL,SM,SER,MI	76	MI
Grupo 5	<i>Westella botryoide:s</i>	COL,SM,SER,MI	15	MI
	col=colônia	N=<20 $\mu$	=nanoplâncton	
	uni=unicelular	MI=20 a 200 $\mu$	=microplâncton	
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200 $\mu$	=macroplâncton	
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G(μm)	Classe de Tamanho
Grupo 6	<i>Coelastrum astroideum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	34	MI
Grupo 6	<i>Coelastrum microporum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	42	MI
Grupo 6	<i>Coelastrum proboscideum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	35.3	MI
Grupo 6	<i>Coelastrum reticulatum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	37.6	MI
Grupo 6	<i>Micractinium bornhemense</i>	COL,SM,SER,MI,CP	110	MI
Grupo 6	<i>Micractinium pusillum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	92	MI
Grupo 6	<i>Pediastrum biradiatum</i> var. <i>longicomutum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	79.8	MI
Grupo 6	<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	COL,SM,SER,MA,CP	205	MA
Grupo 6	<i>Pediastrum tetras</i>	COL,SM,SER,MI,CP	47.3	MI
Grupo 6	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	14.3	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus bicaudatus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	13	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus brasiliensis</i>	COL,SM,SER,MI,CP	17.3	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus deniculatus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	14.3	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus dispar</i>	COL,SM,SER,MI,CP	14.4	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus ecornis</i>	COL,SM,SER,MI,CP	12	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus intermedius</i>	COL,SM,SER,MI,CP	11.3	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus magnus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	37	MI
Grupo 6	<i>Scenedesmus opoliensis</i> var. <i>mononensis</i>	COL,SM,SER,MI,CP	16.9	MI
Grupo 6	<i>Scenedesmus producto-capitatus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	16.1	MI
Grupo 6	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	COL,SM,SER,MI,CP	10.4	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus quadrispina</i>	COL,SM,SER,MI,CP	12.3	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus</i> sp.	COL,SM,SER,MI,CP	12	N
Grupo 6	<i>Scenedesmus spinosus</i>	COL,SM,SER,MI,CP	10.4	N
Grupo 6	<i>Staurastrum gracile</i>	COL,SM,SER,MI,CP	41.6	MI
Grupo 6	<i>Staurastrum gracillimum</i>	COL,SM,SER,MI,CP	73	MI
Grupo 6	<i>Staurastrum</i> sp.	COL,SM,SER,MI,CP	43	MI
Grupo 6	<i>Staurodesmus triangularis</i>	COL,SM,SER,MI,CP	56	MI

col=colônia

uni=unicelular

SM=sem movimento (flagelo)

CM=com movimento(flagelo)

CP=com modificações da forma

CER=com envoltório celular rígido

SER=sem envoltório celular rígido

N=&lt;20μ

MI=20 a 200μ

MA=&gt;200μ

=nanoplâncton

=microplâncton

=macroplâncton

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G(μm)	Classe de Tamanho
Grupo 7	<i>Chroococcus minor</i>	COL,SM,SER,N	4.2	N
Grupo 7	<i>Chroococcus minutus</i>	COL,SM,SER,N	5.2	N
Grupo 7	<i>Chroococcus</i> sp.	COL,SM,SER,N	4,9	N
Grupo 7	<i>Chroococcus turgidus</i>	COL,SM,SER,N	23	MI
Grupo 7	CHROOCOCCACEAE	COL,SM,SER,N	75	MI
Grupo 7	<i>Crucigenia fenestrata</i>	COL,SM,SER,N	12.3	N
Grupo 7	<i>Crucigenia quadrata</i>	COL,SM,SER,N	12.1	N
Grupo 7	<i>Crucigenia</i> sp.	COL,SM,SER,N	12	N
Grupo 7	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	COL,SM,SER,N	10.9	N
Grupo 7	<i>Crucigeniella crucifera</i>	COL,SM,SER,N	12.1	N
Grupo 7	<i>Crucigeniella retangularis</i>	COL,SM,SER,N	13.2	N
Grupo 7	<i>Crucigeniella</i> sp.	COL,SM,SER,N	12.7	N
Grupo 7	<i>Didymocystis fina</i>	COL,SM,SER,N,CP	6.5	N
Grupo 7	<i>Didymocystis planctonica</i>	COL,SM,SER,N,CP	11.3	N
Grupo 7	<i>Didymogenes anomala</i>	COL,SM,SER,N,CP	12.1	N
Grupo 7	<i>Euastrum tinale</i>	COL,SM,SER,N	16.1	N
Grupo 7	<i>Gloeocapsa</i> sp.	COL,SM,SER,N	15	N
Grupo 7	<i>Merismopedia insignis</i>	COL,SM,SER,N	17.2	N
Grupo 7	<i>Merismopedia tenuissima</i>	COL,SM,SER,N	4.3	N
Grupo 7	<i>Nephrochlamys</i> sp.	COL,SM,SER,N	14	N
Grupo 7	<i>Synechococcus elongatus</i>	COL,SM,SER,N	3,2	N
Grupo 7	<i>Synechococcus</i> sp.	COL,SM,SER,N	2.6	N
Grupo 7	<i>Synechocystis</i> sp.	COL,SM,SER,N	5.3-20	N
Grupo 7	<i>Tetranephris brasiliensis</i>	COL,SM,SER,N	6.3	N
Grupo 7	<i>Tetrastrum heteracanthum</i>	COL,SM,SER,N,CP	19.5	N
Grupo 7	<i>Tetrastrum punctatum</i>	COL,SM,SER,N	9.4	N

col=colônia-

uni=unicelular

SM=sem movimento (flagelo)

CM=com movimento(flagelo)

CP=com modificações da forma

CER=com envoltório celular rígido

SER=sem envoltório celular rígido

N=&lt;20μ

MI=20 a 200μ

MA=&gt;200μ

=nanoplâncton

=microplâncton

=macroplâncton

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G(μm)	Classe de Tamanho
Grupo 8	<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	FIL,SM,CER,MI/MA	31.2-310.2	MI/MA
Grupo 8	<i>Aulacoseira italica</i>	FIL,SM,CER,MI/MA	30,6-309	MI/MA
Grupo 8	<i>Aulacoseira</i> cf. <i>islandica</i>	FIL,SM,CER,MI/MA	31	MI/MA
Grupo 9	<i>Anabaena</i> cf. <i>smithii</i>	FIL,SM,SER,MI	5.2	MI
Grupo 9	<i>Anabaena circinalis</i>	FIL,SM,SER,MI	9-115.9	MI
Grupo 9	<i>Anabaena crassa</i>	FIL,SM,SER,MI	11-99.6	MI
Grupo 9	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	FIL,SM,SER,MI	47	MI
Grupo 9	<i>Jaaginema quadripunctulatum</i>	FIL,SM,SER,MI	15	MI
Grupo 9	<i>Limnothrix planctonica</i>	FIL,SM,SER,MI	25	MI
Grupo 9	<i>Limnothrix</i> sp.	FIL,SM,SER,MI	34	MI
Grupo 9	<i>Mougeotia</i> sp.	FIL,SM,SER,MI	19.5	MI
Grupo 9	OSCILATORIALES	FIL,SM,SER,MI	28	MI
Grupo 9	<i>Planktothrix mougeotii</i>	FIL,SM,SER,MI	69,3	MI
Grupo 9	<i>Spirogyra</i> sp.	FIL,SM,SER,MI	72	MI
Grupo 10	<i>Pseudanabaena catenata</i>	FIL,SM,SER,MI	52	MI
Grupo 10	<i>Pseudanabaena muçicola</i>	FIL,SM,SER,N	4,7	N
Grupo 10	<i>Romeria okensis</i>	FIL,SM,SER,MI	22	MI
Grupo 10	<i>Spirulina</i> sp.	FIL,SM,SER,N	3,9	N
Grupo 11	<i>Gonyaulax</i> sp.	UNI,CM,CER,MI	19,2	MI
Grupo 11	<i>Peridinium</i> sp.	UNI,CM,CER,MI	37	MI
Grupo 11	<i>Peridinium volzii</i>	UNI,CM,CER,MI	43	MI
Grupo 11	<i>Strombomonas</i> sp.	UNI,CM,CER,MI	29	MI
Grupo 11	PERIDINIALES	UNI,CM,CER,MI	23	MI
	col=colônia	N=<20m	=nanoplâncton	
	uni=unicelular	MI=20 a 200m	=microplâncton	
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200m	=macroplâncton	
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G( $\mu$ m)	Classe de Tamanho
Grupo 12	<i>Mallomonas</i> sp.	UNI,CM,CER,N	13	N
Grupo 12	OCHROMONADALES	UNI,CM,CER,N	9,5	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas bacillifera</i>	UNI,CM,CER,N	11,2	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas hispida</i>	UNI,CM,CER,N	10,2	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas</i> cf. <i>verrucosa</i>	UNI,CM,CER,N	17,4	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas</i> sp.	UNI,CM,CER,N	19,3	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas volvocina</i>	UNI,CM,CER,N	10,4	N
Grupo 12	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	UNI,CM,CER,N	14	N
Grupo 13	<i>Cryptomonas brasiliensis</i>	UNI,CM,SER,MI	20	MI
Grupo 13	<i>Cryptomonas erosa</i>	UNI,CM,SER,MI	45	MI
Grupo 13	<i>Cryptomonas marssoni</i>	UNI,CM,SER,MI	21,3	MI
Grupo 13	<i>Cryptomonas obovata</i>	UNI,CM,SER,MI	40	MI
Grupo 13	<i>Euglena acus</i>	UNI,CM,SER,MI	20,8	MI
Grupo 13	<i>Euglena ehrenbergii</i>	UNI,CM,SER,MI	23	MI
Grupo 13	<i>Euglena</i> sp.	UNI,CM,SER,MI	20,9	MI
Grupo 13	<i>Lepocinclis</i> sp.	UNI,CM,SER,MI	16,9	N
Grupo 13	<i>Phacus longicauda</i>	UNI,CM,SER,MI	65	MI
Grupo 13	<i>Phacus</i> sp.	UNI,CM,SER,MI	47,1	MI
Grupo 14	<i>Carteria</i> sp.	UNI,CM,SER,N	5,7	N
Grupo 14	<i>Chlamydomonas cylindrica</i>	UNI,CM,SER,N	12	N
Grupo 14	<i>Chlamydomonas</i> sp.1	UNI,CM,SER,N	16,3	N
Grupo 14	<i>Chlamydomonas</i> sp.2	UNI,CM,SER,N	9,7	N
Grupo 14	<i>Chlamydomonas</i> sp.3	UNI,CM,SER,N	5,2	N
Grupo 14	<i>Chroomonas nordstedtii</i>	UNI,CM,SER,N	7,5	N
Grupo 14	<i>Chrysococcus</i> sp.	UNI,CM,SER,N	4,9	N
Grupo 14	<i>Gymnodinium</i> sp.	UNI,CM,SER,N	11,7	N
Grupo 14	VOLVOCALES sp.1	UNI,CM,SER,N/MI	5,9	N
Grupo 14	VOLVOCALES sp.2	UNI,CM,SER,N/MI	12,3	N
Grupo 14	VOLVOCALES sp.3	UNI,CM,SER,N/MI	14,7	N
	col=colônia	N=<20 $\mu$	=nanoplâncton	
	uni=unicelular	MI=20 a 200 $\mu$	=microplâncton	
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200 $\mu$	=macroplâncton	
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G(μm)	Classe de Tamanho
Grupo 15	<i>Acanthoceras zachariasii</i>	UNI,SM,CER,MI	57.7	MI
Grupo 15	<i>Amphipleura pellucida</i>	UNI,SM,CER,MI	137	MI
Grupo 15	<i>Cocconeis placentula</i>	UNI,SM,CER,MI	63	MI
Grupo 15	<i>Coscinodiscus</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	47	MI
Grupo 15	<i>Cymbella</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	26	MI
Grupo 15	<i>Fragilaria ulna</i>	UNI,SM,CER,MA	202.8	MA
Grupo 15	<i>Frustulia rhomboides</i>	UNI,SM,CER,MI	149	MI
Grupo 15	<i>Navicula cryptotenella</i>	UNI,SM,CER,MI	36	MI
Grupo 15	<i>Navicula lanceolata</i>	UNI,SM,CER,MI	41	MI
Grupo 15	<i>Navicula</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	39,7	MI
Grupo 15	<i>Nitzschia palea</i>	UNI,SM,CER,MI	56	MI
Grupo 15	<i>Nitzschia</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	37	MI
Grupo 15	<i>Pinnularia interrupta</i>	UNI,SM,CER,MI	65	MI
Grupo 15	<i>Rhizosolenia</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	13 a 57	MI
Grupo 15	<i>Stephanodiscus</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	7.8	MI
Grupo 15	<i>Synedra</i> sp.	UNI,SM,CER,MI	69	MI
Grupo 16	<i>Achnantes minutissima</i>	UNI,SM,CER,N	19.7	N
Grupo 16	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	UNI,SM,CER,N	10.4	N
Grupo 16	<i>Cyclotella</i> sp.	UNI,SM,CER,N	10,2	N
Grupo 16	<i>Cyclotella stelligera</i>	UNI,SM,CER,N	10.1	N
	col=colônia	N=<20μ		=nanoplâncton
	uni=unicelular	MI=20 a 200μ		=microplâncton
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200μ		=macroplâncton
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			

TABELA 6.14 (cont.)

Grupo	Espécie	Grupo de Estratégia	G( $\mu$ m)	Classe de Tamanho
Grupo 17	<i>Closteriopsis longissima</i>	UNI,SM,SER,MI	65	MI
Grupo 17	<i>Closteriopsis</i> sp.	UNI,SM,SER,MI	37	MI
Grupo 17	<i>Closterium aciculare</i>	UNI,SM,SER,MI	49	MI
Grupo 17	<i>Closterium</i> sp.	UNI,SM,SER,MI	31	MI
Grupo 17	<i>Cosmarium</i> sp.1	UNI,SM,SER,MI	22	MI
Grupo 17	<i>Cosmarium</i> sp.2	UNI,SM,SER,MI	20,5	MI
Grupo 17	<i>Cosmarium</i> sp.3	UNI,SM,SER,MI	26	MI
Grupo 17	<i>Keratococcus bicaudatus</i>	UNI,SM,SER,MI	31	MI
Grupo 17	<i>Melosira varians</i>	UNI,SM,SER,MI	20	MI
Grupo 17	<i>Monoraphidium contortum</i>	UNI,SM,SER,MI	35,4	MI
Grupo 17	<i>Monoraphidium fontinale</i>	UNI,SM,SER,MI	41,6	MI
Grupo 17	<i>Monoraphidium griffithii</i>	UNI,SM,SER,MI	67,7	MI
Grupo 17	<i>Monoraphidium komarkovae</i>	UNI,SM,SER,MI	95	MI
Grupo 17	<i>Monoraphidium tortile</i>	UNI,SM,SER,MI	25	MI
Grupo 17	<i>Paradoxia multiseta</i>	UNI,SM,SER,MI,CP	38	MI
Grupo 17	<i>Polyedriopsis spinulosa</i>	UNI,SM,SER,MI,CP	25	MI
Grupo 18	céls. soltas de <i>Anabaena</i> spp.	UNI,SM,SER,N	9-13	N
Grupo 18	céls. soltas de <i>Microcystis</i> spp.	UNI,SM,SER,N	3,2-4,5	N
Grupo 18	<i>Chlorella</i> sp.	UNI,SM,SER,N	8,6	N
Grupo 18	<i>Chlorella vulgaris</i>	UNI,SM,SER,N	9,5	N
Grupo 18	<i>Chlorococcum</i> sp.	UNI,SM,SER,N	11,3	N
Grupo 18	<i>Goniochloris mutica</i>	UNI,SM,SER,N	10,7	N
Grupo 18	<i>Monoraphidium minutum</i>	UNI,SM,SER,N	10,4	N
Grupo 18	<i>Monoraphidium nanum</i>	UNI,SM,SER,N	4,5	N
Grupo 18	<i>Treubaria setigera</i>	UNI,SM,SER,N	18,2	N
Grupo 18	ZYGNEMATALES	UNI,SM,SER,N	7,3	N
Grupo 19	<i>Ankyra judayi</i>	UNI,SM,SER,N,CP	35,1	N
Grupo 19	<i>Diacanthos belenophorus</i>	UNI,SM,SER,N,CP	9,7	N
Grupo 19	<i>Franceia</i> sp.	UNI,SM,SER,N,CP	8,3	N
Grupo 19	<i>Golenkinia radiata</i>	UNI,SM,SER,N,CP	12	N
Grupo 19	<i>Golenkinia</i> sp.	UNI,SM,SER,N,CP	19	N
Grupo 19	<i>Lagerheimia</i> sp.	UNI,SM,SER,N,CP	12,2	N
Grupo 19	<i>Schroederia antillarum</i>	UNI,SM,SER,N,CP	7	N
Grupo 19	<i>Schroederia setigera</i>	UNI,SM,SER,N,CP	4,1	N
Grupo 19	<i>Tetradella spinigera</i>	UNI,SM,SER,N,CP	15	N
Grupo 19	<i>Tetraedron caudatum</i>	UNI,SM,SER,N,CP	10,3	N
Grupo 19	<i>Tetraedron limneticum</i>	UNI,SM,SER,N,CP	12,4	N
Grupo 19	<i>Tetraedron minimum</i>	UNI,SM,SER,N,CP	8	N
Grupo 19	<i>Tetraplektron</i> sp.	UNI,SM,SER,N,CP	14	N
Grupo 19	<i>Tetraplektron torsum</i>	UNI,SM,SER,N,CP	16,1	N
	col=colônia	N=<20 $\mu$		
	uni=unicelular	MI=20 a 200 $\mu$		
	SM=sem movimento (flagelo)	MA=>200 $\mu$		
	CM=com movimento(flagelo)			
	CP=com modificações da forma			
	CER=com envoltório celular rígido			
	SER=sem envoltório celular rígido			
	N=nanoplâncton			
	MI=microplâncton			
	MA=macroplâncton			

**TABELA 6.15 Resultados da análise de regressão múltipla para a Praia Azul**

Biomassa Total x 18 Grupos (O grupo 2 não foi considerado nesta análise)

O modelo explicou 99,9089% da variabilidade da biomassa total.

Houve correlação altamente significativa com os grupos:

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Biot x grupo 4	1,02688	0,0036495	281,377	0,000
Biot x grupo 14	1,01676	0,037775	26,9161	0,000
Biot x grupo 11	267,663	59,8074	4,47541	0,000
Biot x grupo 18	1,20343	0,0500307	24,0537	0,000
Biot x grupo 8	2,72304	0,975974	2,79008	0,0061
Biot x grupo 15	-3,5733	1,29306	-2,76345	0,0065
Biot x grupo 10	0,711818	0,273508	2,60255	0,0103
Biot x grupo 12	16,4893	7,22771	2,28141	0,0242
Biot x grupo 17	-56,3984	27,325	-2,06399	0,0410
Biot x grupo 6	3,24223	1,63823	1,97911	0,0499

Biomassa Total x Variáveis Abióticas

O modelo explica 8,41934% da variabilidade da biomassa total. Não houve correlação significativa. As variáveis abióticas mais significativamente correlacionadas foram vazão afluyente e vento

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Biot x vazão afluyente	-1,86704	0,910025	-2,05164	0,0421
Biot x vento	-1,44283	0,723825	-1,99334	0,0482

Grupo 1 x outros grupos

Houve correlação significativa com os grupos 5 e 8

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo1 x grupo 5	0,0183171	0,00217717	8,41327	0,000
Grupo 1 x grupo 8	-0,00119852	0,000606537	-1,97601	0,0503

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 1 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 9,85121% (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa total no grupo 1.

Houve correlação significativa.

As variáveis abióticas mais significativamente correlacionadas foram insolação, vento e vazão:

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 1 x insolação	0,457485	0,199091	2,29787	0,0231
Grupo 1 x vento	0,809528	0,257198	3,14749	0,0020
Grupo 1 x vazão defluente	-0,604166	0,325575	-1,85569	0,0656

**Grupo 3 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 23,9156% (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa no grupo 3

As variáveis abióticas mais significativamente correlacionadas foram pH e transparência.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 3 x pH	9,78743	2,56167	3,82072	0,0002
Grupo 3 x transparência	0,875155	0,375065	2,33334	0,0211

**Grupo 3 x outros grupos**

O modelo explica 2,24267% da variabilidade da biomassa no grupo 3

Não houve correlação significativa

Não houve variáveis correlacionadas significativamente.

**Grupo 4 x outros grupos**

O modelo explica 58,4848 % da variabilidade do grupo 4 (= R-quadrado)

Houve altas correlações

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 4 x grupo 9	10,9545	1,48702	7,36673	0,000
Grupo 4 x grupo 15	151,255	23,8922	6,33071	0,000
Grupo 4 x grupo 16	4181,83	1280,37	3,26612	0,0004
Grupo 4 x grupo 10	18,0338	5,31405	3,39361	0,0009
Grupo 4 x grupo 11	4509,16	1234,47	-3,6527	0,0004

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 4 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 7,3731% (=R-quadrado) da variabilidade da biomassa do grupo 4

Não houve correlação significativa. As variáveis abióticas mais significativamente correlacionadas foram vazão afluente e vazão turbinada

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 4 x vazão afluente	-3,08082	1,36153	1,77081	0,0788
Grupo 4 x vazão defluente	2,42751	1,37085	1,13561	0,2581

**Grupo 5 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 12,9412% (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa do grupo 5. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 5 x vento	1,36863	0,593392	2,30645	0,0226

**Grupo 5 x outros grupos**

O modelo explica 39,1675% da variabilidade da biomassa do grupo 5. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 5 x grupo 1	19,1518	2,28532	8,38035	0,000
Grupo 5 x grupo 8	0,0490799	0,019753	2,48468	0,0142

**Grupo 6 x outros grupos**

O modelo explica 49,9551% da variabilidade da biomassa do grupo 6. Houve correlação significativa

	Estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 6 x grupo 7	1,56004	0,140842	11,0765	0,000
Grupo 6 x grupo 17	-3,41885	1,44615	-2,3641	0,0196

**Grupo 6 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 14,1662% da variabilidade da biomassa do grupo 6. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 6 x insolação	1,01892	0,436029	2,33681	0,0209
Grupo 6 x vento	1,1627	0,563289	2,06412	0,0409

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 7 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 14,2876% da variabilidade da biomassa do grupo 7. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 7 x T°água	6,46059	3,00732	2,14829	0,0334

**Grupo 7 x outros grupos**

O modelo explica 54,3898% da variabilidade da biomassa do grupo 7. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 7 x grupo 6	0,311232	0,0280903	11,0765	0,000
Grupo 7 x grupo 17	2,01159	0,635642	3,16466	0,0019

**Grupo 8 x outros grupos**

O modelo explica 35,8615% da variabilidade da biomassa do grupo 8. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 8 x grupo 1	-23,9059	12,1245	-1,97171	0,0508
Grupo 8 x grupo 4	-0,000639885	0,00038175	-1,67615	0,0961
Grupo 8 x grupo 5	0,92373	0,37177	2,48468	0,0142
Grupo 8 x grupo 9	0,013589	0,00769714	1,76546	0,0798
Grupo 8 x grupo 11	14,4656	5,56005	2,60169	0,0104
Grupo 8 x grupo 12	1,44601	0,640676	2,25701	0,0257

**Grupo 8 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 21,0155% da variabilidade da biomassa do grupo 8. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 8 x T° ar	11,245	3,84299	2,92609	0,0040
Grupo 8 x T°água	-11,1371	3,61901	-3,07738	0,0025
Grupo 8 x vento	2,67008	0,68892	3,87574	0,0002

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 9 x outros grupos**

O modelo explica 59,4613% da variabilidade da biomassa do grupo 9. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 9 x grupo 4	0,0268848	0,00364949	7,36673	0,000
Grupo 9 x grupo 8	1,72304	0,975972	1,76546	0,0798
Grupo 9 x grupo 11	266,663	59,8073	4,4587	0,000
Grupo 9 x grupo 12	15,4893	7,2277	2,14305	0,0340
Grupo 9 x grupo 15	-4,5733	1,29306	-3,53681	0,0006
Grupo 9 x grupo 17	-57,3974	27,3249	-2,10055	0,0376
Grupo 9 x grupo 18	0,203426	0,0500306	4,06603	0,0001

**Grupo 9 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 12,4102% da variabilidade da biomassa do grupo 9. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 9 x insolação	-2,03447	0,640705	-3,17536	0,0018
Grupo 9 x pH	12,7539	7,26514	1,75549	0,0814

**Grupo 10 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 7,03442% da variabilidade da biomassa do grupo 10. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi insolação

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 10 x insolação	-1,12336	0,652392	-1,7219	0,0873

**Grupo 10 x outros grupos**

O modelo explica 28,2466% da variabilidade da biomassa do grupo 10. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 10 x grupo 4	0,00451262	0,00132974	3,39361	0,0009
Grupo 10 x grupo 11	33,6868	20,2914	1,66015	0,0993
Grupo 10 x grupo 12	5,08369	2,30557	2,20495	0,0292
Grupo 10 x grupo 15	0,822347	0,426236	1,92932	0,0559

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 11 x outros grupos**

O modelo explica 28,2466% da variabilidade da biomassa do grupo 11. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 11 x grupo 4	-0,0000206	0,00000565	-3,6527	0,0004
Grupo 11 x grupo 8	0,00342129	0,00131502	2,60169	0,0104
Grupo 11 x grupo 9	0,00049740	0,00011155	4,4587	0,000
Grupo 11 x grupo 10	0,00061628	0,00037122	1,66015	0,0993
Grupo 11 x grupo 15	0,00355239	0,00182258	1,949	0,0534
Grupo 11 x grupo 16	-0,151168	0,0891331	-1,69598	0,0923

**Grupo 11 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 2,09618% da variabilidade da biomassa do grupo 11. Não houve correlação significativa. Não houve variáveis correlacionadas significativamente.

**Grupo 12 x outros grupos**

O modelo explica 76,5075% da variabilidade da biomassa do grupo 12. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 12 x grupo 8	0,0260771	0,0115538	2,25701	0,0257
Grupo 12 x grupo 9	0,00220299	0,00102797	2,14305	0,0340
Grupo 12 x grupo 10	0,0070914	0,00321612	2,20495	0,0292
Grupo 12 x grupo 15	-0,0325466	0,0158913	-2,04807	0,0426
Grupo 12 x grupo 16	6,94261	0,498406	13,9296	0,000

**Grupo 12 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 12,5644% da variabilidade da biomassa do grupo 12. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 12 x insolação	-0,660546	0,288842	-2,29022	0,0235
Grupo 12 x T <sup>o</sup> água	-3,69056	1,95732	-1,88552	0,0615

## Grupo 13 x Variáveis Abióticas

O modelo explica 19,9535% da variabilidade da biomassa do grupo 13. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 13 x vento	-1,18872	0,40633	-2,92549	0,0040

## Grupo 13 x outros grupos

O modelo explica 6,3398% da variabilidade da biomassa do grupo 13. Não houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 13 x grupo 17	-0,0004339	0,00034537	-1,25649	0,2112

## Grupo 14 x Variáveis Abióticas

O modelo explica 9,57218% da variabilidade da biomassa do grupo 14. Não houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 14 x vazão afl.	-1,36167	0,775477	-1,75591	0,0813

## Grupo 14 x outros grupos

O modelo explica 9,51191% da variabilidade da biomassa do grupo 14. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi vazão afluyente

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 14 x grupo 15	9,60548	3,02588	3,17444	0,0019

## Grupo 15 x Variáveis Abióticas

O modelo explica 16,231% da variabilidade da biomassa do grupo 15. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 15 x vazão afl.	-1,60871	0,858475	-1,87391	0,0631
Grupo 15 x vento	-1,13366	0,682822	-1,66026	0,0991

**TABELA 6.15 (cont.)****Grupo 15 x outros grupos**

O modelo explica 41,5653% da variabilidade da biomassa do grupo 15. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 15 x grupo 4	0,00155793	0,00024609	6,33071	0,000
Grupo 15 x grupo 9	-0,0191934	0,00542675	-3,53681	0,0006
Grupo 15 x grupo 10	0,0338495	0,0175447	1,92932	0,0559
Grupo 15 x grupo 11	7,99274	4,10073	1,9491	0,0534
Grupo 15 x grupo 12	-0,960394	0,468926	-2,04807	0,0426
Grupo 15 x grupo 14	0,00748944	0,00235929	3,17444	0,0019
Grupo 15 x grupo 16	17,1732	4,00028	4,29301	0,000

**Grupo 16 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 7,46796% da variabilidade da biomassa do grupo 16. Não houve correlação significativa. Não houve variáveis correlacionadas significativamente.

**Grupo 16 x outros grupos**

O modelo explica 75,9429% da variabilidade da biomassa do grupo 16. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 16 x grupo 4	-0,000181	0,00000552	-3,26612	0,0014
Grupo 16 x grupo 11	-0,143197	0,0844332	-1,69598	0,0923
Grupo 16 x grupo 12	0,0862512	0,00619192	13,9296	0,000
Grupo 16 x grupo 15	0,0072302	0,00168418	4,29301	

**Grupo 17 x outros grupos**

O modelo explica 48,7838% da variabilidade da biomassa do grupo 17. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 17 x grupo 6	-0,012056	0,0050999	-2,3641	0,0196
Grupo 17 x grupo 7	0,0355582	0,011236	3,16466	0,0019
Grupo 17 x grupo 9	-0,000571	0,00027227	-2,10055	0,00376
Grupo 17 x grupo 18	0,0011644	0,00013298	8,7562	0,000

**Grupo 17 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 9,96617% da variabilidade da biomassa do grupo 17. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 17 x pH	9,75935	3,42666	2,84806	0,0051
Grupo 17 x vento	0,65285	0,390392	1,67229	0,0967

**TABELA 6.15 (cont.)**

## Grupo 18 x Variáveis Abióticas

O modelo explica 5,96708% da variabilidade da biomassa do grupo 18. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi vazão afluyente

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 18 x vazão afl.	-1,72574	0,89096	-1,93694	0,0548

## Grupo 18 x outros grupos

O modelo explica 53,9775% da variabilidade da biomassa do grupo 18. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 18 x grupo 9	0,554626	0,136405	4,06603	0,0001
Grupo 18 x grupo 17	318,604	36,3861	8,7562	0,000

## Grupo 19 x outros grupos

O modelo explica 2,58942% da variabilidade da biomassa do grupo 19. Não houve correlação significativa. Não houve variáveis correlacionadas significativamente.

## Grupo 19 x Variáveis Abióticas

O modelo explica 10,7948% da variabilidade da biomassa do grupo 19. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 19 x T <sup>o</sup> água	4,84303	2,143	2,25993	0,0254

**TABELA 6.16 Resultado da Análise de Regressão Múltipla para a Praia dos Namorados****Biomassa Total x 19 Grupos**

O modelo explicou 100 % da variabilidade da biomassa total.

Houve correlação altamente significativa com os grupos:

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Biot x grupo 1	0,999967	0,000144999	6896,39	0,0000
Biot x grupo 2	0,999565	0,00110001	908,691	0,0000
Biot x grupo 3	1,00007	0,0000186868	53517,6	0,0000
Biot x grupo 4	0,99999	2,61093E-8	3,83005E7	0,0000
Biot x grupo 5	1,0	0,0000578054	17299,5	0,0000
Biot x grupo 6	0,999998	0,0000291581	34295,7	0,0000
Biot x grupo 7	1,00003	0,00000506286	197523	0,0000
Biot x grupo 8	1,0	0,00000751855	133005	0,0000
Biot x grupo 9	1,00001	0,00000119979	833481	0,0000
Biot x grupo 10	1,0	0,00000168428	593727	0,0000
Biot x grupo 11	0,998799	0,00244062	409,24	0,0000
Biot x grupo 12	0,999962	0,0000964476	10367,9	0,0000
Biot x grupo 13	0,9999	0,0000277729	36006	0,0000
Biot x grupo 14	0,999982	0,000161424	6194,77	0,0000
Biot x grupo 15	1,00003	0,0000058794	170091	0,0000
Biot x grupo 16	0,999298	0,000204541	4885,56	0,0000
Biot x grupo 17	0,999812	0,000396218	2523,39	0,0000
Biot x grupo 18	0,99999	2,50395E-7	3,99369E6	0,0000
Biot x grupo 19	1,00027	0,000715077	13988,2	0,0000

**Biomassa Total x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 7,35742 % da variabilidade da biomassa total. Não houve correlação significativa. As variáveis abióticas mais significativamente correlacionadas foram pH e pluviosidade

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Biot x pH	12,4786	5,2236	2,38888	0,0183
Biot x pluviosidade	7,07032	4,06718	1,73838	0,0844

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 1 x outros grupos**

O modelo explica 10,3512 % da variabilidade da biomassa total no grupo 1.

Não houve correlação significativa. Os grupos mais significativamente correlacionados foram 2, 5 e 6.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 1 x grupo 2	1,18681	0,659715	1,79897	0,0744
Grupo 1 x grupo 5	0,0798842	0,0343883	2,323	0,0217
Grupo 1 x grupo 6	-0,040088	0,0173498	-2,3106	0,0224

**Grupo 1 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 11,2874 % (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa total no grupo 1.

Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 18 x vazão afl.	-0,500051	0,187731	-2,66366	0,0086

**Grupo 2 x outros grupos**

O modelo explica 34,478% da variabilidade da biomassa total. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 2 x grupo 1	0,0206214	0,0114629	1,79897	0,0744
Grupo 2 x grupo 17	0,193228	0,026764	7,21969	0,000

**Grupo 2 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 4,73416% da variabilidade da biomassa total. Não houve correlação significativa. Não houve variáveis correlacionadas significativamente.

**Grupo 3 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 7,07862 % (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa no grupo 3

Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi pH

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 3 x pH	6,26638	3,64233	1,72043	0,0876

**Grupo 3 x outros grupos**

O modelo explica 9,69417 % da variabilidade da biomassa no grupo 3

Não houve correlação significativa. O grupo mais significativamente correlacionado foi o grupo 4.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 3 x grupo 4	0,000366996	0,00011869	3,09186	0,0024

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 4 x outros grupos**

O modelo explica 72,566 % da variabilidade do grupo 4 (= R-quadrado)

Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 4 x grupo 3	187,992	60,8024	3,09186	0,0024
Grupo 4 x grupo 7	-98,001	14,732	-6,65227	0,000
Grupo 4 x grupo 10	17,3795	5,46967	3,17743	0,0019
Grupo 4 x grupo 14	-1313,23	531,927	-2,46882	0,0149
Grupo 4 x grupo 15	58,7476	19,1398	3,0694	0,0026
Grupo 4 x grupo 16	-1261,27	680,749	-1,85277	0,0662
Grupo 4 x grupo 18	5,07248	0,716597	7,07856	0,000

**Grupo 4 x variáveis abióticas**

O modelo explica 7,68157% (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa do grupo 4. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi pH

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 4 x pH	16,7198	9,31114	1,79568	0,0747

**Grupo 5 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 17,3786% (= R-quadrado) da variabilidade da biomassa do grupo 5. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 5 x Transparência	2,04826	0,651978	3,14162	0,0021
Grupo 5 x vazão afl.	-1,46275	0,620837	-2,3561	0,0199
Grupo 5 x vazão defluente	1,16085	0,624775	1,85802	0,0653

**Grupo 5 x outros grupos**

O modelo explica 99,9433 % da variabilidade da biomassa do grupo 5. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 5 x grupo 1	0,502633	0,216372	2,323	0,0217
Grupo 5 x grupo 6	0,504265	0,000109375	461,044	0,000
Grupo 5 x grupo 8	0,0398631	0,0109006	3,65696	0,0004
Grupo 5 x grupo 11	8,41898	3,64273	2,31118	0,0224
Grupo 5 x grupo 13	0,121641	0,0409234	2,9724	0,0035

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 6 x outros grupos**

O modelo explica 99,9431 % da variabilidade da biomassa do grupo 6. Houve correlação significativa

	Estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 6 x grupo 1	-0,991354	0,429046	-2,3106	0,0224
Grupo 6 x grupo 5	1,98188	0,00429869	461,044	0,000
Grupo 6 x grupo 8	-0,00775572	0,0216516	-3,58206	0,0005
Grupo 6 x grupo 11	-16,7415	7,22073	-2,31854	0,0220
Grupo 6 x grupo 13	-0,241282	0,081127	-2,97413	0,0035

**Grupo 6 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 15,7643 % da variabilidade da biomassa do grupo 6. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 6 x Transparência	1,48138	0,73635	2,01178	0,0462
Grupo 6 x vento	1,19151	0,557193	2,13842	0,0342
Grupo 6 x vazão afluyente	-1,22242	0,70118	-1,74337	0,0835

**Grupo 7 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 14,6802 % da variabilidade da biomassa do grupo 7. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 7 x vento	1,17133	0,520157	2,25187	0,0259
Grupo 7 x pluviosidade	6,95832	3,313748	2,2178	0,0282
Grupo 7 x T°água	698,193	200,687	3,479	0,0007

**Grupo 7 x outros grupos**

O modelo explica 97,9067 % da variabilidade da biomassa do grupo 7. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 7 x grupo 4	-0,00260633	0,000301796	-6,65227	0,000
Grupo 7 x grupo 18	0,0488747	0,000666341	73,348	0,000

**Grupo 8 x outros grupos**

O modelo explica 17,8883 % da variabilidade da biomassa do grupo 8. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 8 x grupo 5	2,35635	0,644347	3,65696	0,0004
Grupo 8 x grupo 6	-1,166646	0,325641	-3,58206	0,0005

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 8 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 14,5111% da variabilidade da biomassa do grupo 8. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 8 x T° ar	7,90513	4,261	1,85523	0,0657
Grupo 8 x T°água	-7,51235	3,87192	-1,94021	0,0544

**Grupo 9 x outros grupos**

O modelo explica 8,70225 % da variabilidade da biomassa do grupo 9. Não houve correlação significativa. Não houve correlação significativa. Os grupos mais significativamente correlacionados foram os grupos 14 e 15.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 9 x grupo 14	-19,4313	11,7216	-1,65773	0,0998
Grupo 9 x grupo 15	0,745866	0,426424	1,74912	0,0826

**Grupo 9 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 9,080188 % da variabilidade da biomassa do grupo 9.

Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi o vento.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 9 x vento	1,55948	0,774988	2,01227	0,0461

**Grupo 10 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 5,40388% da variabilidade da biomassa do grupo 10. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi a pluviosidade

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 10 x pluviosidade	13,0923	6,22214	2,10415	0,0372

**Grupo 10 x outros grupos**

O modelo explica 47,1564 % da variabilidade da biomassa do grupo 10. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 10 x grupo 4	0,00417638	0,00131439	3,17743	0,0019
Grupo 10 x grupo 14	48,1391	7,29671	6,59736	0,000
Grupo 10 x grupo 15	-1,53508	0,276031	-5,56124	0,000
Grupo 10 x grupo 16	32,1612	10,3106	3,11925	0,0022

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 11 x outros grupos**

O modelo explica 10,0934 % da variabilidade da biomassa do grupo 11. Não houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 11 x grupo 5	0,00472276	0,00204345	2,311118	0,0224
Grupo 11 x grupo 6	-0,00238953	0,00103062	-2,31854	0,0220
Grupo 11 x grupo 14	-0,00982167	0,00575877	-1,70551	0,0905
Grupo 11 x grupo 15	0,00036678	0,00020962	1,74969	0,0825

**Grupo 11 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 6,82351% da variabilidade da biomassa do grupo 11. Não houve correlação significativa. As variáveis correlacionadas mais significativamente foram vazão afluente e vazão defluente.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 6 x vazão afluente	-0,252574	0,101146	-2,49713	0,0137
Grupo 6 x vazão defluente	0,191381	0,101787	1,88021	0,0622

**Grupo 12 x outros grupos**

O modelo explica 3,78767 % da variabilidade da biomassa do grupo 12. Não houve correlação significativa. Não ocorreram variáveis correlacionadas significativamente

**Grupo 12 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 10,2295 % da variabilidade da biomassa do grupo 12. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 12 x vento	-1,00764	0,324057	-3,10946	0,0023
Grupo 12 x transparência	-0,712415	0,428252	-1,66354	0,0985

**Grupo 13 x variáveis abióticas**

O modelo explica 20,2836% da variabilidade da biomassa do grupo 13. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 13 x insolação	0,601036	0,340835	1,76343	0,0800
Grupo 13 x vento	-1,05031	0,437546	-2,40045	0,0177

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 13 x outros grupos**

O modelo explica 8,99782 % da variabilidade da biomassa do grupo 13. Não houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 13 x grupo 5	0,526957	0,177283	2,9724	0,0035
Grupo 13 x grupo 6	-0,265951	0,0894215	-2,97413	0,0035

**Grupo 14 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 9,84739% da variabilidade da biomassa do grupo 14. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi pluviosidade.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 14 x pluviosidade	3,11539	1,311832	2,36315	0,0195

**Grupo 14 x outros grupos**

O modelo explica 97,911 % da variabilidade da biomassa do grupo 14. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 14 x grupo 4	-0,00003435	0,00001391	-2,46882	0,0149
Grupo 14 x grupo 9	-0,00107345	0,00064754	-1,65773	0,0998
Grupo 14 x grupo 10	0,00524072	0,00079436	6,59736	0,000
Grupo 14 x grupo 11	-2,24518	1,3643	-1,70551	0,0905
Grupo 14 x grupo 15	0,0351906	0,00082684	42,5601	0,000
Grupo 14 x grupo 16	-0,765096	0,0889294	-8,60341	0,000

**Grupo 15 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 24,1734% da variabilidade da biomassa do grupo 15. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 15 x pluviosidade	82,949	36,3803	2,28005	0,0241

**Grupo 15 x outros grupos**

O modelo explica 97,9254 % da variabilidade da biomassa do grupo 15. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 15 x grupo 4	0,00115855	0,0037745	3,0694	0,0026
Grupo 15 x grupo 9	0,0310650	0,0177578	1,74912	0,0826
Grupo 15 x grupo 10	-0,125977	0,0226527	-5,56124	0,000
Grupo 15 x grupo 14	26,5274	0,623293	42,5601	0,000
Grupo 15 x grupo 16	22,0913	2,36623	9,33609	0,000

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 16 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 6,99945 % da variabilidade da biomassa do grupo 16. Não houve correlação significativa. Não ocorreram variáveis significativamente correlacionadas.

**Grupo 16 x outros grupos**

O modelo explica 42,3468 % da variabilidade da biomassa do grupo 16. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 16 x grupo 4	-0,000020	0,00001109	-1,85277	0,0662
Grupo 16 x grupo 10	0,0021807	0,00069911	3,11925	0,0022
Grupo 16 x grupo 14	-0,476529	0,0553884	-8,60341	0,000
Grupo 16 x grupo 15	0,0182527	0,00195507	9,33609	0,000

**Grupo 17 x outros grupos**

O modelo explica 8,60227 % da variabilidade da biomassa do grupo 17. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 17 x grupo 2	1,48933	0,206288	7,21969	0,000
Grupo 17 x grupo 19	0,0375787	0,0155417	2,41792	0,0170

**Grupo 17 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 8,60227 % da variabilidade da biomassa do grupo 17. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi vazão afluente.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 17 x vazão afluente	-0,779093	0,259127	-3,00661	0,0031

**Grupo 18 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 5,02243% da variabilidade da biomassa do grupo 18. Não houve correlação significativa. A variável abiótica mais significativamente correlacionada foi pH.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 18 x pH	15,7699	6,53445	2,41335	0,0171

**Grupo 18 x outros grupos**

O modelo explica 98,0811 % da variabilidade da biomassa do grupo 18. Houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 18 x grupo 4	0,0551518	0,00779139	7,07856	0,000
Grupo 18 x grupo 7	19,9814	0,272419	73,348	0,000

**TABELA 6.16 (cont.)****Grupo 19 x outros grupos**

O modelo explica 6,31135 % da variabilidade da biomassa do grupo 19. Não houve correlação significativa

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 19 x grupo 17	1,15373	0,477157	2,41792	0,0170

**Grupo 19 x Variáveis Abióticas**

O modelo explica 13,1566% da variabilidade da biomassa do grupo 19. Houve correlação significativa.

	estimativa	Erro padrão	Teste T	P
Grupo 19 x vazão afluyente	-0,793581	0,460274	-1,72415	0,0869

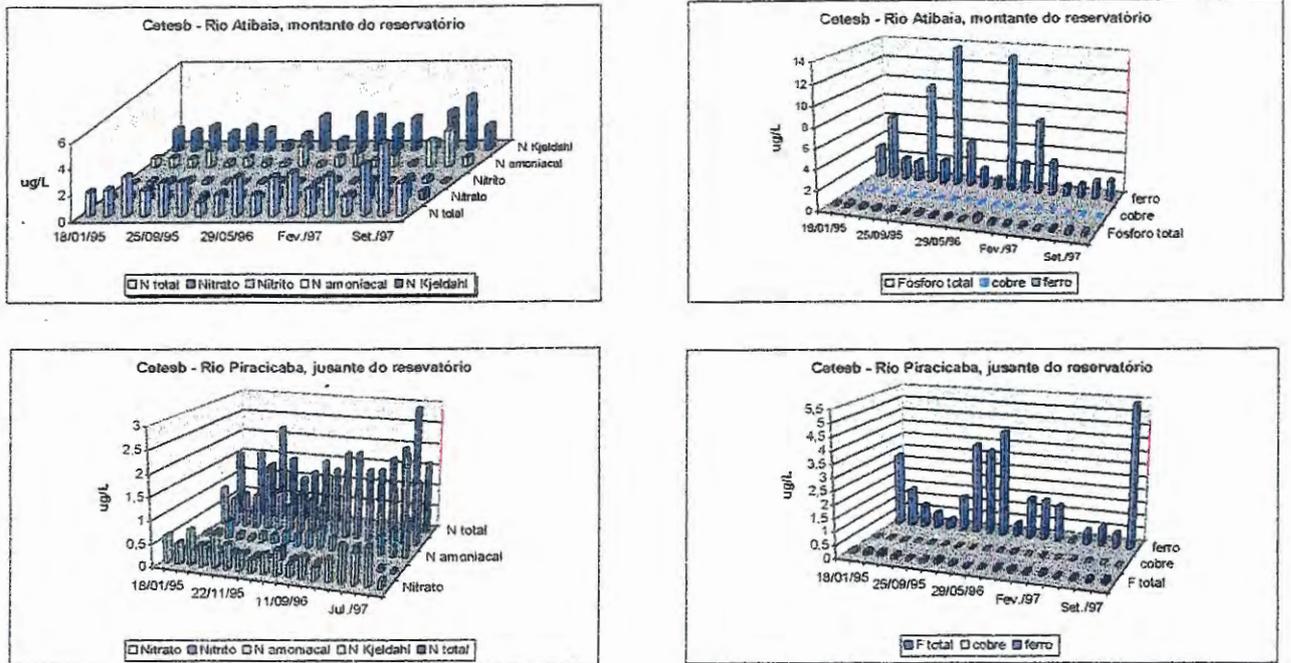


FIGURA 6.5 Valores de nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal, fósforo total, cobre e ferro obtidos por CETESB (1995, 1996 e 1997), nos rios Atibaia e Piracicaba, no período de janeiro/95 a dezembro/97.

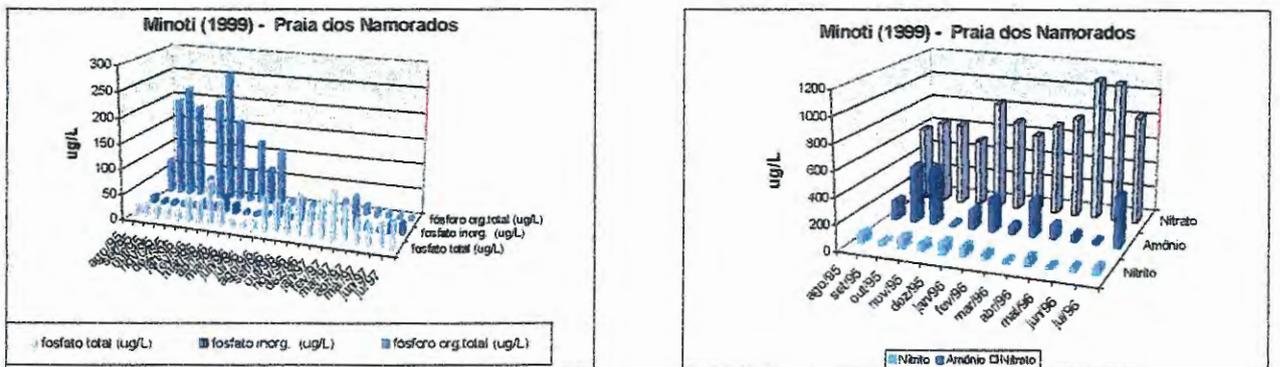


FIGURA 6.6 Valores de nitrito, amônia, nitrato, fósforo total, fósforo inorgânico e fósforo orgânico total obtidos por MINOTI (1999) para a região da Praia dos Namorados, no período de agosto/96 a julho/97.

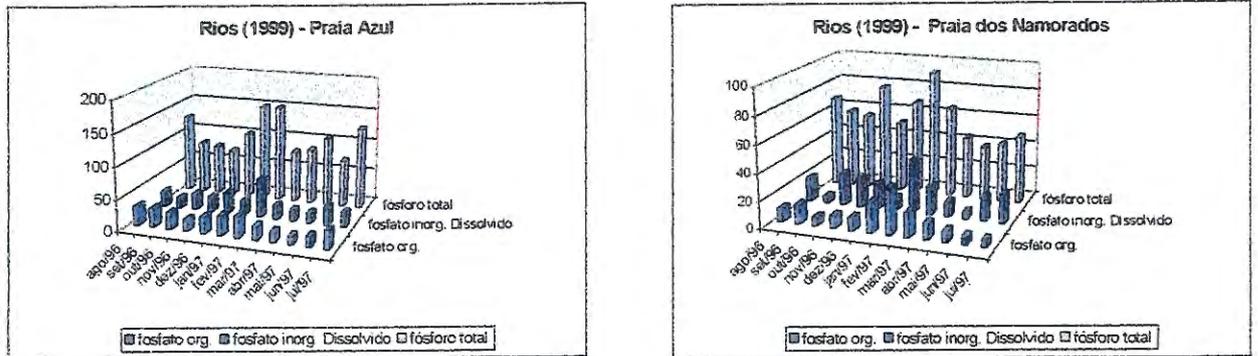


FIGURA 6.7 Valores de fosfato orgânico, fosfato inorgânico dissolvido e fósforo total obtidos por RIOS (1999), para a região da Praia Azul e da Praia dos Namorados, no período de agosto/96 a julho/97.

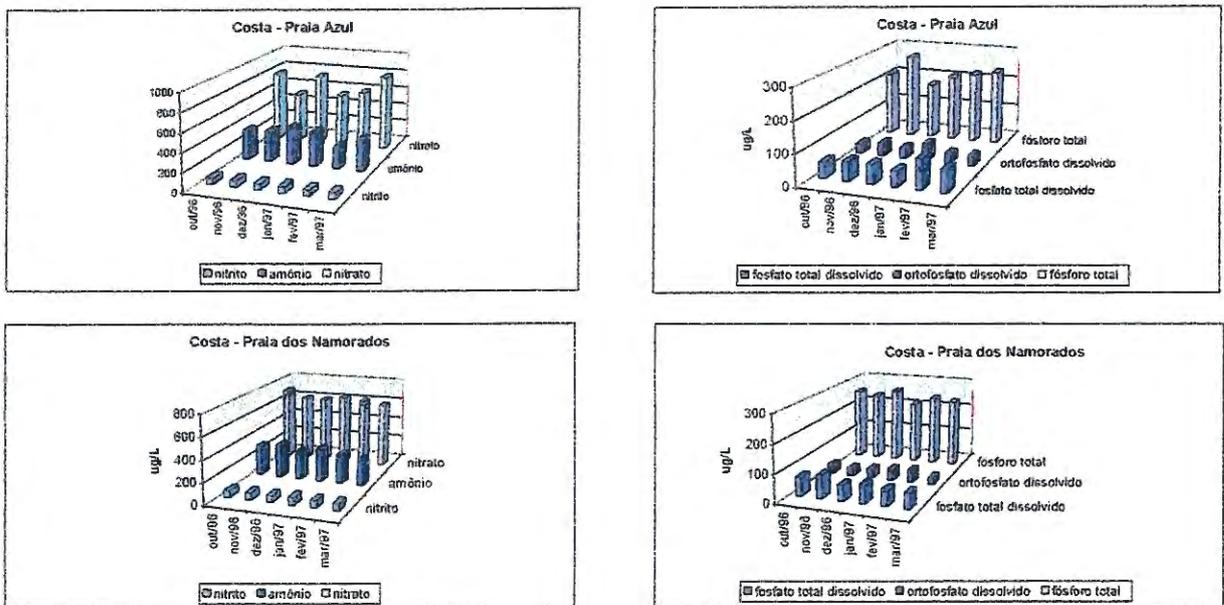


FIGURA 6.8 Valores de nitrito, amônio, nitrato, fosfato total dissolvido, ortofosfato dissolvido e fósforo total obtidos por COSTA (1998), para a região da Praia Azul e Praia dos Namorados, no período de outubro/96 a março/97.