

**PRODUÇÃO PRIMÁRIA E CARACTERIZAÇÃO  
DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA NO  
RESERVATÓRIO DE SALTO GRANDE  
(AMERICANA - SP) EM DUAS ÉPOCAS DO ANO**

Gina Luísa Boemer Deberdt



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

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo Calijuri

São Carlos  
1997



Class. 72.58 - 6610  
Out. 1811  
Tombo 70040198

3110011226

S/S 943076

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

D286p Deberdt, Gina Luísa Boemer  
Produção primária e caracterização da  
comunidade fitoplanctônica no reservatório de  
Salto Grande (Americana - SP) em duas épocas no  
ano / Gina Luísa Boemer Deberdt. -- São Carlos,  
1997.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia  
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.  
Área: Ciências da Engenharia Ambiental  
Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Calijuri

1. Fitoplâncton. 2. Produção primária. 3. Luz.  
4. Material em suspensão. 5. Nutrientes.  
I. Título

## FOLHA DE APROVAÇÃO

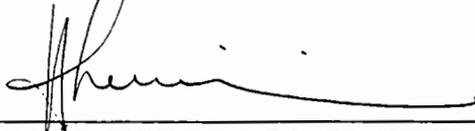
Candidata: Bacharela **GINA LUISA BOEMER DEBERDT**

Dissertação defendida e aprovada em 21-11-1997  
pela Comissão Julgadora:



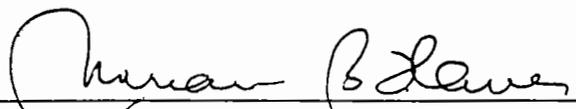
---

Profa. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI (Orientadora)**  
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



---

Profa. Doutora **HAYDÉE TORRES DE OLIVEIRA**  
(Universidade Federal de São Carlos - UFSCar)



---

Doutora **MIRIAM BORGES XAVIER**  
(Instituto de Botânica)



---

Profa. Doutora **MARIA DO CARMO CALIJURI**  
Coordenadora da Área de Ciências da Engenharia Ambiental



---

**JOSÉ CARLOS A CINTRA**  
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

*À minha mãe, por sempre me apoiar com muito amor.*

*Ao meu marido, por estar sempre ao meu lado.*

*À minha filhinha, por me trazer muita alegria.*

## AGRADECIMENTOS

À professora Dra. Maria do Carmo Calijuri, pela valiosa orientação, incentivo e amizade despendidos ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À professora Dra. Míriam Borges Xavier, pelo apoio e inestimável auxílio na identificação do fitoplâncton.

Aos técnicos: Amândio, Luci, Miro, Marcelo e Beto pelo suor, dedicação e amizade ao longo das coletas e dos trabalhos de laboratório.

Aos funcionários: Ivan, Paulo, José Maria, Eli, Catarina, e em especial à Regina e Claudete pela atenção, carinho e amizade em todos estes anos.

Aos professores Dr. Pedro A. Senna e Dra. Haydeé T. Oliveira pelas críticas e sugestões que muito contribuíram para este trabalho.

Aos professores Dr. M. Straskraba e Dr. J. Komárek pela revisão de importantes etapas deste trabalho.

Ao meu marido André Jean que me ajudou muito durante todas as fases deste trabalho.

A todos os colegas que de uma forma ou de outra proporcionaram o bom desenvolvimento deste trabalho e principalmente ao amigo Ricardo pela grande ajuda nos trabalhos de campo.

Ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada – CRHEA, pela infraestrutura oferecida para o desenvolvimento os trabalhos de laboratório.

À Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, pela infraestrutura oferecida para o desenvolvimento do trabalho de campo, e em especial ao Clemir A. Belém por toda atenção despendida.

À Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa de estudo concedida.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	i
<b>LISTA DE TABELAS</b>	iii
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	v
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	vi
<b>RESUMO</b>	vii
<b>ABSTRACT</b>	viii
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. BASES CIENTÍFICAS	1
1.2. OBJETIVOS	5
<b>2. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO</b>	6
2.1. OPERAÇÃO DA USINA	9
2.2. CLIMA	10
2.3. GEOMORFOLOGIA	10
2.4. GEOLOGIA	10
2.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	11
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	12
3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS	12
3.2. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS	13
3.2.1. Radiação Solar	13
3.2.2. Vento	13
3.2.3. Precipitação Total	13
3.2.4. Temperatura do ar	14
3.3. PARÂMETROS HIDROLÓGICOS	14
3.3.1. Tempo Médio de Residência da Água	15
3.3.2. Radiação Solar Subaquática	15
3.3.3. Transparência da Água - Coeficiente de Atenuação do Contraste Vertical	16
3.3.4. Temperatura da Água	16
3.3.5. Oxigênio Dissolvido	17
3.3.6. pH, Alcalinidade e Formas de Carbono	18
3.3.7. Condutividade	19
3.3.8. Material em Suspensão	19
3.3.9. Nutrientes	19
3.4. PARÂMETROS BIOLÓGICOS	22
3.4.1. Clorofila <i>a</i> e Feofitina	22
3.4.2. Produção Primária do Fitoplâncton	23
3.4.3. Taxa de Assimilação	25
3.4.4. Comunidade Fitoplanctônica	26
3.5. ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO	30

<b>4. RESULTADOS</b>	31
4.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS	31
4.1.1. Radiação Solar	31
4.1.2. Vento	31
4.1.3. Precipitação Total	31
4.1.4. Temperatura do Ar	32
4.2. PARÂMETROS HIDROLÓGICOS	32
4.2.1. Tempo Médio de Residência da Água	32
4.2.2. Radiação Solar Subaquática	34
4.2.3. Transparência da Água - Coeficiente de Atenuação do Contraste Vertical	36
4.2.4. Temperatura da Água	37
4.2.5. Oxigênio Dissolvido	37
4.2.6. pH	37
4.2.7. Condutividade	37
4.2.8. Alcalinidade	40
4.2.9. Formas de Carbono	40
4.2.10. Material em Suspensão	42
4.2.11. Nutrientes	44
4.3. PARÂMETROS BIOLÓGICOS	48
4.3.1. Clorofila <i>a</i> e Feofitina	48
4.3.2. Produção Primária do Fitoplâncton	49
4.3.3. Fixação do Carbono no Escuro	52
4.3.4. Taxa de Assimilação	52
4.3.5. Comunidade Fitoplanctônica	55
4.4. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO	63
4.4.1. IET de CARLSON (1977)	63
<b>5. DISCUSSÃO</b>	70
5.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON	70
5.2. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA	80
<b>6. CONCLUSÕES</b>	91
<b>7. BIBLIOGRAFIA</b>	95
<b>APÊNDICE 1:</b> Tabela dos valores de alcalinidade e das concentrações das formas de carbono, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade	
<b>APÊNDICE 2:</b> Tabela das concentrações dos nutrientes nitrogenados, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade	
<b>APÊNDICE 3:</b> Tabela das concentrações dos nutrientes fosfatados e de silicato reativo, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade	
<b>APÊNDICE 4:</b> Lista das espécies encontradas, com suas respectivas densidades (No/ml) e abundância relativa, nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade	

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1** - Localização do município de Americana no Estado de São Paulo. 90
- FIGURA 2** - Localização da estação de coleta no Reservatório de Salto Grande. 90
- FIGURA 3** - Perfis de R.F.A. (radiação fotossinteticamente ativa) no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 4** - Perfis de temperatura e oxigênio dissolvido no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 5** - Perfis de pH e condutividade no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 6** - Perfis da concentração de material em suspensão total, inorgânico e orgânico no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 7** - Perfis das concentrações de clorofila *a* total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$ , e feofitina total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 8** - Perfis da produção primária total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 9** - Densidade total de organismos fitoplanctônicos no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 10** - Porcentagem de contribuição das diferentes classes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 11** - Porcentagem de contribuição média das diferentes classes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90
- FIGURA 12** - Abundância relativa dos organismos mais abundantes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 90

- FIGURA 13** - Razão N/P no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 2
- FIGURA 14** - Número de espécies existentes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 2
- FIGURA 15** - Índice de Diversidade de Shannon no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.2
- FIGURA 16** - Porcentagem de eqüitabilidade no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 2
- FIGURA 17** – Reservatório de Salto Grande em agosto de 1995, período de menor precipitação. 2
- FIGURA 18** - Reservatório de Salto Grande em janeiro de 1996, período de maior precipitação. 2
- FIGURA 19** – Floração algal na superfície da coluna d’água, próxima às margens do Reservatório de Salto Grande. 2
- FIGURA 20** – Floração algal na superfície da coluna d’água, na região limnética do Reservatório de Salto Grande. 2
- FIGURA 21** – “Nata” de algas na superfície da coluna d’água, próxima ao equipamento de incubação para o experimento de produção primária no Reservatório de Salto Grande. 2
- FIGURA 22** – Banco de macrófitas na superfície da coluna d’água, próxima ao equipamento de incubação para o experimento de produção primária no Reservatório de Salto Grande. 2

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1:** Informações sobre o Reservatório de Salto Grande. 3
- TABELA 2:** Índice de Carlson alterado por KRATZER & BREZONIK (KRATZER & BREZONIK, 1981). 3
- TABELA 3:** Variáveis climatológicas, no Reservatório de Salto Grande, durante os dois períodos de coleta. 3
- TABELA 4:** Precipitação mensal e médias mensais de insolação, vento, temperatura do ar e tempo médio de residência da água (TR). 3
- TABELA 5:** Variações diárias do volume do reservatório, da vazão e do tempo médio de residência da água (TR) no Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 3
- TABELA 6:** Profundidades em que o disco de Secchi desapareceu ( $Z_{DS}$ ), profundidade máxima ( $Z_{m\acute{a}x}$ ), limite da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ), ( $Z_{euf}/Z_{m\acute{a}x}$ ) e coeficiente de atenuação do contraste vertical (K) na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 3
- TABELA 7:** Alcalinidade e concentrações de carbono inorgânico, dióxido de carbono total e livre, bicarbonato e carbonato na zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) e na zona afótica ( $Z_{af}$ ) do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 3
- TABELA 8:** Concentrações de nitrogênio orgânico total, nitrato, nitrito e amônio em  $\mu\text{gN/l}$  na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 3
- TABELA 9:** Concentrações de fósforo orgânico total, fósforo total dissolvido, fosfato inorgânico em  $\mu\text{gP/l}$  e silicato reativo em  $\text{mgSi/l}$  na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 3
- TABELA 10:** Clorofila *a* total e da fração menor que  $20\ \mu\text{m}$  ( $\text{mgChl}a/\text{m}^2$ ) e taxa de assimilação do fitoplâncton total e da fração menor que  $20\ \mu\text{m}$  ( $\text{mgC}/\text{mgChl}a*\text{h}$ ). 3

- TABELA 11:** Produção primária do fitoplâncton total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  ( $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ), fixação de carbono no escuro pelo plâncton total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  ( $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ), porcentagem de carbono fixado no escuro pelo plâncton total e na fração menor que 20  $\mu\text{m}$  e taxa de assimilação média do fitoplâncton total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  na zona eufótica ( $\text{mgC}/\text{mgChla}\cdot\text{h}$ ). 4
- TABELA 12:** Índices de Diversidade, Equitabilidade, Riqueza e Dominância, e número de espécies encontradas na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996. 4
- TABELA 13:** Médias das concentrações de material em suspensão total, orgânico e inorgânico ( $\text{mg}/\text{l}$ ) em três reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de CALIJURI, 1988\*). 4
- TABELA 14:** Profundidades em que o disco de Secchi desapareceu ( $Z_{\text{DS}}$ ), limite da zona eufótica ( $Z_{\text{euf}}$ ) e coeficiente de atenuação do contraste vertical ( $K$ ) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*). 4
- TABELA 15:** Intervalo de variação das concentrações de nitrogênio orgânico total, nitrato, nitrito e amônio ( $\mu\text{gN}/\text{l}$ ) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*). 4
- TABELA 16:** Intervalo de variação das concentrações de fósforo orgânico total, fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico ( $\mu\text{gP}/\text{l}$ ) e silicato reativo ( $\text{mgSi}/\text{l}$ ) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*). 4

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$Chl_a$	- Clorofila $a$
K	- Coeficiente de Atenuação do Contraste Vertical
Q	- Vazão defluente
R.F.A.	- Radiação Fotossinteticamente Ativa
TR	- Tempo médio de residência da água
V	- Volume
Z	- Profundidade
$Z_{euf}$	- Profundidade da zona eufótica
$Z_{af}$	- Profundidade da zona afótica
$Z_{max}$	- Profundidade máxima
$Z_{DS}$	- Profundidade do Disco de Secchi

## LISTA DE SÍMBOLOS

°C	- graus Celsius
C	- carbono
Ci	- Currie
cm	- centímetro
E	- Einstein
h	- hora
Km	- quilômetro
Km <sup>2</sup>	- quilômetro quadrado
l	- litro
m	- metro
m <sup>2</sup>	- metro quadrado
m <sup>3</sup>	- metro cúbico
m <sup>3</sup> /s	- metro cúbico por segundo
meq	- miliequivalente
meq/l	- miliequivalente por litro
mg	- miligrama
mg/l	- miligrama por litro
mgC/m <sup>2</sup> *h	- miligrama de carbono por metro quadrado por hora
ml	- mililitro
mm	- milímetro
org.	- organismo
org./l	- organismo por litro
s	- segundo
μ	- micron
μCi	- microcurrie
μE/m <sup>2</sup> *s	- microeinsten por metro quadrado por segundo
μg	- micrograma
μg/l	- micrograma por litro
μm	- micrômetro
μS	- microsiemens
μS/cm	- microsiemens por centímetro

## RESUMO

DEBERDT, G. L. B. (1997). **Produção Primária e Caracterização da Comunidade Fitoplanctônica no Reservatório de Salto Grande (Americana - SP) em duas épocas do ano.** São Carlos, 1997. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

O Reservatório de Salto Grande pertence à Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. Está localizado próximo a grandes centros urbanos, como Americana, Campinas e Limeira, logo, sofre fortes interferências antrópicas. Com o objetivo de estudar a dinâmica da comunidade fitoplanctônica nesse reservatório, foram feitas coletas diárias (6 dias) em duas épocas do ano com características climáticas distintas: inverno (agosto/1995), com temperaturas mais amenas (23 °C), ausência de chuva e radiação solar mais elevada (1170  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ) e verão (janeiro/1996), com temperaturas mais elevadas (26 °C), maiores índices pluviométricos (24 mm) e radiação solar menos intensa (927  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ). O estudo foi realizado em uma estação de coleta considerada representativa do reservatório, onde as diferentes profundidades de estudo foram determinadas em função da porcentagem de radiação solar subaquática (100 %, 50%, 25%, 10% e 1%). Nessas profundidades, foram feitas incubações de amostras com  $^{14}\text{C}$  para determinar a produção primária fitoplanctônica. Mais duas profundidades foram utilizadas na zona afótica. Em todas estas profundidades foram feitas análises das variáveis físicas, químicas e biológicas (análise qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica). As maiores diferenças entre os dados obtidos, de um modo geral, foram encontradas em janeiro. Provavelmente, a chuva foi a maior responsável por grande parte dessas diferenças, uma vez que houve um grande aporte de matéria inorgânica para o corpo d'água devido ao carreamento do solo. Isso aumentou sensivelmente a quantidade de material em suspensão, diminuindo, conseqüentemente, a transparência da água e a profundidade da zona eufótica. As profundidades em que o disco de Secchi desapareceu foi em média 1,16 m no período de seca e de 0,32 m no período de chuva. Com tudo, pode-se dizer que o fator luz foi preponderante na dinâmica da comunidade fitoplanctônica. A produção primária foi maior no período de inverno (84,65  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ) comparado ao período de verão (17,58  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ). A classe Cryptophyceae (37 %) predominou no período de inverno e a classe Cyanophyceae (84 %) predominou no período de verão.

Palavras-chave: fitoplâncton; produção primária; luz; material em suspensão; nutrientes.

## ABSTRACT

DEBERDT, G. L. B. (1997). **Primary Production and Characterisation of the Phytoplankton Community in the Salto Grande Reservoir (Americana - SP) in two periods of the year.** São Carlos, 1997. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The Salto Grande Reservoir belongs to the watershed of the Piracicaba River. It is situated near big cities like Americana, Campinas and Limeira. Therefore it suffers greatly from anthropogenic interferences. The objective of studying the dynamics of the phytoplankton community in this reservoir was achieved on a daily basis by gathering (6 consecutive days) twice a year with distinctive climatic characteristics: winter (August/1995) with mild temperatures (23 °C), no rain and higher sun radiation (1170  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ), and summer (January/1996) with higher temperatures (26 °C), greater rainfall indicator and a lower sun radiation (927  $\mu\text{E}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ). Only one representative gathering station of the reservoir was used where different depths of studies were determined by the percentage of subaquatic sun radiation (100 %, 50 %, 25 %, 10 % and 1 %). In these depths we did incubations of specimens with  $^{14}\text{C}$  to determine a primary production of phytoplankton. Two other depths were used in the aphotic zone. In all these depths we did an analysis of the physical, chemical and biological variations (qualitative and quantitative variations of the phytoplankton community). The greatest differences between the information that was obtained, in general, were found in January. Probably the rain was responsible for the major part of these differences. In one occasion there was a great sliding of inorganic material to the volume of water due to the dragging of the soil. This increased the quantity of the suspended material greatly reducing consequently the water transparency and the depth of the euphotic zone. The depths where the Secchi's disc disappeared was around 1.16 m in the dry season and 0.32 m in the rainy season. In all, we can say that the light factor was extremely important for the dynamic of the phytoplankton community. The primary production was greater in the winter (84.65  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ) compared to the summer (17.58  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ). The Cryptophyceae (37 %) predominated in the winter and the Cyanophyceae (84 %) predominated in the summer.

Keywords: phytoplankton; primary production; light; suspended material; nutrients.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. BASES CIENTÍFICAS

A obtenção de informações integradas sobre um reservatório, depende basicamente do estudo das interações que ocorrem entre os fatores bióticos e abióticos que regem o funcionamento deste ecossistema. Porém, não se pode esquecer que estas interações estão vinculadas a uma escala temporal, refletindo um comportamento dinâmico e imprevisível, intrínseco a cada ambiente.

Não obstante às características próprias de cada ecossistema aquático, seja ele um lago natural ou artificial, também deve-se levar em conta a influência da latitude, bem como as características climáticas locais. Nos lagos tropicais as variações anuais de temperatura da água são relativamente pequenas se comparadas com as variações diárias (GANF & HORNE, 1975), em contraste com lagos temperados onde as variações sazonais de temperatura são fortemente influenciadas pela meteorologia, batimetria e morfologia do lago.

Em se tratando de um reservatório, os aspectos do procedimento operacional para usos múltiplos são fundamentais. Os reservatórios construídos para produção de energia elétrica exigem um sistema operacional que produz várias mudanças nos mecanismos de funcionamento durante o ano. Assim, numa represa, a frequência de chuva e o volume de precipitação regem sua operação. Na estação chuvosa, após alcançar o limite de estocagem, o vertedouro passa a controlar o volume da represa, aumentando o fluxo e conseqüentemente diminuindo o tempo de residência da água, de nutrientes e de organismos dentro do sistema (CALIJURI & TUNDISI, 1990).

O conjunto de alterações que ocorrem num reservatório, ao longo de uma escala temporal variada, desencadeiam diferentes respostas por parte da biota, que podem ser utilizadas como parâmetros em estudos limnológicos. A utilização da comunidade fitoplanctônica como bioindicadora do estado de entropia de um ecossistema aquático se fundamenta na avaliação da base de uma cadeia alimentar, onde os efeitos oriundos das alterações ambientais serão refletidos em todos os seus componentes, e conseqüentemente, no bioma como um todo. Mudanças na dinâmica da comunidade fitoplanctônica são reflexos das alterações físicas, químicas e/ou biológicas que ocorrem num corpo d'água.

A produtividade primária do fitoplâncton é um processo complexo, no qual estão envolvidos diferentes fatores bióticos e abióticos, inibindo-a ou estimulando-a. Segundo GOLTERMAN (1975), os fatores que controlam o máximo florescimento do fitoplâncton são: luz, temperatura e turbulência (físicos); nutrientes inorgânicos e orgânicos e outros compostos orgânicos como vitaminas, substâncias quelantes e antibióticos, promotores e inibidores do crescimento (químicos), assim como parasitismo, predação e competição (biológicos), atuando conjuntamente. Segundo o mesmo autor, a variação de um ou de alguns fatores, pode modificar toda a estrutura trófica do sistema, porque induz a uma sucessão da comunidade fitoplanctônica.

Nos ecossistemas aquáticos a produção primária representa a síntese de matéria orgânica de alto potencial químico, a partir de fontes de energia externa (JØRGENSEN, 1980). Responsável por até 95% da produção total do sistema, em alguns casos a comunidade fitoplanctônica comporta-se de forma diferenciada, dependendo da ocorrência e intensidade dos fatores climatológicos como radiação solar, precipitação e vento e fatores hidrológicos, como a estrutura térmica da coluna d'água, concentração de nutrientes e profundidade da zona eufótica (STEEMANN-NIELSEN, 1962 e TALLING, 1965). Com relação à radiação solar, REYNOLDS (1990) cita algumas adaptações fisiológicas disponíveis à alga para maximizar a produtividade primária sob baixas intensidades luminosas ou explorar freqüentes e breves exposições a altas intensidades luminosas em uma parte mais profunda da

coluna d'água. Isso geralmente envolve aumento do conteúdo celular de pigmento fotossintético.

Os produtores primários, em muitos ecossistemas aquáticos artificiais, são os mais importantes na fixação da energia radiante e na organização espacial e temporal das redes tróficas (CALIJURI & TUNDISI, 1990). Normalmente há, ainda, uma estreita relação entre a produção primária do fitoplâncton e a predação exercida pelo zooplâncton, cuja composição, tanto qualitativa quanto quantitativa, durante o mesmo período, varia em função da biomassa fitoplanctônica e sua produção primária (MELACK, 1979). Essa predação funciona como um fator adicional que limita e altera a quantidade e a qualidade do fitoplâncton no ecossistema aquático (STEEMANN-NIELSEN, 1962).

De acordo com LEWIS (1974), tanto nos lagos temperados como nos tropicais, a produtividade primária é geralmente limitada por dois recursos: luz e nutrientes. A diferença que se observa entre os ecossistemas das duas regiões não é, no entanto, o fator limitante, mas o seu modo de operação. Nas regiões temperadas, com estações climáticas bem definidas, os dois fatores citados operam fora de fase, ocorrendo grande perda de recursos. Nas regiões tropicais, as fontes de recursos não são controladas por variações sazonais assim, a causa da variabilidade no suprimento de recursos pode ser expressa como pulsos freqüentes e irregulares, de menor amplitude. Taxas de produtividade maiores têm sido observadas nestas regiões, porque a luz é utilizada com mais eficiência pelos organismos fitoplanctônicos, pois as altas taxas de insolação têm menor probabilidade de coincidir com a depressão extrema de nutrientes. Os nutrientes, por sua vez, são usados com maior eficiência, devido a alta freqüência das variações, que os distribui de forma eqüitativa em relação à luz, e simultaneamente, permite que sejam reciclados mais rapidamente.

Em regiões tropicais raramente a radiação solar é um fator limitante, mas ela pode funcionar como um fator controlador, considerando-se a inibição na superfície e o elevado coeficiente de extinção vertical, que pode ocorrer em alguns sistemas devido a própria densidade do fitoplâncton e a concentração de material em

suspensão na água, diminuindo a penetração da intensidade luminosa (TUNDISI & MATSUMURA-TUNDISI, 1976, 1981 e TUNDISI et al. 1993).

Os habitats do fitoplâncton de lagos, reservatórios, rios e mares, são caracterizados por persistente variabilidade. Na maioria das vezes esta variabilidade é causada por uma força externa como a energia solar, que pode ser de forma direta (através da variação na distribuição ao longo do dia, estações do ano e latitude) ou indireta (através de mudanças na pressão atmosférica, vento, evaporação e precipitação, movimento geoquímico e dispersão de partículas). A vida aquática é capaz de responder a flutuações físicas e químicas e, em retorno, modificar seus efeitos através do crescimento dos organismos, seleção de espécies e estrutura da comunidade (REYNOLDS, 1990).

As flutuações ambientais alogênicas, geradas pela variabilidade na intensidade do vento e aquecimento solar na superfície, muitas vezes ocorre num intervalo de frequência entre poucas horas e alguns dias (escala de tempo de uma geração algal). Logo, as vantagens seletivas mudam de espécie para espécie antes que qualquer uma tenha a oportunidade de se sobrepor frente às outras (REYNOLDS, 1988).

HARRIS (1980), discute a importância da frequência dos distúrbios. Em frequências da ordem de poucas horas, menor que o tempo de geração, as respostas são fisiológicas; por outro lado, pulsos de baixa frequência, separados por intervalos de 10 dias ou mais, cada um pode iniciar uma mudança na seqüência sucessional. Progressivamente, maiores escalas intermediárias (200-20h) interagem com taxas de crescimento e tendem a preservar alta diversidade de espécies.

Segundo REYNOLDS (1990), períodos da ordem de  $10^5$  segundos são adequados para permitir o crescimento de algumas células ou ao menos, alcançar o ponto de replicação. As sucessivas gerações têm oportunidade de se adaptar fisiologicamente às variáveis ambientais do meio e conseqüentemente modificar os desempenhos e respostas das gerações subseqüentes. Independentemente das alternações entre dia e noite (dias consecutivos ora ensolarados ora nublados e ora com vento ora calmo), variações diárias na cobertura de nuvens, pode causar redução

significante na radiação solar que atinge a superfície d'água, enquanto diferenças diárias na média da velocidade do vento influenciará a disponibilidade de luz na água.

Portanto, pela importância de se conhecer a dinâmica da comunidade fitoplanctônica em ambientes tropicais em estado avançado de eutrofização, o estudo da produção primária da comunidade fitoplanctônica do Reservatório de Salto Grande em duas épocas do ano (verão e inverno) e em curto período de tempo (6 dias consecutivos), bem como sua relação com fatores ambientais, foi o principal objetivo deste trabalho. Espera-se, com este estudo, contribuir para um melhor entendimento dos processos que regem esse ecossistema, bem como o aprimoramento das técnicas utilizadas em estudos limnológicos.

## 1.2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivos principais:

- a) Determinar a produção primária do fitoplâncton em curtos períodos de tempo (6 dias), em duas épocas distintas: inverno (menor precipitação) e verão (maior precipitação e temperaturas mais elevadas);
- b) determinar as diferenças entre as duas épocas de estudo (inverno e verão) das principais variáveis ecológicas, condicionadoras da produção primária, especialmente, as relacionadas a climatologia e hidrologia;
- c) determinar a capacidade fotossintética da comunidade fitoplanctônica ( $\text{mgC} \cdot \text{mgChla}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ) nas duas épocas de estudo;
- d) determinar a importância da fração do fitoplâncton menor que 20  $\mu\text{m}$ , para a produção primária total, assim como a sua fixação de C no escuro, nas diferentes épocas de estudo (inverno e verão);
- e) caracterizar a comunidade fitoplanctônica em curtos períodos de tempo, em duas épocas distintas (inverno e verão).

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO

O Reservatório de Salto Grande pertence à Sub-Bacia do Rio Atibaia que faz parte da Bacia do Rio Piracicaba e localiza-se no centro leste do estado de São Paulo, uma das regiões de maior crescimento econômico do país. A barragem represa o Rio Atibaia aproximadamente a 700 metros a montante da confluência deste com o Rio Jaguari, ambos formadores do Rio Piracicaba.

A represa de Salto Grande começou a ser construída em 1940 e foi concluída em 1949, entrando em funcionamento em 1950, com a finalidade de gerar energia elétrica. Está situada no Município de Americana, Estado de São Paulo, a 22°44' de latitude sul e 44°19' de longitude oeste, numa altitude de 530 m (FIGURAS 1 e 2).

A bacia de contribuição dessa represa tem área da ordem de 2770 Km<sup>2</sup>, sendo seu maior afluente o rio Atibaia com vazão média da ordem de 38,74 m<sup>3</sup>/s. A área inundada mínima é de 10,55 Km<sup>2</sup>, e a área máxima de inundação é de 13,25 Km<sup>2</sup>, com profundidade média da ordem de 8,00 m atingindo o valor máximo de 19,80 m, aproximadamente (TABELA 1).

O reservatório tem como única drenagem significativa a alimentá-lo o Rio Atibaia. Além desse rio, apenas pequenos córregos deságuam no reservatório, sendo o maior deles com aproximadamente 5 Km de extensão. Essas drenagens são mais extensas na margem esquerda do reservatório, pois na margem direita o interflúvio é bastante estreito devido ao fato do Rio Jaguari estar muito próximo (TEIXEIRA, 1997).

De acordo com ARCIFA & FROENLICH (1985), o padrão de circulação do reservatório de Americana é polimítico. Em reservatórios polimíticos rasos, há um freqüente enriquecimento do corpo d'água correspondendo às partes

misturadas pelo vento, embora, isto seja compensado pelos baixos valores de transparência que são refletidos nas baixas taxas de produção por unidade de área apesar da alta taxa de produção obtida próximo a superfície.

O objetivo principal da construção da represa de Salto Grande foi possibilitar o aproveitamento Hidroelétrico pela USAM (Usina Hidroelétrica de Americana) da CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz), mas atualmente a represa é importante também para irrigação, piscicultura, recreação e abastecimento.

Pela sua localização geográfica e pelos aspectos climatológicos, o metabolismo desse sistema está sujeito a duas estações bem marcadas, uma mais fria e seca (de abril a setembro) e outra mais quente e chuvosa (de outubro a março).

**TABELA 1:** Informações sobre o Reservatório de Salto Grande.

01.	Rio	Atibaia
02.	Município	Americana
03.	Estado	São Paulo
04.	Início de Funcionamento	1.949
05.	Área de Drenagem	2.770 Km <sup>2</sup>
06.	Área Mínima Inundada	10,55 Km <sup>2</sup>
07.	Área Máxima Inundada	13,80 Km <sup>2</sup>
08.	Perímetro do Reservatório	64 Km
09.	Comprimento do Reservatório	17 Km
10.	Volume Máximo do Reservatório	10,6*10 <sup>7</sup> m <sup>3</sup>
11.	Descarga Máxima Vertida	936 m <sup>3</sup> /s
12.	Capacidade Nominal	30,0 Mw
13.	Capacidade Efetiva	33,6 Mw
14.	Produtividade Média	0,254 Mw/m <sup>3</sup> /s
15.	Geração Média	9,0 Mw
16.	Tomada D'água	BARRAGEM



FIGURA 1 - Localização do município de Americana no Estado de São Paulo.

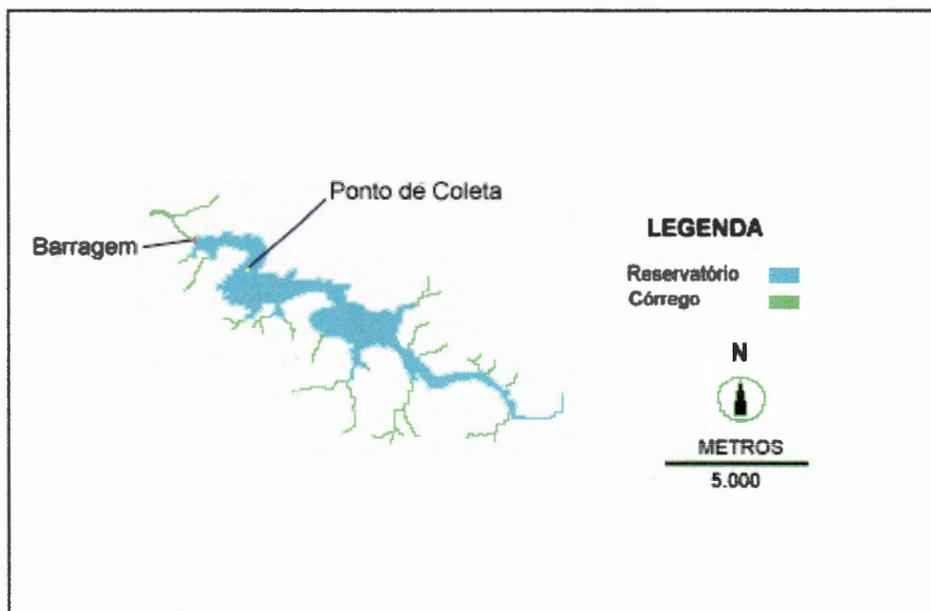


FIGURA 2 - Localização da estação de coleta no Reservatório de Salto Grande.

## 2.1. OPERAÇÃO DA USINA

De acordo com o relatório da CPFL (1994), todo sistema elétrico costuma apresentar sua maior demanda entre 19 e 21 horas, quando todas as usinas devem contribuir com a maior parcela possível de energia elétrica gerada. Desta forma, sob o ponto de vista elétrico, a operação ideal de uma usina seria o acúmulo de água durante a maior parte do dia, gerando a maior potência possível no período de maior demanda. Porém, observa-se que a Usina de Americana vem operando com a mesma potência durante as 24 horas do dia. Com isto, obtêm-se uma vazão defluente constante, variando apenas em função de maiores ou menores vazões afluentes.

Segundo este mesmo relatório, a operação da Usina de Americana vem servindo para regularização do Rio Piracicaba, e não mais somente para os objetivos energéticos aos quais foi projetada. Ocorrem grandes variações na vazão registrada ao longo do ano. A incidência das máximas vazões se dá nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março e das mínimas, nos meses de agosto, setembro, outubro e novembro, caracterizando assim três períodos hidrológicos diferenciados para o ano e conseqüentemente três tipos de operação:

- i. Operação de cheia: tem como objetivo minimizar os efeitos danosos das grandes vazões, que são as inundações de áreas urbanizadas, sob influência do reservatório quer a montante, como a jusante do mesmo.
- ii. Operação de seca: tem como objetivo garantir vazões mínimas satisfatórias nas captações dos municípios sob influência do reservatório (Sumaré, Americana e Piracicaba) e condições de vida ao longo dos rios.
- iii. Operação normal: tem como objetivo atender todos os requisitos básicos da bacia, já que as condições hidrológicas são favoráveis.

## 2.2. CLIMA

De acordo com a classificação internacional de KÖPPEN, a Sub-Bacia do Rio Atibaia apresenta no trecho superior, formado pelas Micro-Bacias do Rio Atibainha e do Rio Cachoeira, um clima tipo Cfb, isto é, temperado brando, sem estação seca e com verão suave, e nos trechos médio e inferior, um clima do tipo Cwa, temperado brando com inverno seco e verão quente.

A temperatura média anual varia de 18 °C no trecho superior da sub-bacia a 20 °C no trecho inferior. Os maiores valores de precipitação são encontrados no trecho superior (1500 mm/ano) e os menores, no trecho inferior (1300 mm/ano), sendo os meses de dezembro a fevereiro os mais chuvosos e os meses de junho a agosto os mais secos (COELHO, 1993).

## 2.3. GEOMORFOLOGIA

O Reservatório de Salto Grande, situa-se em uma área da Depressão Periférica Paulista dominada por colinas amplas, com interflúvios de área superior a 4 Km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, e vertentes com perfis retilíneos a convexos. As declividades são baixas (<15%) e as amplitudes locais são inferiores a 100 metros. Às margens do reservatório, as colinas têm seus topos nivelados em torno de 600 metros. Como o nível d'água do mesmo se encontra próximo à cota de 532 metros, há um desnível aproximado de 70 metros entre o topo das colinas e a lâmina d'água (COELHO, 1993).

## 2.4. GEOLOGIA

A Sub-Bacia do Rio Atibaia tem seu limite superior nas rochas cristalinas do Planalto Atlântico, e em seu baixo curso atravessa rochas sedimentares

paleozóicas da Bacia do Rio Paraná, além de alguns corpos de rochas intrusivas básicas de idade juro-cretácica. As unidades lito-estratigráficas do Planalto Atlântico cortadas pela sub-bacia são: Complexo Paraíba do Sul, Complexo Amparo, Grupo São Roque, Suite Granítica Sintectônica Fáceis Cantareira e Suites Graníticas Indiferenciadas. Em seu trecho final, até o Reservatório de Salto Grande, o Rio Atibaia percorre rochas da borda leste da Bacia do Rio Paraná. Aí afloram rochas paleozóicas da Formação Itararé, rochas extrusivas básicas e sedimentos cenozóicos indiferenciados (SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, 1994).

## 2.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

A qualidade da água do Rio Atibaia apresenta-se num processo crescente de deterioração, causado, sobretudo, pela alta densidade urbana e industrial principalmente em seu trecho inferior. Na foz do Ribeirão Anhumas, o Rio Atibaia recebe parte dos esgotos domésticos e industriais da Cidade de Campinas. Mais a jusante, o rio recebe os despejos do Polo Petroquímico de Paulínia, que apresenta uma alta concentração de indústrias, e também recebe os esgotos domésticos e industriais da cidade de Paulínia.

As vertentes da margem direita do Reservatório de Salto Grande encontram-se tomada por canaviais em sua quase totalidade, restando manchas restritas de capoeira e mata natural, que aparecem como matas ciliares nas pequenas drenagens e nas margens do reservatório. Já na margem esquerda, a ocupação do solo é mais diversificada. A área dessa margem encontra-se toda ocupada por chácaras de veraneio, clubes e áreas de lazer públicas, como a praia Azul e a dos Namorados, que estão urbanizadas, com densidade populacional relativamente elevada, e consideradas como bairros da cidade de Americana. As poucas áreas livres das margens são tomadas por pastagens, capoeiras e reduzidíssimas manchas de mata natural. Em áreas mais afastadas das margens existem plantações de café e cana com pequenas dimensões (COELHO, 1993).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Um dos aspectos mais importante de um trabalho científico é a escolha dos métodos de investigação. Para que os trabalhos possibilitem avanços nos estudos limnológicos, permitam realizar predições sobre o comportamento ecológico dos lagos e a estrutura das comunidades de águas continentais em função de diversos tipos de impactos, é necessário que exista uma padronização metodológica (CALIJURI, 1985).

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada nas recomendações do manual do IBP (GOLTERMAN et al., 1978; VOLLENWEIDER, 1974), com algumas modificações para a análise química (MACKERETH et al., 1978), tendo sido aplicada com grande sucesso em diversos ecossistemas aquáticos do Brasil.

Para este estudo, foi utilizada apenas uma estação de coleta considerada representativa do reservatório, próxima a 22°43' de latitude sul e 47°16' de longitude oeste (FIGURA 2). As coletas foram feitas em curtos períodos de 6 dias consecutivos em duas épocas do ano (agosto de 1995 e janeiro de 1996). As diferentes profundidades de amostragem na coluna d'água, foram determinadas em função da porcentagem de radiação solar subaquática.

## **3.2. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS**

### **3.2.1. Radiação Solar**

As medidas diárias de radiação solar incidente foram feitas no período das 8 às 13 horas na superfície do corpo d'água. Para isso, foi utilizado um "Quanta-Meter" Ly-Cor entre 400-700 nm (i.e. no visível) de sensibilidade.

Os valores de insolação (horas/dia) foram obtidos no Instituto Agrônomo de Campinas (Campinas/SP), coletados na estação climatológica do Município de Limeira.

### **3.2.2. Vento**

As medidas diárias de velocidade média do vento, obtidas no período das 8 às 13 horas, no Reservatório de Salto Grande foram feitas utilizando um anemômetro totalizador Windwed da R. Fuess, instalado a 2,5 m do solo, que fornece dados em quilômetros por hora.

As médias mensais de velocidade do vento foram obtidas no Instituto Agrônomo de Campinas (Campinas/SP), coletadas na estação climatológica do Município de Limeira.

### **3.2.3. Precipitação Total**

Os valores diários de precipitação total foram obtidos na Usina da CPFL (Companhia Paulista de Força e Luz) do Reservatório de Salto Grande e os valores mensais de precipitação total foram obtidos no Instituto Agrônomo de

Campinas (Campinas/SP), coletadas na estação climatológica do Município de Limeira.

#### **3.2.4. Temperatura do ar**

As medidas diárias de temperatura média do ar obtidas no período das 8 às 13 horas na superfície da água foram feitas com um termistor Toho Dentan com acuracidade de 0,1°C.

As médias mensais de temperatura do ar (°C) também foram obtidas através do Instituto Agrônomo de Campinas (Campinas/SP), coletadas na estação climatológica do Município de Limeira.

### **3.3. PARÂMETROS HIDROLÓGICOS**

Os parâmetros hidrológicos foram obtidos na estação de coleta e seguiram a metodologia básica descrita por GOLTERMAN & CLYMO (1969) e TUNDISI (1977).

As profundidades de coleta de água para as análises químicas e biológicas, foram determinadas de acordo com as leituras de radiação solar subaquática.

As amostras de água foram coletadas com garrafa de "Van Dorn", de PVC, com 5 litros de capacidade. O material coletado foi transportado para o laboratório em galões de plástico e foi imediatamente analisado e fixado.

### 3.3.1. Tempo Médio de Residência da Água

Valores mensais do tempo médio de residência da água para o Reservatório de Salto Grande foram calculados para o período de janeiro de 1995 à julho de 1996 e valores diários foram calculados para os dias de coleta (07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996), baseado na fórmula:

$$\overline{TR} = \frac{V}{86400Q}$$

Onde:

TR = tempo médio de residência (dias)

V = volume máximo operacional do Reservatório

Q = vazão defluente média do período (m<sup>3</sup>/s)

### 3.3.2. Radiação Solar Subaquática

A radiação solar subaquática foi determinada com um "Quanta-Meter" Ly-Cor entre 400-700 nm (i.e. na faixa do visível) de sensibilidade (Lambda Instruments). As medidas foram feitas a cada 0,25 metros, em  $\mu E/m^2*s$ , o que permitiu obter um perfil completo em termos de quanta de energia no interior da massa d'água.

Foram selecionadas as seguintes porcentagens de radiação: 100% como sendo a radiação total incidente sobre a superfície da água, 50%, 25%, 10%, 1%, para as quais foram obtidas as profundidades correspondentes (m); mais duas profundidades na zona afótica foram consideradas. Essas medidas foram utilizadas para os cálculos da atividade fotossintética, atenuação da irradiância pela presença do fitoplâncton e material em suspensão.

### 3.3.3. Transparência da Água - Coeficiente de Atenuação do Contraste Vertical

O coeficiente de atenuação do contraste vertical foi calculado a partir de medidas efetuadas com o "Disco de Secchi" com 0,30 m de diâmetro, pintado de branco, e suspenso por uma corda previamente marcada de 10 em 10 centímetros.

De acordo com KIRK (1986), as profundidades nas quais o disco desaparece, foram transformadas em coeficiente de atenuação do contraste vertical, através da fórmula:

$$K = \frac{9}{Z_{DS}}$$

Onde:

K = coeficiente de atenuação do contraste vertical

$Z_{DS}$  = profundidade na qual o disco desaparece, em metros

### 3.3.4. Temperatura da Água

As leituras de temperatura na coluna d'água, foram obtidas de 25 em 25 centímetros, com um termistor Toho Dentan com acuracidade de 0,1°C. Essas medidas, bem como as de radiação solar, foram realizadas no momento da incubação e da retirada das amostras, durante os períodos de estudo.

### 3.3.5. Oxigênio Dissolvido

A estrutura e o funcionamento de qualquer ecossistema muda completamente quando passa de uma fase oxigenada a uma desoxigenada e vice-versa. O oxigênio tem um envolvimento direto nos processos básicos de produção e mineralização da matéria orgânica.

A quantidade de oxigênio dissolvido na água foi determinada a cada 50 centímetros através de um eletrodo, que introduzido na coluna d'água, fornece medidas diretas em mg/l. O equipamento utilizado para essas medições foi o HORIBA U-10.

Também foi determinada a quantidade de oxigênio dissolvido na água pelo método clássico de "Winkler" (modificado pela adição de Azida), descrito em GOLTERMAN et al. (1978).

As amostras foram coletadas em frascos âmbar, de 250 ml, e fixadas imediatamente após a coleta com 2 ml de sulfato manganoso e uma solução alcalina de iodeto de potássio e azida (2 ml).

No laboratório, as amostras foram acidificadas com 2 ml de ácido sulfúrico e, após um intervalo de 40 minutos, foram tituladas com tiosulfato de sódio. A titulação foi feita com uma bureta manual de pistão (Metrohm Herisau) e um agitador magnético. Para todas as amostras foi feita uma réplica.

Para o cálculo do oxigênio dissolvido em mg/l, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$O_2 \text{ mg} \cdot l^{-1} = \frac{\text{ml de Tiosulfato} \cdot N \cdot 8 \cdot 1000}{\text{ml de Amostra Titulada} \cdot \frac{(\text{ml do Frasco} - 4)}{\text{ml do Frasco}}}$$

Onde:

N = normalidade de Tiosulfato (equivalentes por l)

8 = massa de O<sub>2</sub> por equivalente (mg de O<sub>2</sub> por miliequivalente)

4 = ml de fixadores

1000 = fator de ajuste (ml para l)

### 3.3.6. pH, Alcalinidade e Formas de Carbono

O pH de uma solução é igual ao logaritmo negativo da concentração hidrogeniônica, sendo uma relação numérica que exprime o equilíbrio entre íons hidrogênio ( $H^+$ ) e hidroxilas ( $OH^-$ ) do meio. Os valores de pH variam na escala de 0 a 14. A alcalinidade de uma amostra d'água é definida como a quantidade de prótons  $H^+$ , necessários para neutralizar as bases presentes nessa água. Sua determinação procede de uma titulação da amostra por um ácido forte.

O  $CO_2$  total (ou carbono inorgânico total) é a soma de todas as formas carbonatadas dissolvidas,  $[HCO_3^-] + [H_2CO_3] + [CO_3^{2-}]$ . Nas avaliações das taxas metabólicas de produção/respiração é preciso medir o carbono inorgânico total e não somente o  $CO_2$  dissolvido, em vista de que qualquer produção ou consumo de  $CO_2$  provoca uma redistribuição de todas as formas carbonatadas (CARMOUZE, 1994).

Foi coletada água das profundidades escolhidas e colocadas em frascos âmbar (250 ml), a fim de evitar a formação de bolhas e impedir a exposição a luz. As amostras foram conduzidas imediatamente ao laboratório, onde a partir de uma subamostras de 100 ml cada procederam as medidas.

Foram utilizados para as medidas de pH e alcalinidade, um pHmetro e uma bureta manual de pistão da Metrohm, segundo as técnicas descritas em GOLTERMAN & CLYMO (1969). A partir dos dados obtidos foram calculados os valores de  $CO_2$  total,  $HCO_3^-$ ,  $CO_2$  livre e  $CO_3^{2-}$  segundo a metodologia descrita em MACKERETH et al. (1978).

Também foram feitas medidas de pH a cada 50 centímetros na coluna d'água utilizando-se um eletrodo com membrana do equipamento U-10 da HORIBA.

### **3.3.7. Condutividade**

Condutividade elétrica ou condutância específica é a capacidade de uma solução conduzir corrente elétrica e está relacionada à concentração de íons na água.

As medições de condutividade foram obtidas com um condutivímetro Hidrocean, de leitura direta em  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e com o eletrodo com membrana do equipamento U-10 da HORIBA, de leitura direta na coluna d'água em  $\text{mS}/\text{cm}$ .

Assim como pH (através do pHmetro) e alcalinidade, as medidas com o condutivímetro foram realizadas no laboratório, logo após a coleta das amostras.

### **3.3.8. Material em Suspensão**

O material em suspensão total foi determinado através da técnica gravimétrica, descrita em TEIXEIRA et al. (1965). A diferença de peso dos filtros totalmente secos, antes e após a filtração, forneceu a quantidade de material em suspensão na água, em  $\text{mg}/\text{l}$ .

### **3.3.9. Nutrientes**

As amostras para as análises de nutrientes, após a coleta, foram colocadas em frascos de polietileno e congeladas. As amostras para determinação dos nutrientes dissolvidos foram filtradas à vácuo em filtros de fibra de vidro, AP 40 (Millipore) antes de serem colocadas nos frascos de polietileno. Os nutrientes determinados no laboratório foram os seguintes:

### 3.3.9.a. Nutrientes inorgânicos dissolvidos

O Nitrato resulta da oxidação enzimática do amônio, tendo o nitrito como intermediário. No processo fotossintético, o amônio é a forma diretamente assimilável pelo organismo, enquanto que o nitrato deve passar, obrigatoriamente, à forma amônio dentro da célula (CARMOUZE, 1994). Segundo MACKERETH et al. (1978), para a determinação, o nitrato é quantitativamente reduzido a nitrito por cádmio amalgamado. O nitrito assim produzido entra então em uma reação química chamada diajotação da sulfanilamida. Em seguida, esta reage à N-1-naftil etilenodiamina em reação chamada acoplamento que fornece um corante azóico de cor magenta. A quantidade de nitrito original presente, foi descontado do total obtido. Os valores são expressos em  $\mu\text{gN/l}$ .

O nitrito ocorre nas águas naturais como um composto intermediário, resultante da redução bacteriana do nitrato, ou mais comumente da oxidação do amônio (CARMOUZE, 1994). O método utilizado na determinação do nitrito, segundo MACKERETH et al. (1978), baseia-se na reação em meio ácido com sulfanilamida e bicloridrato de N-1-naftil etilenodiamina, formando um composto colorido róseo, o qual é determinado espectrofotometricamente a 543 nm, o resultado é normalmente expresso em  $\mu\text{gN/l}$ .

O amônio dissolvido na água encontra-se sob forma ionizada,  $\text{NH}_4^+$ , e não ionizada,  $\text{NH}_3$ . A primeira forma de nitrogênio inorgânico liberado pela respiração é o amônio (CARMOUZE, 1994). Segundo a metodologia descrita em KOROLEFF (1976), o radical amônio reage com hipoclorito em solução moderadamente alcalina (pH entre 8,0 a 11,5), formando monocloramina. O produto formado, em presença de fenol e um excesso de hipoclorito catalisado por íons nitroprussiato, forma o azul de indofenol, o qual obedece a lei de Beer com concentrações baixas, inferiores a  $500 \mu\text{g de N-NH}_3 \cdot \text{l}^{-1}$ . A leitura é feita espectrofotometricamente a 630 nm. Os valores são expressos em  $\mu\text{gN/l}$ .

O fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico foram determinados segundo metodologia descrita em STRICKLAND & PARSONS (1960). O propósito

da digestão com persulfato é transformar os esteres orgânicos do fósforo em fosfato. Em solução ácida o íon ortofosfato ( $\text{PO}_4^{=}$ ) forma um complexo amarelo com molibdato, o qual é reduzido a um complexo azul pelo ácido ascórbico. Íons antimônio são utilizados para modificar o composto colorido dando-lhe maior intensidade. A sensibilidade deste método pode ser aumentada extraindo o complexo azul em um solvente orgânico. A leitura é feita espectrofotometricamente a 882 nm. Os valores são expressos em  $\mu\text{gP/l}$ .

As formas dissolvidas de sílica predominante nas águas naturais são o ácido ortossilícico,  $\text{SiO}_4\text{H}_4$  e sua base conjugada,  $\text{SiO}_4\text{H}_3^-$ . O princípio do método da determinação do silicato reativo, segundo GOLTERMAN et al. (1978), consiste na formação de ácido sílico-molibdico (coloração amarela) pela adição de molibdato de sódio em meio ácido. Este composto, quando posteriormente reduzido ao azul heteropolar de molibdênio, pelo cloreto estanoso, torna o método muito mais sensível. A leitura é feita espectrofotometricamente a 815 nm. Os valores são expressos em  $\text{mgSi/l}$ .

### **3.3.9.b. Nutrientes totais**

O nitrogênio orgânico total foi determinado pelo método da digestão ácida de Kjeldahl, baseada na degradação da matéria orgânica em meio fortemente ácido, sob temperatura elevada, formando o íon amônio (GOLTERMAN et al., 1978), no equipamento BÜCHI, modelo 322 (unidade de destilação), 435 (unidade de digestão), 343 (unidade de controle) e 412 (unidade depuradora). Os resultados são expressos em  $\mu\text{gN/l}$ .

O fósforo orgânico total é determinado sob a forma de ortofosfato, após digestão do material orgânico. O método utilizado foi a digestão por via úmida utilizando o persulfato de potássio seguido pelo método do azul fosfo-molibdico que usa o ácido ascórbico (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1985). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{gP/l}$ .

### 3.4. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

#### 3.4.1. Clorofila *a* e Feofitina

A determinação dos pigmentos clorofilianos se relaciona com a biomassa do fitoplâncton, sua produtividade, bem como com seu estado fisiológico. A clorofila *a* está diretamente ligada à produtividade, por catalisar a fotólise da água, a qual produz prótons que, através do ciclo de Calvin, reduzem o CO<sub>2</sub> a carbono orgânico. Os pigmentos dão informações sobre o estado fisiológico de uma comunidade fitoplanctônica na medida em que, em qualquer população em declínio, o teor de clorofila *a* diminui, enquanto seus produtos de degradação (feopigmentos) e os carotenóides aumentam (CARMOUZE, 1994).

Os teores de clorofila *a* e feofitina foram determinados segundo a técnica descrita em uma norma holandesa (Nederlandse Norm - NEN 6520,1981) baseada em NUSCH & PALME (1975), MOED & HALLEGRAEFF (1978) e NUSCH (1980). Foram determinadas as concentrações totais e as concentrações em partículas menores que 20 micrômetros, para isso, parte da amostra passou por uma rede de 20 micrômetros de porosidade.

Após a coleta, as amostras foram levadas ao laboratório e filtradas à vácuo em filtros de fibra de vidro, AP 40 (Millipore). O volume filtrado variou de 400 a 500 ml, dependendo da amostra. Os filtros, após a filtração, foram acondicionados em envelopes de papel e colocados em frascos escuros, com sílica gel; foram conservados a baixa temperatura (-20°C).

A extração do pigmento foi feita utilizando-se como solvente, um volume de 10 ml de etanol 80% a quente (75°C), sob baixa iluminação. Para finalizar essa etapa, foi provocado um choque térmico em água fria.

As absorbâncias das amostras foram lidas no espectrofotômetro, nos comprimentos de onda 665 nm e 750 nm. Após essa primeira leitura, as amostras

foram acidificadas com HCl 0,4N (~ 0,05 ml) até atingir um pH próximo de 2,7. Foi realizada nova leitura.

Para o cálculo foi utilizada a seguinte equação:

$$\text{Clorofila } a = 27,9 \cdot (E_b - E_a) \cdot V$$

$$\text{Feofitina} = 27,9 \cdot [(1,7 E_a) - E_b] \cdot V$$

Onde:

$E_b$  = diferença das leituras entre 665nm - 750nm antes da acidificação

$E_a$  = diferença das leituras entre 665nm - 750nm depois da acidificação

$V = \frac{\text{volume de solvente usado para extrair a amostra, em ml (10 ml)}}{\text{volume de água filtrada, em l} \cdot \text{caminho óptico da cubeta do espectrofotômetro, em cm}}$

(1cm)

Os resultados são expressos em  $\mu\text{g/l}$ . Para o cálculo da clorofila em  $\text{mgChla/m}^2$  foi feita a integração da coluna d'água, utilizando o método geométrico da soma das áreas dos trapézios.

### 3.4.2. Produção Primária do Fitoplâncton

Para a determinação da produção primária do fitoplâncton foi utilizado o método do  $^{14}\text{C}$  seguindo-se as bases técnicas desenvolvidas por STEEMANN-NIELSEN (1952), descritas por VOLLENWEIDER (1974) e GARGAS (1975). Esse método consiste na adição de uma quantidade conhecida de isótopo  $^{14}\text{C}$ , sob a forma de  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  ao meio natural de cultura, e a determinação da fixação de carbono radioativo pelo fitoplâncton sob condições experimentais.

A seqüência seguida neste experimento foi a seguinte:

i) Foram utilizados aproximadamente 70 ml de água de cada profundidade.

*ii)* Procedeu-se a inoculação das amostras, com 1 ml de  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  com atividade equivalente a 5  $\mu\text{Ci}$ . Os frascos utilizados eram de vidro transparente tipo Jenna, de aproximadamente 70 ml de capacidade e com 98% de transparência. Foi utilizada a técnica dos frascos claros e escuros.

*iii)* A incubação foi realizada com exposição das amostras durante 4 horas (VOLLENWEIDER, 1974).

*iv)* Após o período de incubação as amostras foram retiradas e filtradas imediatamente. Cada amostra foi filtrada na sua concentração total e também menor que 20 micrômetros. A filtração, sob vácuo, foi feita utilizando-se filtros Millipore H.A. (0,45 micrômetro de porosidade e 25 mm de diâmetro). O volume filtrado foi de 25 ml. Após a filtração, os filtros foram secos e guardados em um dessecador com sílica-gel.

*v)* Para a determinação da radioatividade do  $^{14}\text{C}$ , os filtros foram dissolvidos no líquido cintilador "Bray", na seguinte proporção de reagentes (BRAY, 1960):

- 60 g naftaleno p.a.
- 04 g (PPO) 2,5 dipheniloxazol
- 20 g (POPOP) 1,4-Bis - 2(4-methyl-5-feniloxazol) benzeno
- 100 ml de metanol p.a.
- 100 ml de etileno glicol p.a.
- Dioxano 1,4 até completar 1 litro, em balão volumétrico.

*vi)* Para a leitura (em CPM - "counts per minute") no cintilador Beckman mod. L.S. 100, os filtros foram colocados em "vials" com 10 ml do líquido cintilador "Bray".

*vii)* Pela curva de eficiência de contagem de cada amostra os CPM foram corrigidos para 100%.

Para o cálculo final de carbono assimilado, foi usada a equação de GARGAS (1975).

$$^{12}\text{C}_{\text{assimilado}} = \frac{^{14}\text{C}_{\text{assimilado}} (a) ^{12}\text{C}_{\text{disponível}} (c)}{^{14}\text{C}_{\text{adicionado}} (b)} \cdot 1,05(d) \cdot 1,06(e) \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Onde:

$$a = \text{CPM}_{\text{líquido}} = (\text{CPM}_{\text{fr.transp.}} - \text{background}) - (\text{CPM}_{\text{fr.preto}} - \text{background})$$

b = atividade específica da ampola (volume adicionado = CPM total adicionado)

$$c = \text{CO}_2 \text{ total} \cdot [\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1} \cdot 12 (\text{P.A. do carbono})] = \text{mgC}_{\text{inorg}}/\text{l}$$

d = correção devido a respiração da matéria orgânica produzida durante o experimento. A taxa de produção é assim corrigida para representar a taxa de produção bruta.

e = correção devido a efeito de fracionamento isotópico do carbono

$K_1$  = correção para o volume da alíquota filtrada

$K_2$  = correção para o fator tempo de exposição da amostra

$K_3$  = fator dimensional para converter mg/l em mg/m<sup>3</sup>

Para o cálculo da produção primária em mgC/m<sup>2</sup>\*h foi utilizado o método geométrico da soma das áreas dos trapézios (GARGAS, 1975).

### 3.4.3. Taxa de Assimilação

A partir dos dados que foram obtidos na produção primária e concentração de clorofila, foi determinada a taxa de assimilação na coluna d'água.

$$\text{mgC} \cdot \text{mgChl } a^{-1} \cdot \text{h}^{-1} = \frac{\text{mgC} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{h}^{-1}}{\text{mgChl } a \cdot \text{m}^{-3}}$$

### 3.4.4. Comunidade Fitoplanctônica

#### 3.4.4.a. Análise Qualitativa

Para a análise qualitativa, as amostras de água foram coletadas com a garrafa de “Van Dorn” e com uma rede com malha de 20 micrômetros, acondicionadas em frascos de vidro e fixadas com formol 4%, para posterior exame da composição do fitoplâncton.

A identificação dos organismos fitoplanctônicos foi realizada com um microscópio binocular, com o auxílio de literatura especializada (BOURRELLY, P., 1972, 1985 e 1981; CASTRO, A. A. J., 1993; CASTRO, A. A. J. et al., 1991; Ettl, H., 1978; GEITLER, L., 1932; KOMÁREK, J., 1991; KOMÁREK, J & AGNOSTIDIS, K., 1989; KOMÁREK, J. & FOTT, B., 1983; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. & CRONBERG, G., 1992; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. & CRONBERG, G., 1994; KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J. & ELORANTA, P., 1992; NOGUEIRA, I. de S., 1991; POCHMANN, A., 1942; PRESCOTT, G. W. et al. (1982); TORGAN, L. C., 1997; XAVIER, M. B., 1994 e XAVIER, M. B., 1996) e consultas aos especialistas do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

#### 3.4.4.b. Análise Quantitativa

Para a análise quantitativa foram coletadas amostras utilizando a garrafa de “Van Dorn”, acondicionadas em frascos de vidro e fixadas com lugol (10 g de iodo, 20 g de KI, 200 ml de água destilada com 20 g de ácido acético). Todas as amostras foram guardadas em local escuro até o momento da identificação e contagem.

A análise quantitativa foi feita utilizando o método descrito em UTHERMÖHL (1958), que consiste na distribuição ao acaso dos indivíduos no fundo das câmaras de sedimentação. Foram utilizadas câmaras com um volume de 10 ml. O tempo de sedimentação em horas foi, no mínimo, três vezes a altura da câmara, em cm (WETZEL & LIKENS, 1991).

O número de campos contados foi determinado através de uma curva de estabilização, que foi obtida plotando-se num gráfico o número de campos contados pelo aparecimento de espécies novas. Onde a curva se estabilizou, obteve-se o número de campos necessários para amostrar inclusive as espécies mais raras.

Para a contagem foi utilizado um microscópio invertido ZEISS, com aumento de 400x.

#### *Densidade Fitoplanctônica*

O número de organismos por litro foi calculado através da fórmula (WETZEL & LIKENS, 1991):

$$\text{No./ml} = \frac{C \times A_t}{A_f \times F \times V}$$

Onde:

No./ml = número de organismos por litro = densidade

C = número de organismos contados

$A_t$  = área total do fundo da câmara de sedimentação,  $\text{mm}^2$

$A_f$  = área de um campo de contagem,  $\text{mm}^2$

F = número de campos contados

V = volume da amostra sedimentada, ml

#### *Porcentagem de Contribuição das Classes*

Para análise da porcentagem de contribuição das classes, foi determinada a densidade de cada classe e a densidade total em cada amostra contada. Depois estes valores foram aplicados na seguinte fórmula:

$$PCC = \frac{Dc}{Dt} \times 100$$

Onde:

PCC = porcentagem de contribuição de cada classe

Dc = densidade de cada classe

Dt = densidade total

### *Abundância Relativa*

A abundância relativa foi estimada considerando-se o número de indivíduos de cada táxon em relação ao total de indivíduos. Os grupos de abundância entre 50 e 100% foram considerados dominantes, entre 30 e 49% abundantes, entre 10 e 29% comuns, entre 1 e 9% ocasionais e menores que 1% raros (McCLOUGH & JACKSON, 1985).

### *Número de Espécies Encontradas*

O número de espécies encontradas foi o número de espécies que apareceram em cada amostra contada.

### *Índices de Diversidade, Equitabilidade, Riqueza e Dominância*

Embora existam vários métodos para estimar a biodiversidade, a função de Shannon-Weaver (SHANNON, 1948) é a mais aplicada. Sendo assim, utilizou-se a seguinte fórmula para calcular o Índice de Diversidade de Shannon:

$$H'' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

Onde:

$H''$  = índice de diversidade de Shannon

S = número de espécies na amostra

$n_i$  = números de indivíduos da espécie i

$N = - \sum_{i=1}^S n_i$  = número total de indivíduos

$$\log_z \frac{n_i}{N} = \frac{\log_{10} (n_i/N)}{\log_{10} (z)}$$

Segundo PIELOU (1975), a diversidade máxima pode ser encontrada quando todas as espécies estiverem igualmente distribuídas. Neste caso, o índice de diversidade pode ser considerado como uma medida da equitabilidade, a qual é expressa como a razão entre a diversidade real e a diversidade hipotética (distribuição uniforme das espécies), de acordo com a fórmula abaixo:

$$E = \frac{H''}{H''_{\max}}$$

ou como porcentagem:

$$E\% = 100 \times \frac{H''}{H''_{\max}}$$

Onde:

E = equitabilidade

H'' = índice de diversidade de Shannon

H''max =  $\log_2 S$  = número de diversidade específica máxima teórica, resultante da distribuição uniforme de todas as espécies na amostra.

Os valores de equitabilidade variam entre 0 e 1, sendo que equitabilidade igual a 1 representa a condição em que as espécies estão igualmente distribuídas. A equitabilidade representa de que forma os indivíduos estão distribuídos entre os táxons, e a riqueza de uma amostra equivale ao número total de táxons nela presente (POOLE, 1974).

O índice de riqueza e o índice de dominância foram calculados de acordo com as fórmulas propostas por SIMPSON (1949) apud ODUM (1988):

$$d = \frac{S-1}{\log N}$$

$$c = \sum (n_i / N)^2$$

Onde:

d = índice de riqueza

c = índice de dominância

### 3.5. ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO

Utilizando-se os resultados obtidos das medidas de transparência da água (Disco de Secchi), bem como aqueles obtidos das determinações das concentrações de fósforo total e clorofila *a* presentes nas amostras coletadas, foi possível calcular o Índice do Estado Trófico ou IET (CARLSON, 1977), com base nas transformações lineares dos valores obtidos para as variáveis acima citadas. Para isso foram utilizadas as seguintes equações:

$$\text{IET}(\text{Ds}) = 10 \cdot (6 - \ln \text{Ds} / \ln 2)$$

$$\text{IET}(\text{Pt}) = 10 \cdot \left( 6 - \frac{\ln 48 / \text{Pt}}{\ln 2} \right)$$

$$\text{IET}(\text{Chl}) = 10 \cdot \left( 6 - \frac{2,04 - 0,68 \ln \text{Chl}}{\ln 2} \right)$$

Onde:

Ds = leitura da transparência do Disco de Secchi (m)

Pt = concentração de fósforo total na superfície ( $\mu\text{g/l}$ )

Chl = concentração de clorofila na superfície ( $\mu\text{g/l}$ )

A classificação do ambiente de estudo, segundo o estado de trofia, foi feita com base na comparação entre os resultados obtidos e os valores que constam na tabela 2.

**TABELA 2:** Índice de Carlson alterado por KRATZER & BREZONIK (KRATZER & BREZONIK, 1981).

Estado Trófico	IET
Ultra-oligotrófico	< 20
Oligotrófico	21 - 40
Mesotrófico	41 - 50
Eutrófico	51 - 60
Hipereutrófico	> 61

## **4. RESULTADOS**

### **4.1. PARÂMETROS CLIMATOLÓGICOS**

#### **4.1.1. Radiação Solar**

A radiação solar média obtida no período das 8 às 13 horas na superfície do corpo d'água foi superior no período de inverno, variando entre 900  $\mu\text{E}/\text{m}^2*\text{s}$  (12/08/95) e 1400  $\mu\text{E}/\text{m}^2*\text{s}$  (09/08/95), se comparada com o período de verão que variou entre 627,50  $\mu\text{E}/\text{m}^2*\text{s}$  (09/01/96) e 1225  $\mu\text{E}/\text{m}^2*\text{s}$  (13/01/96) (TABELA 3). A insolação no mês de agosto (7,1 horas/dia) foi a maior do ano de 1995 e a no mês de janeiro (2,1 horas/dia) foi a menor durante os sete meses de 1996 (TABELA 4).

#### **4.1.2. Vento**

A velocidade média do vento obtida no período das 8 às 13 horas foi maior no período de inverno (2,79 Km/h) do que no verão (1,92 Km/h) (TABELA 3). A velocidade média do vento no mês de agosto (3,2 m/s) foi a terceira maior do ano de 1995 e a no mês de janeiro (2,2 m/s) foi a menor durante os sete meses de 1996 (TABELA 4).

#### **4.1.3. Precipitação Total**

A precipitação total foi nula no período de coleta de inverno. No período de verão, a média dos dias de coleta foi de 24,2 mm, sendo a mínima de 0,4 mm no dia 11/01/96 e a máxima de 56,1 mm no dia 09/01/96 (TABELA 3). A

precipitação total do mês de agosto (1,3 mm) foi a menor do ano de 1995 e a do mês de janeiro (366,5 mm) foi a maior durante os sete meses de 1996 (TABELA 4).

#### 4.1.4. Temperatura do Ar

A temperatura média do ar obtida no período das 8 às 13 horas na superfície do corpo d'água foi maior no período de verão, com uma média dos dias de coleta de 25,68 °C, sendo a mínima de 23,35 °C no dia 09/01/96 e a máxima de 27,50 °C no dia 11/01/96. No período de inverno, a média dos dias de coleta foi de 23,84 °C, sendo a mínima de 22,45 °C no dia 07/08/95 e a máxima de 25,20 °C no dia 10/08/95 (TABELA 3). A temperatura média do mês de agosto (21,80 °C) foi a sétima menor do ano de 1995 e a no mês de janeiro (24,20 °C) foi a segunda maior dos sete meses de 1996 (TABELA 4).

## 4.2. PARÂMETROS HIDROLÓGICOS

### 4.2.1. Tempo Médio de Residência da Água

O tempo médio de residência da água no reservatório no período de janeiro de 1995 a agosto de 1996 foi de 48,21 dias. A média mensal do tempo de residência da água no mês de agosto (69,30 dias) foi a segunda maior média do ano de 1995 e a média mensal do tempo de residência da água no mês de janeiro (20,82 dias) foi a segunda menor média dos sete meses 1996 (TABELA 4).

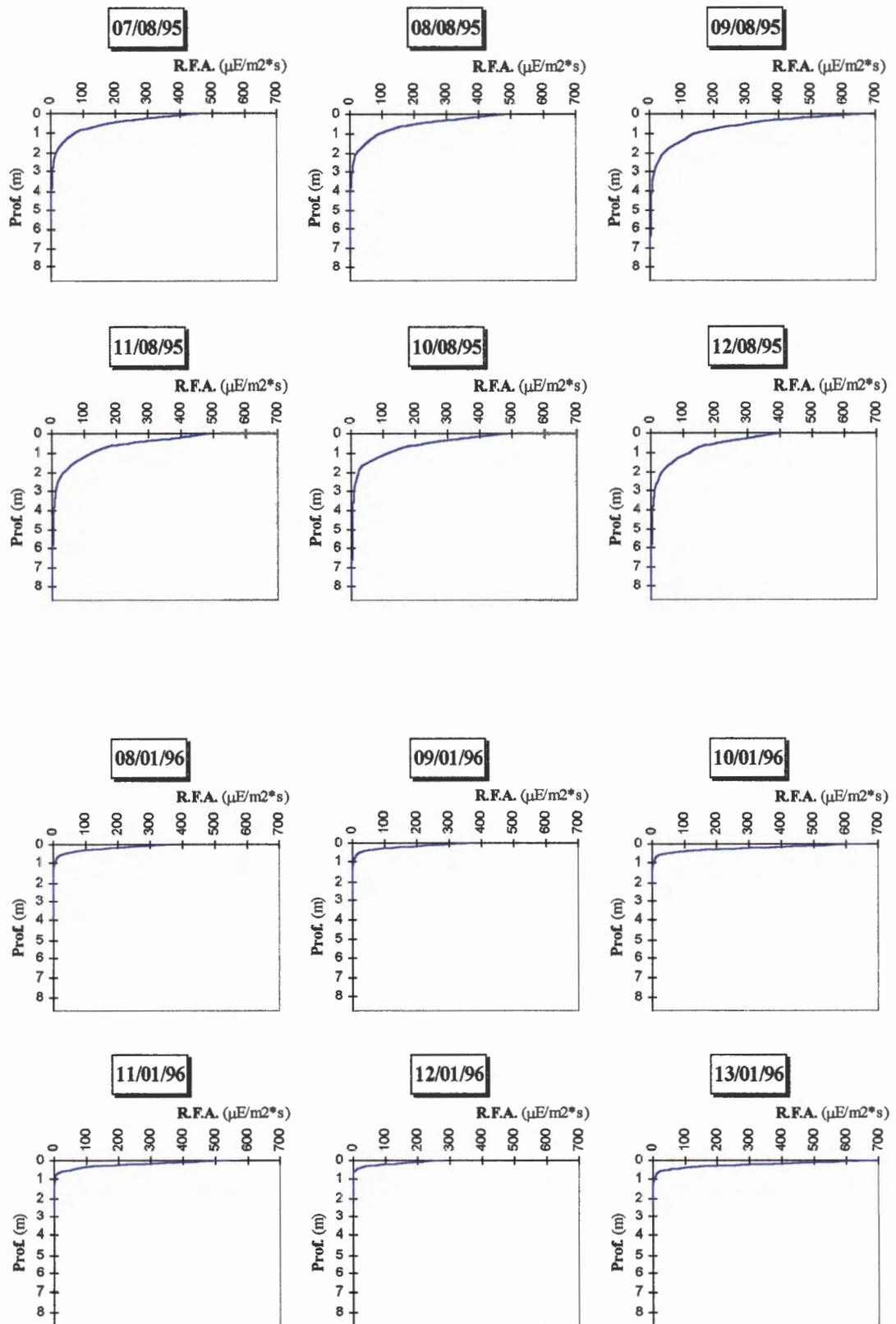
O tempo médio de residência da água no reservatório foi 5 vezes maior nos dias de coletas de inverno (48,77 dias) do que nos de verão (9,52 dias). O volume do reservatório foi menor nos dias de coleta de inverno (97.261.092 m<sup>3</sup>) do que nos de verão (100.477.783 m<sup>3</sup>). A vazão do reservatório foi aproximadamente 5 vezes menor no inverno (554 m<sup>3</sup>/s) do que no verão (2934 m<sup>3</sup>/s) (TABELA 5).

**TABELA 3:** Variáveis climatológicas, no Reservatório de Salto Grande, durante os dois períodos de coleta.

<b>Datas</b>	<b>Radiação Solar</b> ( $\mu\text{E}/\text{m}^2*\text{s}$ )	<b>Vento</b> (Km/h)	<b>Precipitação</b> (mm)	<b>Temperatura do Ar</b> ( $^{\circ}\text{C}$ )
<b>INVERNO (1995)</b>				
07 DE AGOSTO	1145,0	0,56	0,0	22,45
08 DE AGOSTO	1150,0	1,78	0,0	24,75
09 DE AGOSTO	1400,0	3,84	0,0	23,65
10 DE AGOSTO	1275,0	3,51	0,0	25,20
11 DE AGOSTO	1150,0	2,04	0,0	23,45
12 DE AGOSTO	900,0	0,26	0,0	23,55
<b>VERÃO (1996)</b>				
08 DE JANEIRO	825,0	1,40	41,2	25,30
09 DE JANEIRO	627,5	1,25	56,1	23,35
10 DE JANEIRO	1012,5	1,27	01,8	26,15
11 DE JANEIRO	992,5	2,70	00,4	27,50
12 DE JANEIRO	880,0	1,72	25,0	25,20
13 DE JANEIRO	1225,0	3,19	20,9	26,60

**TABELA 4:** Precipitação mensal e médias mensais de insolação, vento, temperatura do ar e tempo médio de residência da água (TR).

<b>Datas</b>	<b>Precipitação</b> (mm)	<b>Insolação</b> (horas/dia)	<b>Vento</b> (Km/h)	<b>Temperatura do Ar</b> ( $^{\circ}\text{C}$ )	<b>TR</b> (dias)
<b>ANO DE 1995</b>					
JANEIRO	277,0	3,7	7,2	26,4	36,84
FEVEREIRO	458,5	2,8	6,48	23,5	11,51
MARÇO	211,5	4,4	9,36	23,2	20,13
ABRIL	98,5	6,5	7,92	21,2	23,19
MAIO	34,0	4,8	9,36	18,9	43,10
JUNHO	18,4	4,6	9,36	18,4	42,17
JULHO	51,3	5,2	8,28	19,6	46,18
<b>AGOSTO</b>	<b>01,3</b>	<b>7,1</b>	<b>11,52</b>	<b>21,8</b>	<b>69,30</b>
SETEMBRO	48,7	4,2	15,12	21,5	87,11
OUTUBRO	165,7	3,1	10,8	21,0	58,66
NOVEMBRO	138,6	4,2	11,88	22,1	62,32
DEZEMBRO	226,6	2,8	10,8	23,1	57,15
<b>ANO DE 1996</b>					
<b>JANEIRO</b>	<b>366,5</b>	<b>2,1</b>	<b>7,92</b>	<b>24,2</b>	<b>20,82</b>
FEVEREIRO	277,6	2,3	10,44	24,5	26,40
MARÇO	200,7	2,4	7,92	23,6	15,71
ABRIL	61,7	6,5	10,44	21,9	36,83
MAIO	21,2	4,6	2,8	18,2	63,49
JUNHO	38,9	4,5	2,7	17,7	83,70
JULHO	02,3	4,6	2,7	16,6	75,42



**FIGURA 3** - Perfis de R.F.A. (radiação fotossinteticamente ativa) no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

**TABELA 5:** Variações diárias do volume do reservatório, da vazão e do tempo médio de residência da água (TR) no Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

<b>Datas</b>	<b>Volume</b> ( $10^6 \cdot \text{m}^3$ )	<b>Vazão</b> ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	<b>TR</b> (dias)
<b>INVERNO (1995)</b>			
07 DE AGOSTO	98,77	558,53	49,13
08 DE AGOSTO	98,16	551,28	49,46
09 DE AGOSTO	97,65	552,07	49,13
10 DE AGOSTO	97,04	552,96	48,75
11 DE AGOSTO	96,33	553,95	48,31
12 DE AGOSTO	95,60	554,86	47,86
<b>VERÃO (1996)</b>			
08 DE JANEIRO	100,19	2899,46	9,60
09 DE JANEIRO	101,37	2930,40	9,61
10 DE JANEIRO	102,42	2955,71	9,63
11 DE JANEIRO	101,55	2987,05	9,44
12 DE JANEIRO	99,70	2991,74	9,26
13 DE JANEIRO	97,61	2836,99	9,56

#### 4.2.2. Radiação Solar Subaquática

Na água, a Radiação Fotossinteticamente Ativa (R.F.A.) a zero metros no inverno, variou de  $400 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  (12/08/95) a  $650 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  (09/08/95), com o limite da zona eufótica variando de 3,00 metros de profundidade (07/08/95) a 4,25 metros de profundidade (11/08/95). No verão, a R.F.A. a zero metros variou de  $275 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  (12/01/96) a  $700 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$  (13/01/96), com o limite da zona eufótica variando entre 0,85 metros de profundidade (10/01/96) e 1,11 metros de profundidade (08/01/96) (FIGURA 3).

### 4.2.3. Transparência da Água - Coeficiente de Atenuação do Contraste Vertical

As profundidades nas quais o disco de Secchi desapareceu foram maiores no inverno, variando entre 1,00 metro (07/08/95) e 1,30 metros (09 e 10/08/95). No verão, as profundidades variaram entre 0,30 metros (09, 10, 11, 12 e 13/01/96) e 0,45 metros (08/01/96) (TABELA 6).

Os coeficientes de atenuação do contraste vertical foram menores no inverno, os quais variaram de 6,92 (09 e 10/08/95) a 9,00 (07/08/95). No verão esses coeficientes variaram de 20,00 (08/01/96) a 30,00 (09, 10, 11, 12 e 13/01/96).

**TABELA 6:** Profundidades em que o disco de Secchi desapareceu ( $Z_{DS}$ ), profundidade máxima ( $Z_{m\acute{a}x}$ ), limite da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ), ( $Z_{euf}/Z_{m\acute{a}x}$ ) e coeficiente de atenuação do contraste vertical ( $K$ ) na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

Datas	$Z_{DS}$ (m)	$Z_{m\acute{a}x}$ (m)	$Z_{euf}$ (m)	$Z_{euf}/Z_{m\acute{a}x}$	$K$ ( $m^{-1}$ )
<b>INVERNO (1995)</b>					
07 DE AGOSTO	1,00	14,10	3,00	0,21	9,00
08 DE AGOSTO	1,15	12,60	3,25	0,26	7,83
09 DE AGOSTO	1,30	12,00	3,88	0,32	6,92
10 DE AGOSTO	1,30	14,00	4,00	0,29	6,92
11 DE AGOSTO	1,15	13,60	4,25	0,31	7,83
12 DE AGOSTO	1,10	12,00	4,20	0,35	8,18
<b>VERÃO (1996)</b>					
08 DE JANEIRO	0,45	11,50	1,11	0,10	20,00
09 DE JANEIRO	0,30	11,60	0,95	0,08	30,00
10 DE JANEIRO	0,30	10,70	0,85	0,08	30,00
11 DE JANEIRO	0,30	11,80	0,87	0,07	30,00
12 DE JANEIRO	0,30	11,60	0,75	0,06	30,00
13 DE JANEIRO	0,30	11,60	0,87	0,08	30,00

#### 4.2.4. Temperatura da Água

A temperatura da água apresentou uma diferença de aproximadamente 5 °C de uma época para outra, sendo mais quente no verão e mais fria no inverno (FIGURA 4). Não houve muita diferença de um período para o outro com relação à homogeneidade da coluna d'água. Em ambos períodos nota-se um aumento da estratificação térmica (tendência a formação de termoclina) ao longo dos dias.

#### 4.2.5. Oxigênio Dissolvido

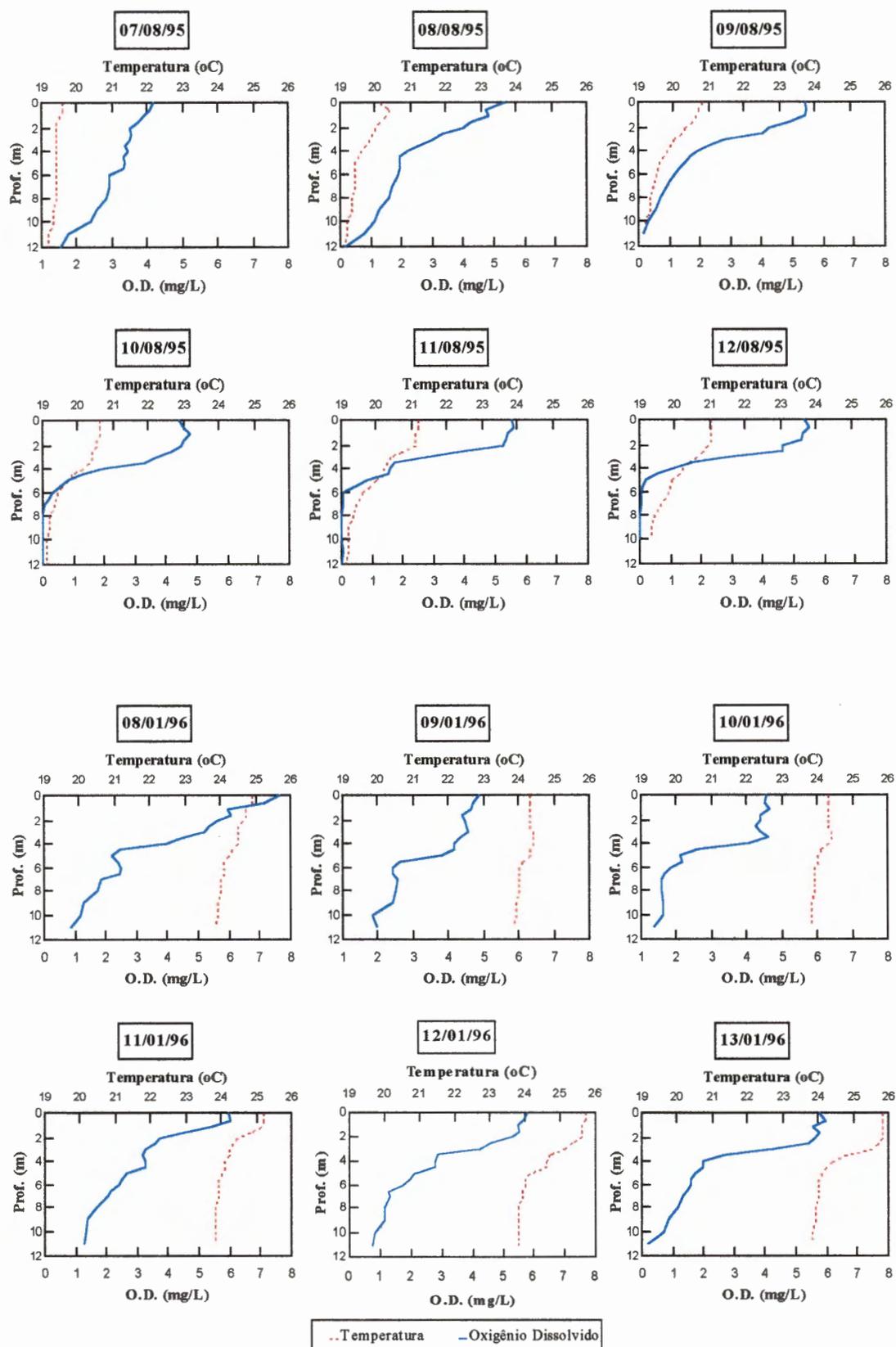
A concentração de oxigênio dissolvido na água foi maior no período de verão do que no inverno (FIGURA 4). Em ambos períodos ocorreram oxiclina, porém no período de verão elas se mostraram mais acentuadas. A camada anóxica foi maior no inverno do que no verão. Provavelmente, uma menor camada anóxica no verão esteja relacionada ao aumento da vazão nessa época do ano (TABELA 5).

#### 4.2.6. pH

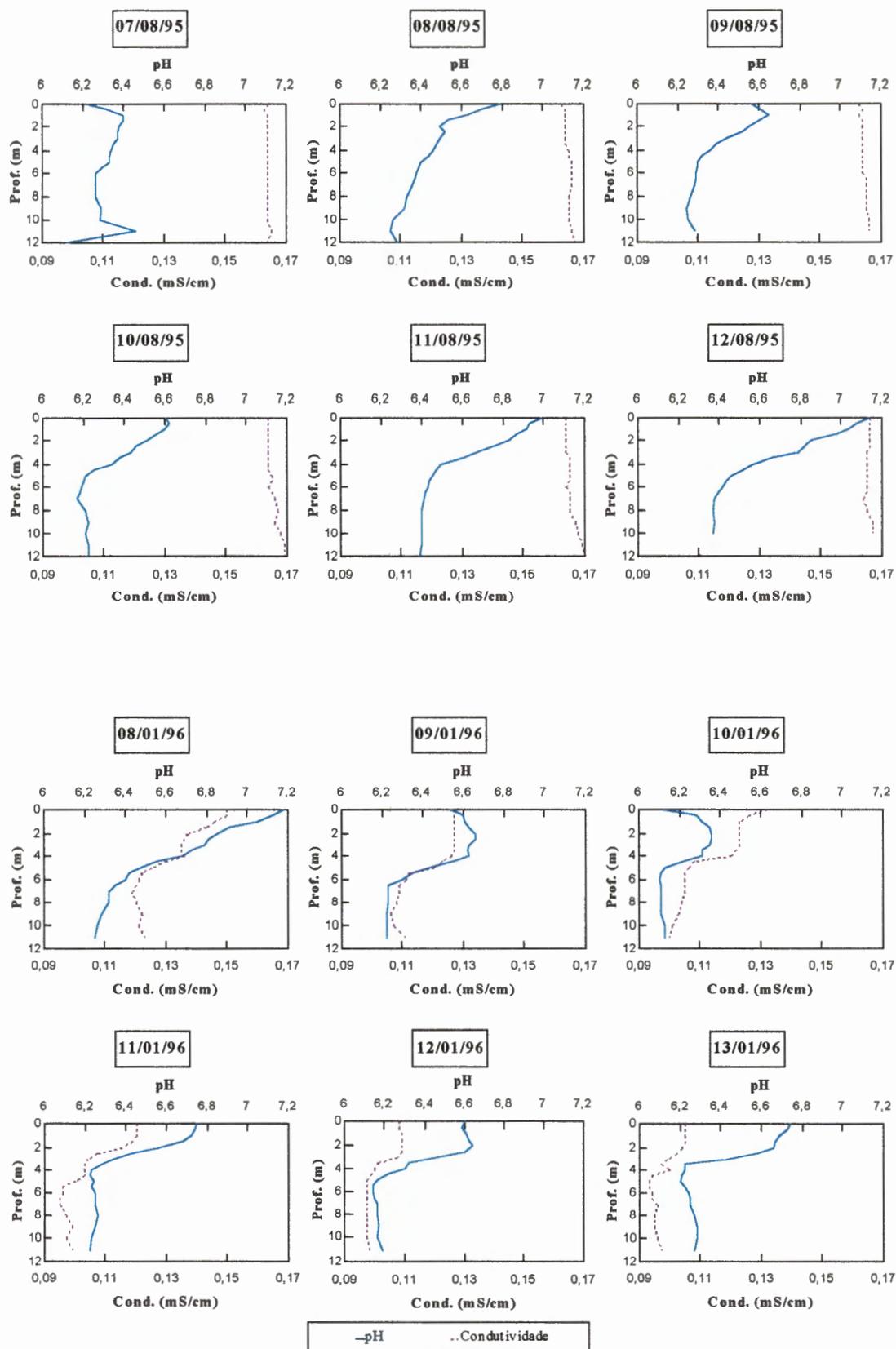
O pH variou entre 6,10 (em 10/01/96 a 6,00 m) e 7,18 (em 08/01/96 a 0 m) (FIGURA 5). No período de inverno foi observado um aumento na estratificação da coluna d'água com relação ao pH ao longo dos dias.

#### 4.2.7. Condutividade

A condutividade foi maior no inverno do que no verão (FIGURA 5). O perfil de condutividade na coluna d'água foi homogêneo no período de inverno, variando entre 0,164 e 0,170 mS/cm. No verão ocorreu uma estratificação com relação a condutividade que variou entre 0,093 e 0,150 mS/cm.



**FIGURA 4** - Perfis de temperatura e oxigênio dissolvido no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.



**FIGURA 5** - Perfis de pH e condutividade no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

#### 4.2.8. Alcalinidade

A alcalinidade foi maior nos dias de inverno, com uma média de 0,67 meq/l, tendo uma variação entre 0,65 meq/l (em 10/08/95 a 0 m) e 0,74 meq/l (em 11/08/95 a 12,00 m). Nos dias de verão, a média foi 0,52 meq/l, tendo uma variação entre 0,47 meq/l (em 13/01/96 a 6,00 m) e 0,62 meq/l (em 08/01/96 a 0,75 e 1,25 m) (TABELA 7).

#### 4.2.9. Formas de Carbono

As concentrações de Carbono Inorgânico, CO<sub>2</sub> total, CO<sub>2</sub> livre e HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, foram maiores no inverno do que no verão. A concentração média de carbono inorgânico no inverno foi de 13,93 mg/l e no verão foi de 9,84 mg/l. A concentração média de CO<sub>2</sub> total no inverno foi de 51,07 mg/l e no verão foi de 36,14 mg/l. A concentração média de CO<sub>2</sub> livre no inverno foi de 21,54 mg/l e no verão foi de 12,96 mg/l. A concentração média de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> no inverno foi de 40,94 mg/l e no verão foi de 32,14 mg/l (TABELA 7).

A concentração média de CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> na coluna d'água, no período de inverno, foi de 0,023 mg/l e no verão foi de 0,024 mg/l. Logo, não há diferença significativa das médias das concentrações de inverno e de verão.

**TABELA 7:** Alcalinidade e concentrações de carbono inorgânico, dióxido de carbono total e livre, bicarbonato e carbonato na zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) e na zona afótica ( $Z_{af}$ ) do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

Datas	Alcalinidade (meq/l)	Carbono		CO <sub>2</sub>	Bicarbonato (mg/l)	Carbonato (mg/l)	
		Inorgânico (mg/l)	Total (mg/l)	Livre (mg/l)			
<b>INVERNO (1995)</b>							
07 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,67	17,61	64,57	35,17	40,76	0,014
	$Z_{af}$	0,68	18,73	68,66	38,96	41,18	0,010
08 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,67	12,97	47,54	18,28	40,59	0,032
	$Z_{af}$	0,68	14,70	53,90	24,15	41,25	0,020
09 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,66	11,47	42,07	12,94	40,40	0,031
	$Z_{af}$	0,67	12,13	44,49	14,90	41,04	0,028
10 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,66	13,74	50,38	21,43	40,15	0,020
	$Z_{af}$	0,69	15,87	58,18	27,92	41,95	0,015
11 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,66	11,33	41,54	12,31	40,53	0,037
	$Z_{af}$	0,69	12,95	47,49	17,23	41,95	0,025
12 DE AGOSTO	$Z_{euf}$	0,67	12,39	45,44	15,86	41,01	0,027
	$Z_{af}$	0,67	13,89	50,92	21,32	41,04	0,019
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{euf}</math></b>	<b>0,66</b>	<b>13,25</b>	<b>48,59</b>	<b>19,33</b>	<b>40,57</b>	<b>0,027</b>
<b>INVERNO</b>	<b><math>Z_{af}</math></b>	<b>0,68</b>	<b>14,71</b>	<b>53,94</b>	<b>24,08</b>	<b>41,40</b>	<b>0,020</b>
<b>VERÃO (1996)</b>							
08 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,61	10,24	37,53	10,58	37,37	0,032
	$Z_{af}$	0,59	10,81	39,64	13,54	36,19	0,025
09 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,57	10,54	38,64	13,66	34,63	0,022
	$Z_{af}$	0,55	9,46	34,67	10,55	33,45	0,028
10 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,54	10,73	39,36	15,42	33,19	0,017
	$Z_{af}$	0,53	11,52	42,22	19,10	32,06	0,013
11 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,52	9,23	33,86	11,14	31,51	0,022
	$Z_{af}$	0,51	9,60	35,22	12,91	30,94	0,018
12 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,49	9,61	35,23	13,84	29,67	0,016
	$Z_{af}$	0,49	9,00	33,01	11,62	29,67	0,048
13 DE JANEIRO	$Z_{euf}$	0,48	8,37	30,68	9,77	29,00	0,021
	$Z_{af}$	0,47	8,60	31,55	10,67	28,96	0,019
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{euf}</math></b>	<b>0,53</b>	<b>9,79</b>	<b>35,88</b>	<b>12,40</b>	<b>32,56</b>	<b>0,022</b>
<b>VERÃO</b>	<b><math>Z_{af}</math></b>	<b>0,52</b>	<b>9,83</b>	<b>36,05</b>	<b>13,06</b>	<b>31,88</b>	<b>0,025</b>

#### 4.2.10. Material em Suspensão

As concentrações de material em suspensão total, material em suspensão orgânico e inorgânico, foram bem maiores no período de verão do que no inverno (FIGURA 6). No inverno, o material em suspensão total variou entre 2,72 mg/l (em 11/08/95 a 5,00 m) e 9,75 mg/l (em 10/08/95 a 0 m). O material em suspensão inorgânico variou entre 0,00 mg/l (em 07/08/95 a 2,25 m, 10/08/95 a 1,75 m, 11/08/95 a 0 e 1 m e 12/08/95 a 1,00 m) e 2,56 mg/l (em 09/08/95 a 11,00 m) e o material em suspensão orgânico variou entre 1,43 mg/l (em 12/08/95 a 10,00 m) e 8,22 mg/l (em 10/08/95 a 0 m).

No verão, o material em suspensão total variou entre 13,71 mg/l (em 08/01/96 a 2,00 m) e 76,35 mg/l (em 09/01/96 a 9,00 m). O material em suspensão inorgânico variou entre 4,25 mg/l (em 08/01/96 a 0,75 m) e 65,41 mg/l (em 09/01/96 a 9,00 m) e o material em suspensão orgânico variou entre 3,45 mg/l (em 09/01/96 a 1,50 m) e 19,84 mg/l (em 08/01/96 a 1,00 m). A porcentagem média do material em suspensão inorgânico foi de 24,50 % no inverno e 73,20 % no verão e a porcentagem média do material em suspensão orgânico foi de 75,50 % no inverno e 26,80 % no verão. Logo, no período de inverno predominou o material em suspensão orgânico e no período de verão, predominou o inorgânico.



#### 4.2.11. Nutrientes

##### 4.2.11.a. Nutrientes inorgânicos dissolvidos

As concentrações de nitrato não apresentaram muita diferença entre os dois períodos. A concentração média na zona eufótica durante as coletas de inverno foi de 607,37  $\mu\text{gN/l}$  e na zona afótica foi de 618,27  $\mu\text{gN/l}$ . No verão, a concentração média na zona eufótica foi de 622,40  $\mu\text{gN/l}$  e 579,32  $\mu\text{gN/l}$  na zona afótica (TABELA 8).

As concentrações de nitrito foram maiores no inverno do que no verão. A concentração média na zona eufótica durante as coletas de inverno foi de 75,71  $\mu\text{gN/l}$  e na zona afótica foi de 72,41  $\mu\text{gN/l}$ . No verão, a concentração média na zona eufótica foi de 58,00  $\mu\text{gN/l}$  e 56,50  $\mu\text{gN/l}$  na zona afótica (TABELA 8).

As concentrações de amônio foram maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações na zona eufótica obtidas nas coletas de inverno foi de 177,76  $\mu\text{gN/l}$  e na zona afótica foi de 354,50  $\mu\text{gN/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de 270,76  $\mu\text{gN/l}$  e 397,12  $\mu\text{gN/l}$  na zona afótica. Nos dois períodos, maiores concentrações foram encontradas na zona afótica (TABELA 8).

As concentrações de fosfato total dissolvido foram quase quatro vezes maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações na zona eufótica obtidas nas coletas de inverno foi de 16,90  $\mu\text{gP/l}$  e na zona afótica foi de 17,90  $\mu\text{gP/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de 64,45  $\mu\text{gP/l}$  e 69,38  $\mu\text{gP/l}$  na zona afótica (TABELA 9).

As concentrações de fosfato inorgânico foram duas vezes maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações na zona eufótica obtidas durante as coletas de inverno foi de 12,71  $\mu\text{gP/l}$  e na zona afótica foi de 15,07  $\mu\text{gP/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de 28,91  $\mu\text{gP/l}$  e 38,58

$\mu\text{gP/l}$  na zona afótica. Nos dois períodos, maiores concentrações foram encontradas na zona afótica (TABELA 9).

As concentrações de silicato reativo foram duas vezes maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações na zona eufótica obtidas nas coletas de inverno foi de  $5,79 \text{ mgSi/l}$  e na zona afótica foi de  $5,46 \text{ mgSi/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de  $15,29 \text{ mgSi/l}$  e  $14,39 \text{ mgSi/l}$  na zona afótica (TABELA 9).

#### 4.2.11.b. Nutrientes totais

As concentrações de nitrogênio orgânico total foram quatro vezes maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações obtidas nas coletas de inverno na zona eufótica foi de  $811 \mu\text{gN/l}$  e na zona afótica foi de  $732 \mu\text{gN/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de  $4009 \mu\text{gN/l}$  e  $2922 \mu\text{gN/l}$  na zona afótica (TABELA 8).

As concentrações de fósforo orgânico total também foram quatro vezes maiores no verão do que no inverno. A média das concentrações na zona eufótica obtidas nas coletas de inverno foi de  $56,87 \mu\text{gP/l}$  e na zona afótica foi de  $58,73 \mu\text{gP/l}$ . No verão, a média das concentrações na zona eufótica foi de  $231,32 \mu\text{gP/l}$  e  $257,50 \mu\text{gP/l}$  na zona afótica (TABELA 9).

#### 4.2.11.c. Razão N/P

A razão N/P no inverno foi maior que no verão. No inverno, a média das razões N/P obtidas na zona eufótica variou de 65 (08/08/95) a 70 (07 e 10/08/95) e na zona afótica variou de 64 (12/08/95) a 77 (08/08/95). No verão, a média das razões N/P obtidas na zona eufótica variou de 21 (12/01/96) a 66 (08/01/96) e na zona afótica variou de 18 (13/01/96) a 42 (08/01/96) (FIGURA 13). Vale ressaltar as grandes variações ocorridas na razão N/P entre os dias de coleta no verão.

**TABELA 8:** Concentrações de nitrogênio orgânico total, nitrato, nitrito e amônio em  $\mu\text{gN/l}$  na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

Datas		Nitrogênio Orgânico Total	Nitrato	Nitrito	Amônio
<b>INVERNO (1995)</b>					
07 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	1050	592,20	77,58	333,75
	$Z_{\text{af}}$	951	580,61	76,35	383,14
08 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	861	584,39	68,24	148,48
	$Z_{\text{af}}$	888	626,31	78,96	344,39
09 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	903	625,93	80,38	148,94
	$Z_{\text{af}}$	772	614,91	77,19	316,44
10 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	867	615,57	78,57	140,66
	$Z_{\text{af}}$	574	616,17	71,80	429,62
11 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	597	618,72	73,53	105,39
	$Z_{\text{af}}$	627	619,16	67,96	401,44
12 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	591	607,41	75,97	189,30
	$Z_{\text{af}}$	583	652,45	62,21	252,00
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{\text{euf}}</math></b>	<b>811</b>	<b>607,37</b>	<b>75,71</b>	<b>177,76</b>
<b>INVERNO</b>	<b><math>Z_{\text{af}}</math></b>	<b>732</b>	<b>618,27</b>	<b>72,41</b>	<b>354,50</b>
<b>VERÃO (1996)</b>					
08 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	9836	716,62	73,35	256,89
	$Z_{\text{af}}$	7041	653,43	66,67	451,22
09 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	2152	619,37	59,06	438,86
	$Z_{\text{af}}$	3512	581,80	62,93	466,30
10 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	5574	605,32	58,13	377,65
	$Z_{\text{af}}$	1709	593,53	58,16	478,21
11 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	2883	658,45	55,27	211,63
	$Z_{\text{af}}$	1777	584,80	56,45	382,21
12 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	1471	577,52	51,58	201,26
	$Z_{\text{af}}$	1567	551,15	48,32	333,92
13 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	2140	557,10	50,60	138,30
	$Z_{\text{af}}$	1927	511,23	46,49	270,88
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{\text{euf}}</math></b>	<b>4009</b>	<b>622,40</b>	<b>58,00</b>	<b>270,76</b>
<b>VERÃO</b>	<b><math>Z_{\text{af}}</math></b>	<b>2922</b>	<b>579,32</b>	<b>56,50</b>	<b>397,12</b>

**TABELA 9:** Concentrações de fósforo orgânico total, fósforo total dissolvido, fosfato inorgânico em  $\mu\text{gP/l}$  e silicato reativo em  $\text{mgSi/l}$  na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

Datas		Fósforo Orgânico Total	Fosfato Total Dissolvido	Fosfato Inorgânico	Silicato Reativo
<b>INVERNO (1995)</b>					
07 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	62,08	18,96	14,36	5,64
	$Z_{\text{af}}$	69,16	18,45	15,08	5,46
08 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	67,25	16,34	12,41	5,74
	$Z_{\text{af}}$	62,30	16,78	13,68	5,66
09 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	61,57	16,10	12,45	6,08
	$Z_{\text{af}}$	78,47	18,37	14,76	5,51
10 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	50,70	16,04	11,88	4,67
	$Z_{\text{af}}$	42,16	18,26	15,58	4,29
11 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	48,14	16,53	11,97	6,37
	$Z_{\text{af}}$	49,27	18,80	16,15	6,12
12 DE AGOSTO	$Z_{\text{euf}}$	51,50	17,44	13,22	6,22
	$Z_{\text{af}}$	51,01	16,73	15,19	5,72
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{\text{euf}}</math></b>	<b>56,87</b>	<b>16,90</b>	<b>12,71</b>	<b>5,79</b>
<b>INVERNO</b>	<b><math>Z_{\text{af}}</math></b>	<b>58,73</b>	<b>17,90</b>	<b>15,07</b>	<b>5,46</b>
<b>VERÃO (1996)</b>					
08 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	198,89	46,45	15,96	18,04
	$Z_{\text{af}}$	209,77	59,42	28,07	16,76
09 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	180,89	56,93	28,79	16,58
	$Z_{\text{af}}$	268,09	67,13	36,49	15,41
10 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	220,67	59,47	29,05	15,21
	$Z_{\text{af}}$	245,86	70,40	35,51	13,85
11 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	302,28	75,20	29,65	13,79
	$Z_{\text{af}}$	266,48	76,84	44,51	12,63
12 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	262,30	69,54	39,14	12,59
	$Z_{\text{af}}$	302,54	63,74	41,81	12,63
13 DE JANEIRO	$Z_{\text{euf}}$	222,86	79,07	30,88	15,53
	$Z_{\text{af}}$	252,25	78,78	45,10	15,03
<b>MÉDIA DO</b>	<b><math>Z_{\text{euf}}</math></b>	<b>231,32</b>	<b>64,45</b>	<b>28,91</b>	<b>15,29</b>
<b>VERÃO</b>	<b><math>Z_{\text{af}}</math></b>	<b>257,50</b>	<b>69,38</b>	<b>38,58</b>	<b>14,39</b>

### 4.3. PARÂMETROS BIOLÓGICOS

#### 4.3.1. Clorofila *a* e Feofitina

A média das concentrações de clorofila *a* e feofitina total na coluna d'água foram maiores no período de verão do que no inverno (FIGURA 7). No inverno, a clorofila total variou de 1,67 µg/l (em 10/08/95 a 9,00 m, 11/08/95 a 12,00 m e 12/08/95 a 8,00 m) a 38,78 µg/l (em 10/08/95 a 0,50 m); a clorofila *a* da fração < 20 µm variou entre 0,28 µg/l (em 08/08/95 a 7,00 e 9,00 m) e 10,32 µg/l (em 12/08/95 a 1,75 m). A feofitina total variou entre 3,65 µg/l (em 12/08/95 a 10,00 m) e 16,00 µg/l (em 10/08/95 a 0,50 m); a feofitina da fração < 20 µm variou entre 0,22 µg/l (em 10/08/95 a 7,00 m) e 11,47 µg/l (em 11/08/95 a 1,00 m).

No verão, a clorofila *a* total variou entre 0,00 µg/l (em 13/01/96 a 10,50 m) e 102,18 µg/l (em 08/01/96 a 0 m); a clorofila *a* da fração < 20 µm variou entre 0,00 µg/l (em 09/01/96 a 9,00 m, 12/01/96 a 10,50 m e 13/01/96 a 10,50 m) e 28,60 µg/l (em 08/01/96 a 0,50 m). A feofitina total variou entre 2,02 µg/l (em 10/01/96 a 9,00 m) e 31,60 µg/l (em 08/01/96 a 1,25 m); a feofitina da fração < 20 µm variou entre 0,07 µg/l (em 12/01/96 a 10,50 m) e 9,56 µg/l (em 08/01/96 a 2,00 m). A clorofila *a* da fração < 20 µm, em média, representou 33,18 % da clorofila *a* total no inverno e 20,95 % no verão e a feofitina da fração < 20 µm, em média, representou 57,62 % da clorofila *a* total no inverno e 32,95 % no verão.

Integrando a coluna d'água, a quantidade de clorofila *a* foi maior no período de inverno comparado ao período de verão (TABELA 10). No inverno, a clorofila *a* total máxima foi de 12,45 mgChla/m<sup>2</sup> (07/08/95), a mínima foi de 4,95 mgChla/m<sup>2</sup> (12/08/95) e a média dos dias foi de 7,16 mgChla/m<sup>2</sup>; a máxima concentração de clorofila *a* da fração < 20 µm foi de 3,26 mgChla/m<sup>2</sup> (07/08/95), a mínima foi de 1,81 mgChla/m<sup>2</sup> (08/08/95) e a média dos dias foi de 2,65 mgChla/m<sup>2</sup>. Nesse período, a clorofila *a* da fração < 20 µm representou 36,96 % da total. No verão, o máximo valor de clorofila *a* total foi de 14,77 mgChla/m<sup>2</sup> (08/01/96), e o

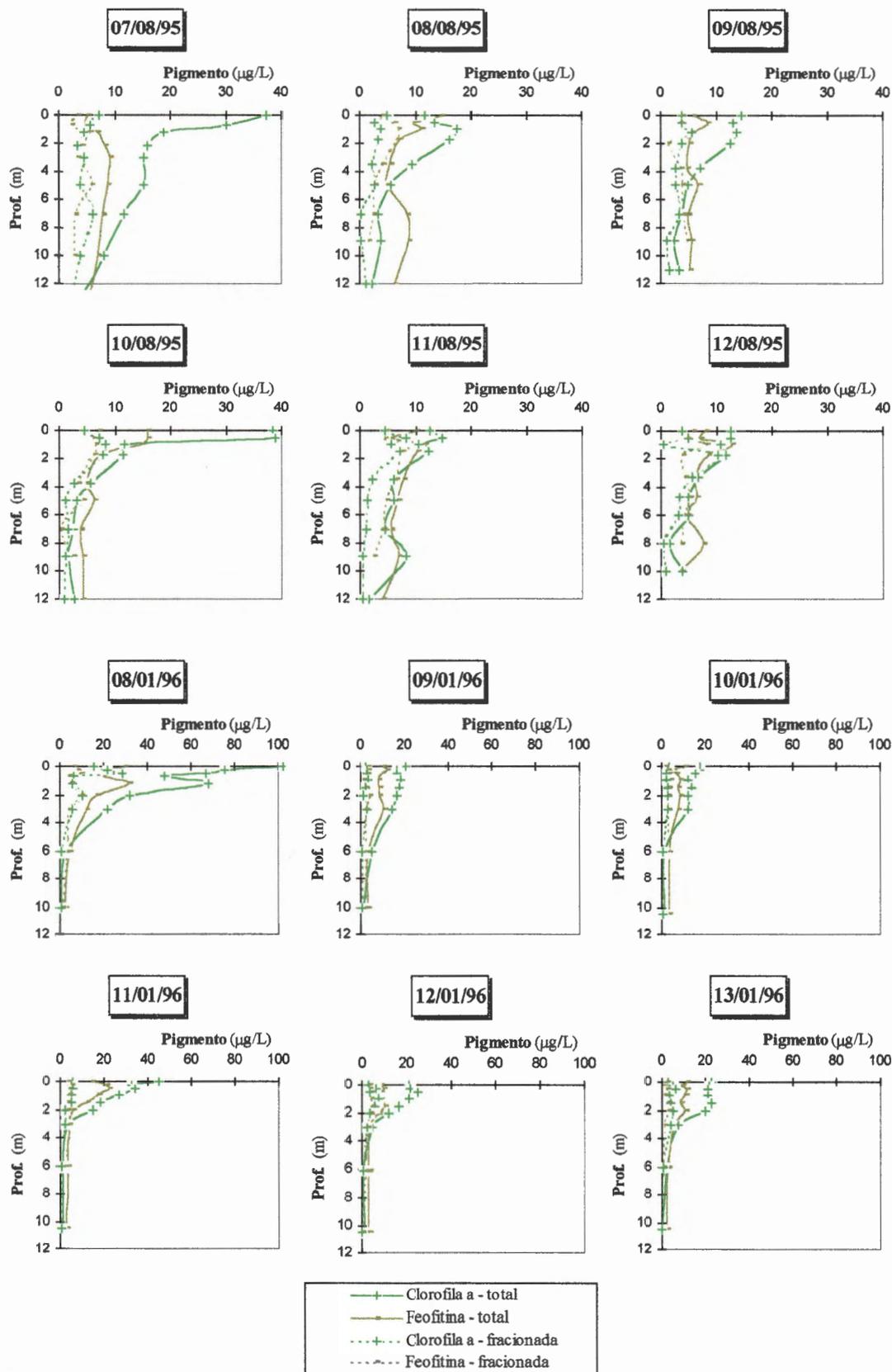
mínimo foi de 4,01 mgChla/m<sup>2</sup> (10/01/96) e a média dos dias foi de 6,75 mgChla/m<sup>2</sup>; a máxima concentração de clorofila *a* da fração < 20 µm foi de 3,23 mgChla/m<sup>2</sup> (08/01/96), a mínima foi de 0,72 mgChla/m<sup>2</sup> (12/01/96) e a média dos dias foi de 1,43 mgChla/m<sup>2</sup>. Nesse período, a clorofila *a* fracionada representou 21,20 % da total.

#### 4.3.2. Produção Primária do Fitoplâncton

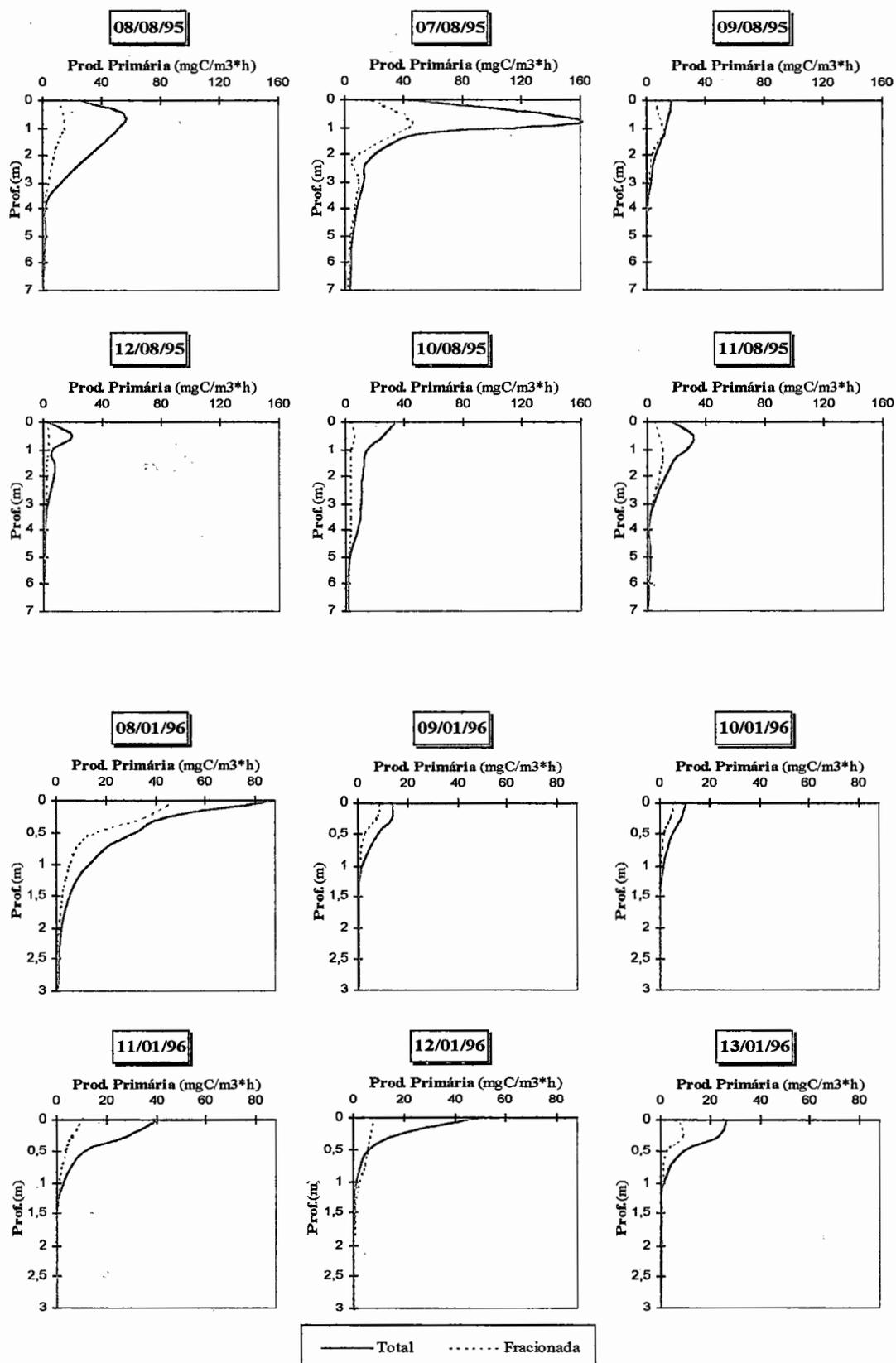
A produção primária do fitoplâncton foi quatro vezes maior no período de inverno comparada ao período de verão (TABELA 11). No inverno, a produção primária total máxima foi de 200,11 mgC/m<sup>2</sup>\*h (07/08/95), a mínima foi de 26,60 mgC/m<sup>2</sup>\*h (12/08/95) e a média dos dias foi de 84,65 mgC/m<sup>2</sup>\*h; a produção primária máxima da fração < 20 µm foi de 86,13 mgC/m<sup>2</sup>\*h (07/08/95), a mínima foi de 8,64 mgC/m<sup>2</sup>\*h (12/08/95) e a média dos dias foi de 32,31 mgC/m<sup>2</sup>\*h. Nesse período, a produção primária da fração < 20 µm representou 38,16 % da total.

No verão, a produção primária total máxima foi de 44,42 mgC/m<sup>2</sup>\*h (08/01/96), a mínima foi de 6,17 mgC/m<sup>2</sup>\*h (10/01/96) e a média dos dias foi de 17,58 mgC/m<sup>2</sup>\*h; a produção primária máxima da fração < 20 µm foi de 25,11 mgC/m<sup>2</sup>\*h (08/01/96), a mínima foi de 2,74 mgC/m<sup>2</sup>\*h (12/01/96) e a média dos dias foi de 7,37 mgC/m<sup>2</sup>\*h. Nesse período, a produção primária da fração < 20 µm representou 41,95 % da total.

Os maiores valores de produção primária foram obtidos à 0,50 m de profundidade no inverno e à 0,00 m no verão (FIGURA 8).



**FIGURA 7** - Perfis das concentrações de clorofila *a* total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$ , e feofitina total e da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.



**FIGURA 8** - Perfis da produção primária total e da fração menor que  $20 \mu\text{m}$  no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

### 4.3.3. Fixação do Carbono no Escuro

A fixação do C no escuro foi seis vezes maior no inverno se comparada com o verão (TABELA 11). No inverno, a fixação no escuro total máxima foi de 17,55 mgC/m<sup>2</sup>\*h (07/08/95), a mínima foi de 4,03 mgC/m<sup>2</sup>\*h (12/08/95) e a média dos dias foi de 9,16 mgC/m<sup>2</sup>\*h; a fixação do C no escuro máxima da fração < 20 µm foi de 12,14 mgC/m<sup>2</sup>\*h (07/08/95), a mínima foi de 2,72 mgC/m<sup>2</sup>\*h (11/08/95) e a média dos dias foi de 6,12 mgC/m<sup>2</sup>\*h. Nesse período, a fixação do C no escuro da fração < 20 µm representou 66,76 % da total.

No verão, a fixação do C no escuro total máxima foi de 1,89 mgC/m<sup>2</sup>\*h (12/01/96), a mínima foi de 0,95 mgC/m<sup>2</sup>\*h (09/01/96) e a média dos dias foi de 1,40 mgC/m<sup>2</sup>\*h; a fixação do C no escuro máxima da fração < 20 µm foi de 1,16 mgC/m<sup>2</sup>\*h (08/01/96), a mínima foi de 0,63 mgC/m<sup>2</sup>\*h (13/01/96) e a média dos dias foi de 0,81 mgC/m<sup>2</sup>\*h. Nesse período, a fixação do C no escuro da fração < 20 µm representou 58,01 % da total.

A fixação do C no escuro total representou, em média, 12,05 % da produção primária no inverno e 10,68 % da produção primária no verão. A fixação do C no escuro da fração < 20 µm representou, em média, 23,22 % da produção primária no inverno e 18,28 % da produção primária no verão.

### 4.3.4. Taxa de Assimilação

A taxa de assimilação foi maior no inverno do que no verão (TABELA 11). A média das taxas de assimilação total obtidas na zona eufótica foi de 1,52 mgC/Chla\*h no inverno e 0,73 mgC/Chla\*h no verão. A média das taxas de assimilação da fração < 20 µm obtidas na zona eufótica foi de 2,10 mgC/Chla\*h no inverno e 1,63 mgC/Chla\*h no verão.

A taxa de assimilação calculada através dos valores integrados (coluna d'água) de produção primária e de clorofila *a* foi maior no período de inverno comparando com o período de verão (TABELA 10). No inverno, a taxa de assimilação total máxima foi de 17,57 mgC/Chla\*h (08/08/95), a mínima foi de 5,38 mgC/Chla\*h (12/08/95) e a média dos dias foi de 11,82 mgC/Chla\*h; a taxa máxima de assimilação da fração < 20 µm foi de 26,44 mgC/Chla\*h (07/08/95), a mínima foi de 2,85 mgC/Chla\*h (12/08/95) e a média dos dias foi de 12,20 mgC/Chla\*h. No verão, a taxa de assimilação total máxima foi de 3,01 mgC/Chla\*h (08/01/96), a mínima foi de 1,54 mgC/Chla\*h (10/01/96) e a média dos dias foi de 2,60 mgC/Chla\*h; a taxa máxima de assimilação da fração < 20 µm foi de 7,78 mgC/Chla\*h (08/01/96), a mínima foi de 2,03 mgC/Chla\*h (12/01/96) e a média dos dias foi de 5,15 mgC/Chla\*h.

**TABELA 10:** Clorofila *a* total e da fração menor que 20 µm (mgChla/m<sup>2</sup>) e taxa de assimilação do fitoplâncton total e da fração menor que 20 µm (mgC/mgChla\*h).

DATAS	Clorofila <i>a</i>		Taxa de Assimilação	
	Total	Fracionada	Total	Fracionada
<b>INVERNO (1995)</b>				
07 DE AGOSTO	12,45	3,26	16,08	26,44
08 DE AGOSTO	6,94	1,81	17,57	18,46
09 DE AGOSTO	6,07	2,46	5,45	8,33
10 DE AGOSTO	6,86	2,87	9,64	6,45
11 DE AGOSTO	5,71	2,46	10,51	10,86
12 DE AGOSTO	4,95	3,03	5,38	2,85
<b>MÉDIA INVERNO</b>	<b>7,16</b>	<b>2,65</b>	<b>11,82</b>	<b>12,20</b>
<b>VERÃO (1996)</b>				
08 DE JANEIRO	14,77	3,23	3,01	7,78
09 DE JANEIRO	5,02	0,72	1,96	6,16
10 DE JANEIRO	4,01	0,78	1,54	3,59
11 DE JANEIRO	6,23	1,15	2,84	4,12
12 DE JANEIRO	4,77	1,35	2,83	2,03
13 DE JANEIRO	5,71	1,35	2,43	3,23
<b>MÉDIA VERÃO</b>	<b>6,75</b>	<b>1,43</b>	<b>2,60</b>	<b>5,15</b>

**TABELA 11:** Produção primária do fitoplâncton total e da fração menor que 20 µm (mgC/m<sup>2</sup>\*h), fixação de carbono no escuro pelo plâncton total e da fração menor que 20 µm (mgC/m<sup>2</sup>\*h), porcentagem de carbono fixado no escuro pelo plâncton total e na fração menor que 20 µm e taxa de assimilação média do fitoplâncton total e da fração menor que 20 µm na zona eufótica (mgC/mgChl<sub>a</sub>\*h).

DATAS	Produção Primária		Fixação do C no Escuro		% de C Fixado no Escuro		Taxa de Assimilação	
	Total	Fracionada	Total	Fracionada	Total	Fracionada	Total	Fracionada
<b>INVERNO (1995)</b>								
07 DE AGOSTO	200,11	86,13	17,55	12,14	8,77	14,09	2,20	4,44
08 DE AGOSTO	121,89	33,35	14,04	8,13	11,52	24,39	2,89	3,24
09 DE AGOSTO	33,06	20,46	4,58	3,43	13,85	16,78	0,77	1,36
10 DE AGOSTO	66,19	18,54	10,38	7,31	15,69	39,41	1,07	0,74
11 DE AGOSTO	60,07	26,72	4,40	2,72	7,33	10,18	1,52	1,23
12 DE AGOSTO	26,60	8,64	4,03	2,98	15,14	34,46	0,68	1,58
<b>MÉDIA INVERNO</b>	<b>84,65</b>	<b>32,31</b>	<b>9,16</b>	<b>6,12</b>	<b>12,05</b>	<b>23,22</b>	<b>1,52</b>	<b>2,10</b>
<b>VERÃO (1996)</b>								
08 DE JANEIRO	44,42	25,11	1,46	1,16	3,29	4,64	0,58	1,65
09 DE JANEIRO	9,83	4,46	0,95	0,76	9,62	17,11	0,66	2,62
10 DE JANEIRO	6,17	2,82	1,09	0,68	17,59	24,06	0,46	1,36
11 DE JANEIRO	17,67	4,74	1,47	0,69	8,33	14,55	0,69	1,26
12 DE JANEIRO	13,48	2,74	1,89	0,96	14,06	34,92	1,12	1,31
13 DE JANEIRO	13,88	4,36	1,56	0,63	11,21	14,40	0,90	1,56
<b>MÉDIA VERÃO</b>	<b>17,58</b>	<b>7,37</b>	<b>1,40</b>	<b>0,81</b>	<b>10,68</b>	<b>18,28</b>	<b>0,73</b>	<b>1,63</b>

### 4.3.5. Comunidade Fitoplanctônica

#### 4.3.5.a. Análise Qualitativa

Somando-se os dois períodos de coleta, foram encontrados 111 táxons, que estão listados a seguir, agrupados em classes:

#### CYANOPHYCEAE

- Anabaena crassa* (Lemmermann) Komárek - Legn. et Cronb.
- Aphanocapsa* cf. *koordersi* Strom
- Chroococcus limneticus* Lemmermann
- Cyanosarcina* sp
- Merismopedia glauca* (Ehrenberg) Kützing
- Merismopedia* sp
- Lynghya hieronymusii* Lemmermann
- Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing
- Microcystis* cf. *lamelliformis* Holsinger
- Oscillatoria lacustris* (Kleb.) Geitler
- Pseudanabaena catenata* Lauterborni
- Pseudanabaena mucicola* (Huber - Pestalozzi & Naumann) Bourrelly
- Rhabdoglea ellipsoidea* Schröder
- Trychonema* cf. *bourrellyi* Lund

#### CHLOROPHYCEAE

- Actinastrum aciculare* Playf.
- Ankistrodesmus bibraianus* (Reinsch) Korsikov
- Ankyra paradoxioides* Cirik
- Ankyra* spp
- Botryococcus braunii* Kützing
- Botryococcus terribilis* Komárek
- Characium* sp
- Chlamydomonas cylindrica* Chodat
- Chlamydomonas* spp
- Chlorella* spp
- Closterium aciculare* West var. *aciculare* f. *aciculare*
- Closterium* spp
- Coelastrum indicum* Turn.
- Coelastrum pulchrum* Schmidle var. *pulchrum*
- Coenochloris hindakii* Komárek
- Cosmarium* cf. *contractum* Kirchn.
- Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Schmidle
- Crucigenia quadrata* Morr.
- Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. & G. S. West
- Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz var. *fallax* Komárek

- Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz var. *minutum* (W. R. Taylor) Komárek  
*Diplochlois lunata* (Fott) Fott  
*Eudorina elegans* Ehrenberg  
*Golenkinia radiata* Chodat  
*Hyaloraphidium* sp  
*Kirchneriela* cf. *obesa* (W. West) Schmidle  
*Kirchneriela contorta* (Schmidle) Bohl. var. *elegans* (Playf.) Komárek  
*Kirchneriela lunaris* (Kirchn.) Moeb.  
*Micractinium bornhemiense* (Conr.) Korsikov  
*Micractinium pusillum* Fresenius  
*Monoraphidium arcuatum* (Korsikov) Hindák  
*Monoraphidium circinale* (Nyg.) Nyg.  
*Monoraphidium contortum* (Thur.) Komárek - Legn.  
*Monoraphidium dybowski* (Wolosz.) Hindák & Komárek - Legn.  
*Monoraphidium fontinalle* Hindák  
*Monoraphidium griffithii* (Berk.) Komárek - Legn.  
*Monoraphidium komarkovae* Nyg.  
*Monoraphidium minutum* (Nägeli) Komárek - Legn.  
*Monoraphidium namum* (Ettl) Hindák  
*Monoraphidium skujae* Fott  
*Monoraphidium tortile* (W. & G. S. West) Komárek - Legn.  
*Oocystis marsonii* Lemmermann  
*Paradoxia multiseta* Svir.  
*Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex*  
*Pediastrum simplex* Meyen var. *simplex*  
*Pedinomonas* sp  
*Quadricoccus* sp  
*Raphidocelis* sp  
*Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat  
*Scenedesmus acunae* Comas  
*Scenedesmus bicaudatus* Dedusenko  
*Scenedesmus brevispina* (G. M. Smith) Chodat  
*Scenedesmus denticulatus* Lagerh.  
*Scenedesmus dimorphus* (Turp.) Kützing  
*Scenedesmus javanensis* Chodat  
*Scenedesmus obtusus* Meyen  
*Scenedesmus opoliensis* P. Richter  
*Scenedesmus ovalternus* Chodat  
*Scenedesmus sooi* Hortob.  
*Scenedesmus tibiscensis* Uherk.  
*Schoroederia antillarum* Komárek  
*Selenastrum gracilis* Reinsch  
*Sphaeroszma laeve* (Nordst) Thomasson  
*Staurastrum gracile* Ralfs var. *tenuissima* Boldt.  
*Staurastrum paradoxum* Meyen var. *longipes* Nordst  
*Staurodesmus* sp  
*Tetrastum* sp

**EUGLENOPHYCEAE**

*Colacium calvum* Stein  
*Euglena* sp  
*Lepocinclis ovum* (Ehrenberg) Lemmermann  
*Lepocinclis salina* Fritsch  
*Peranema* sp  
*Phacus tortus* (Lemmermann) Skvortzov  
*Strombomonas* spp  
*Trachelomonas* spp  
*Phacus* sp

**CHRYSOPHYCEAE**

Chrysophyceae (espécie não identificada)  
*Mallomonas* spp

**CRYPTOPHYCEAE**

*Chroomonas* cf. *nordstedtii* Hansgirg  
*Cryptomonas* cf. *erosa* Ehrenberg  
*Cryptomonas* cf. *marssonii* Skuja

**BACILARIOPHYCEAE**

*Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Ralfs var. *angustissima* O. Mueller  
*Aulacoseira italica* Simonsen  
*Ciclotella* sp  
*Diatoma vulgare* Bory  
*Eunotia* sp  
*Nitzschia* sp  
*Stauroneis* sp  
*Synedra* sp  
*Tabellaria* sp

**DINOPHYCEAE**

Dinobryaceae (espécie não identificada)  
*Dinobryon* sp  
*Peridinium willei* Huitfeld-Kaas

**XANTOPHYCEAE**

*Isthmochloron lobulatum* (Nägeli) Skuja  
*Tetradiella spinigera* Skuja  
*Tetraplekton torsum* (Skuja) Dedusenko

A classe Cyanophyceae, representada por 14 espécies, foi a única que esteve presente em todas as amostras coletadas durante os períodos estudados. A classe Chlorophyceae, representada por 67 táxons, esteve presente em todas as amostras coletadas durante o período de inverno e só não esteve presente em uma amostra coletada durante o período de verão. A classe Euglenophyceae, representada por 9 táxons, esteve presente em 63 % das amostras coletadas durante o período de inverno e em apenas 3,7 % das amostras coletadas no verão. A classe Chrysophyceae, representada por 2 táxons, esteve presente em 81,5 % das amostras coletadas durante o período de inverno e em 25,9 % das amostras coletadas no verão. A classe Cryptophyceae, representada por 3 táxons, esteve presente em 96,3 % das amostras coletadas durante o período de inverno e em 87 % das amostras coletadas no verão. A classe Bacilariophyceae, representada por 9 espécies, esteve presente em 96,3 % das amostras coletadas durante o período de inverno e em 88,9 % das amostras coletadas no verão. A classe Dinophyceae, representada por 3 espécies, esteve presente em 11,1 % das amostras coletadas durante o período de inverno e não esteve presente nas amostras coletadas no período de verão. A classe Xantophyceae, representada por 3 espécies, não foi encontrada nas amostras coletadas para a análise quantitativa, somente nas qualitativas.

#### **4.3.5.b. Análise Quantitativa**

##### *Densidade Fitoplanctônica*

A densidade total de organismos fitoplanctônicos coletados foi maior no período de inverno do que no verão. A média das densidades totais obtidas na zona eufótica foi de  $900 \cdot 10^3$  org./l no inverno e  $510 \cdot 10^3$  org./l no verão. A média das densidades totais obtidas na zona afótica foi de  $206 \cdot 10^3$  org./l no inverno e  $377 \cdot 10^3$  org./l no verão. No inverno, o valor médio mais elevado das densidades totais obtidas na zona eufótica foi de  $1301 \cdot 10^3$  org./l no dia 12/08/95 e o mínimo foi de  $456 \cdot 10^3$  org./l no dia 08/08/95; o valor médio mais elevado das densidades totais obtidas na zona afótica foi de  $353 \cdot 10^3$  org./l no dia 07/08/95 e o mínimo foi de

$142 \cdot 10^3$  org./l no dia 09/08/95. No verão, o valor médio mais elevado das densidades totais obtidas na zona eufótica foi de  $1325 \cdot 10^3$  org./l no dia 08/01/96 e o mínimo foi de  $192 \cdot 10^3$  org./l no dia 10/01/96; o valor médio mais elevado das densidades totais obtidas na zona afótica foi de  $666 \cdot 10^3$  org./l no dia 08/01/96 e o mínimo foi de  $240 \cdot 10^3$  org./l no dia 10/01/96 (FIGURA 9).

#### *Porcentagem de Contribuição das Classes*

As criptofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 37 % no período de inverno e apenas 10 % no verão. As cianofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 35 % no período de inverno e 84 % no verão. As clorofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 16 % no período de inverno e 4 % no verão. As crisofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de somente 9 % no período de inverno. As bacilariofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 2 % no período de inverno e verão. As euglenofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de apenas 1 % no período de inverno. Já a porcentagem de contribuição das dinofíceas foi praticamente nula (FIGURA 11).

No inverno, a média dos valores de porcentagem de contribuição das cianofíceas variou de 26,9 % (12/08/95) a 41,8 % (07 e 08/08/95) na zona eufótica e de 35,1 % (08/08/95) a 54,2 % (10/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das criptofíceas variou de 31,7 % (08/08/95) a 41,5 % (12/08/95) na zona eufótica e de 10,0 % (10/08/95) a 34,4 % (12/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das clorofíceas variou de 9,7 % (07/08/95) a 16,9 % (12/08/95) na zona eufótica e de 21,5 % (12/08/95) a 31,5 % (10/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das crisofíceas variou de 7,2 % (07/08/95) a 12,6 % (12/08/95) na zona eufótica e de 1,6 % (10/08/95) a 11,2 % (07/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das bacilariofíceas variou de 1,1 % (07/08/95) a 2,3 % (09/08/95) na zona eufótica e de 2,2 % (08 e 10/08/95) a 4,7 % (09/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das

euglenofíceas variou de 0,2 % (12/08/95) a 2,0 % (09/08/95) na zona eufótica e de 0 % (09/08/95) a 2,5 % (08/08/95) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das dinofíceas foi de 0,1 % no dia 09/08/95 e nula nos demais na zona eufótica e variou de 0 % (11 e 12/08/95) a 0,3 % (09 e 10/08/95) na zona afótica (FIGURA 10).

No verão, a média dos valores de porcentagem de contribuição das cianofíceas variou de 74,4 % (10/01/96) a 89,4 % (08/01/96) na zona eufótica e de 70,2 % (10/01/96) a 88,0 % (13/01/96) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das criptofíceas variou de 5,2 % (08/01/96) a 17,5 % (12/01/96) na zona eufótica e de 7,7 % (13/01/96) a 17,1 % (10/01/96) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das clorofíceas variou de 1,1 % (13/01/96) a 6,9 % (09/01/96) na zona eufótica e de 2,9 % (13/01/96) a 6,9 % (10/01/96) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das crisofíceas variou de 0,0 % (12/01/96) a 0,5 % (10/01/96) na zona eufótica e de 0,0 % (10 e 12/01/96) a 0,5 % (11/01/96) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das bacilariofíceas variou de 0,3 % (12/01/96) a 4,2 % (09/01/96) na zona eufótica e de 1,2 % (13/01/96) a 5,8 % (10/01/96) na zona afótica; a média dos valores de porcentagem de contribuição das euglenofíceas foi de 0,2 % no dia 12/01/96 na zona eufótica e foi de 0,1 % no dia 11/01/96 na zona afótica e nula nos demais dias (FIGURA 10).

#### *Abundância Relativa*

De acordo com o método de contagem utilizado, os organismos mais abundantes, em ordem decrescente foram: *Pseudanabaena mucicola* (comum no inverno – 17,2% - e abundante no verão – 44,2%), *Microcystis* spp (comum no inverno – 16,8% e abundante no verão – 37,1%), *Cryptomonas erosa* (comum no inverno – 15,9% e ocasional no verão – 1,9%), *Cryptomonas marssonii* (comum no inverno – 14,4% e ocasional no verão – 8,2%) e *Chroomonas nordstedtii* (ocasional no inverno – 4,8% e ocasional no verão – 1,1%). Dentre os demais organismos

encontrados, a maioria foi considerada rara e uma pequena parcela ocasional, apresentando valores de abundância relativa inferiores a 9%.

Embora existissem duas espécies distintas de *Microcystis*, não foi possível contá-las separadamente uma vez que o microscópio invertido não tinha o aumento necessário para diferenciá-las. Cada colônia foi considerada como um indivíduo. Cada 20 células soltas de *Microcystis* contadas, foram consideradas como sendo uma colônia. Cada filamento de *Pseudanabaena mucicola* foi considerado como um indivíduo, embora estes tenham sido, na maioria das vezes, encontrados associados a colônia de *Microcystis*. Não era raro encontrar, dentro de apenas uma colônia de *Microcystis*, de 5 a 25 filamentos de *Pseudanabaena mucicola*. Esse fato foi mais comum na superfície e principalmente no período de verão.

Para esta análise quantitativa não foi considerado o biovolume, mas é visível que uma colônia de *Microcystis* possui um volume bem maior que um filamento de *Pseudanabaena mucicola* ou uma célula de *Cryptomonas*. Logo, se o cálculo de abundância relativa tivesse sido feito com valores de densidade em função do biovolume de cada indivíduo e não simplesmente em função do número de indivíduos, muito provavelmente a *Microcystis* spp teria apresentado um abundância relativa bem superior, podendo chegar a ser considerada abundante no inverno e dominante no verão.

No inverno, a média dos valores de abundância relativa na coluna d'água da *Pseudanabaena mucicola* variou de 9,8 % (07/08/95) a 21,8 % (11/08/95); da *Microcystis* spp variou de 8,8 % (12/08/95) a 28,8 % (07/08/95); da *Cryptomonas erosa* variou de 12,0 % (10/08/95) a 17,2 % (12/08/95); da *Cryptomonas marssonii* variou de 11,4 % (08/08/95) a 21,1 % (12/08/95); da *Chroomonas nordstedtii* variou de 2,3 % (07/08/95) a 7,6 % (10/08/95); e a média dos valores de abundância relativa dos demais indivíduos juntos variou de 28,7 % (09/08/95) a 33,6 % (08/08/95) (FIGURA 12).

No verão, a média dos valores de abundância relativa na coluna d'água da *Pseudanabaena mucicola* variou de 26,8 % (10/01/96) a 56,8 % (11/01/96); da *Microcystis* spp variou de 28,8 % (11/01/96) a 44,5 % (10/01/96); da

*Cryptomonas erosa* variou de 4,3 % (08/01/96) a 12,2 % (10/01/96); da *Cryptomonas marssonii* variou de 1,0 % (08/01/96) a 2,8 % (12/01/96) da *Chroomonas nordstedtii* variou de 0,1 % (13/01/96) a 1,9 % (12/01/96); e a média dos valores de abundância relativa dos demais indivíduos juntos variou de 3,6 % (13/01/96) a 12,4 % (10/01/96) (FIGURA 12).

#### *Número de Espécies Encontradas*

O número de espécies encontradas no inverno foi maior que o do verão (TABELA 12). No inverno, a média do número de espécies encontradas na zona eufótica variou de 14 (07/08/95) a 24 (12/08/95) e na zona afótica variou de 17 (12/08/95) a 20 (08/08/95). No verão, a média do número de espécies encontradas na zona eufótica variou de 8 (13/01/96) a 16 (08/01/96) e na zona afótica variou de 7 (13/01/96) a 11 (08/01/96) (FIGURA 14).

#### *Índices de Diversidade, Equitabilidade, Riqueza e Dominância*

Os Índices de Diversidade de Shannon, de Equitabilidade e de Riqueza foram maiores no inverno do que no verão (TABELA 12). A média dos índices de diversidade obtidos no período de inverno na zona eufótica foi de 3,11 e a na zona afótica foi de 3,32; no verão, a média dos índices de diversidade na zona eufótica foi de 1,89 e 1,88 na zona afótica (FIGURA 15). A média dos índices de equitabilidade obtidos no período de inverno na zona eufótica foi de 0,73 e a na zona afótica foi de 0,80; no verão, a média dos índices de equitabilidade na zona eufótica foi de 0,54 e 0,66 na zona afótica (FIGURA 16). A média dos índices de riqueza obtidos no período de inverno na zona eufótica foi de 18,01 e a na zona afótica foi de 15,02; no verão, a média dos índices de diversidade na zona eufótica foi de 12,93 e 8,97 na zona afótica.

O Índices de Dominância foi maior no verão do que no inverno (TABELA 12). A média dos índices de dominância obtidos no período de inverno na

zona eufótica foi de 0,16 e a na zona afótica foi de 0,15; no verão, a média dos índices de diversidade na zona eufótica foi de 0,36 e 0,37 na zona afótica.

Os termos “número de espécies” e “riqueza” foram utilizados com significados diferentes: o primeiro refere-se ao número de espécies que foi encontrado em uma amostra quantitativa, enquanto o segundo indica o número total de espécies que podem ser encontradas no dado lago (pelo menos durante o período estudado) (PADISÁK, 1993).

#### **4.4. ÍNDICES DE ESTADO TRÓFICO**

##### **4.4.1. IET de CARLSON (1977)**

Com base nos resultados obtidos através das medidas de transparência da água (Disco de Secchi) e das determinações das concentrações de fósforo total e clorofila *a*, realizadas no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996 foi possível calcular o índice de estado trófico para o Reservatório de Salto Grande.

Observa-se que, com relação à transparência da água, a estação de coleta mostrou-se eutrófica no período de agosto e hipereutrófica no período de janeiro e com relação às concentrações de fósforo total, os dois períodos foram considerados eutróficos.

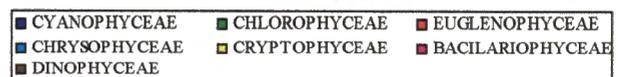
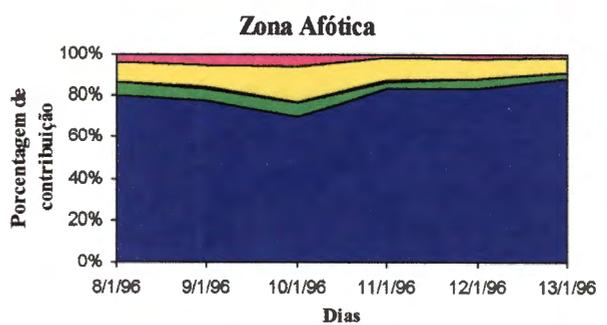
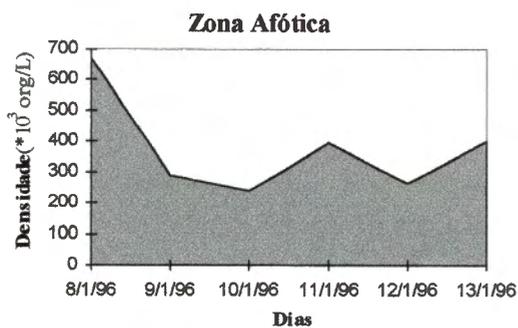
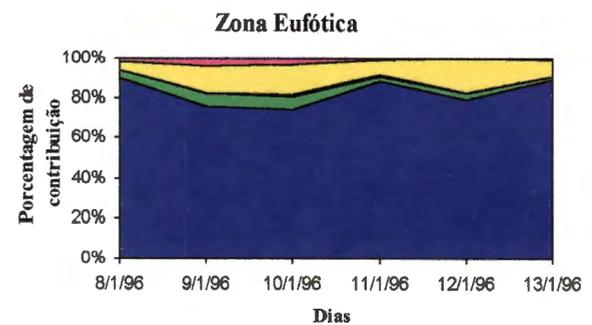
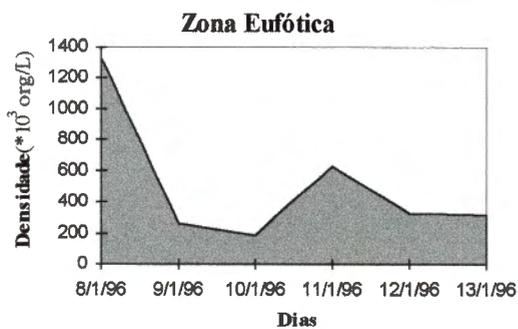
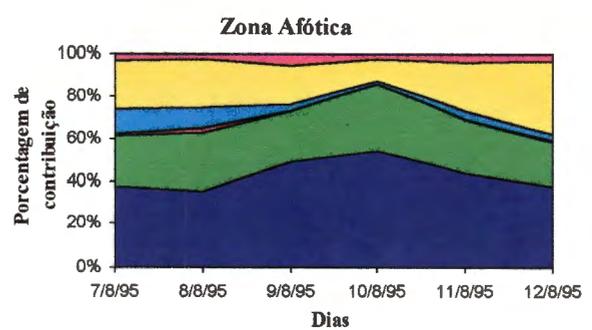
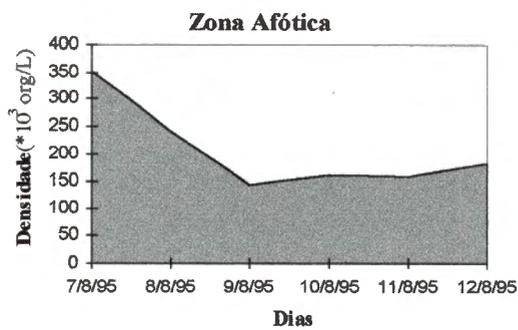
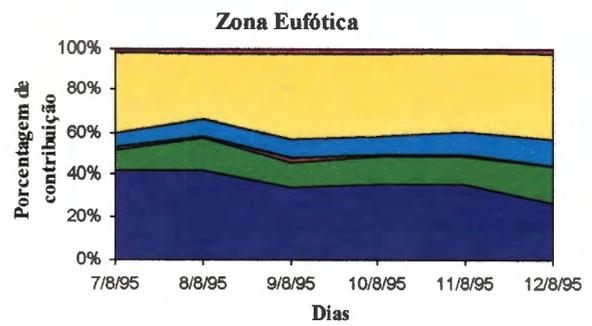
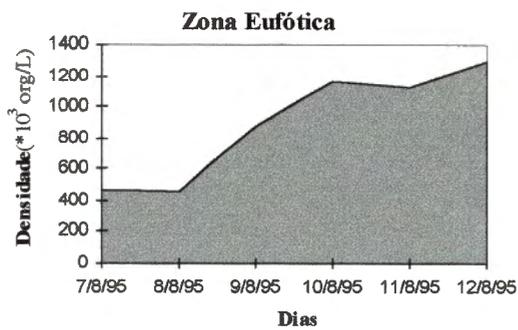
Com relação às concentrações de clorofila *a* total na superfície da coluna d'água, a estação de coleta mostrou-se eutrófica nos dias 08, 09, 11 e 12 de agosto de 1995 e 09, 10, 12 de janeiro de 1996, e hipereutrófica nos dias 07 e 10 de agosto de 1995 e 08, 11, 13 de janeiro de 1996.

Porém, segundo CARLSON (1977), o número obtido é somente um índice do estado trófico do lago e não define o estado trófico. Assim, clorofila ou

fósforo total não são considerados como base de uma definição de estado trófico mas somente como indicadores de mais um conceito amplamente definido.

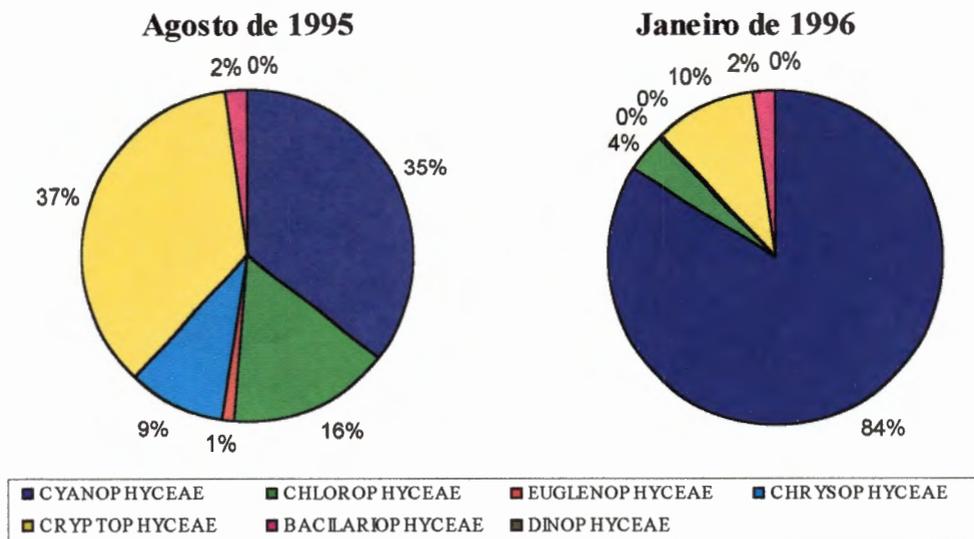
De acordo com CALIJURI (1988), o uso do índice de estado trófico de CARLSON e de índices em geral para a classificação regional de ecossistemas artificiais e naturais, são recursos valiosos para organizar o conhecimento sobre mecanismos de funcionamento desses sistemas e para o desenvolvimento de técnicas de manejo em bases comparativas. Mas, o uso desses índices apresentam certas limitações, que, provavelmente são devidas:

1. ao mecanismo interno de funcionamento dos reservatórios (tempo de residência, turbulência, processos de advecção e morfometria);
2. problemas na medida de parâmetros relacionados com características regionais ou fatores específicos dos reservatórios, como por exemplo, a quantidade de material em suspensão (sedimento) e a distorção na medida da transparência do Disco de Secchi;
3. frequência das medidas, devido a grande variabilidade espacial e temporal que ocorrem nos reservatórios.

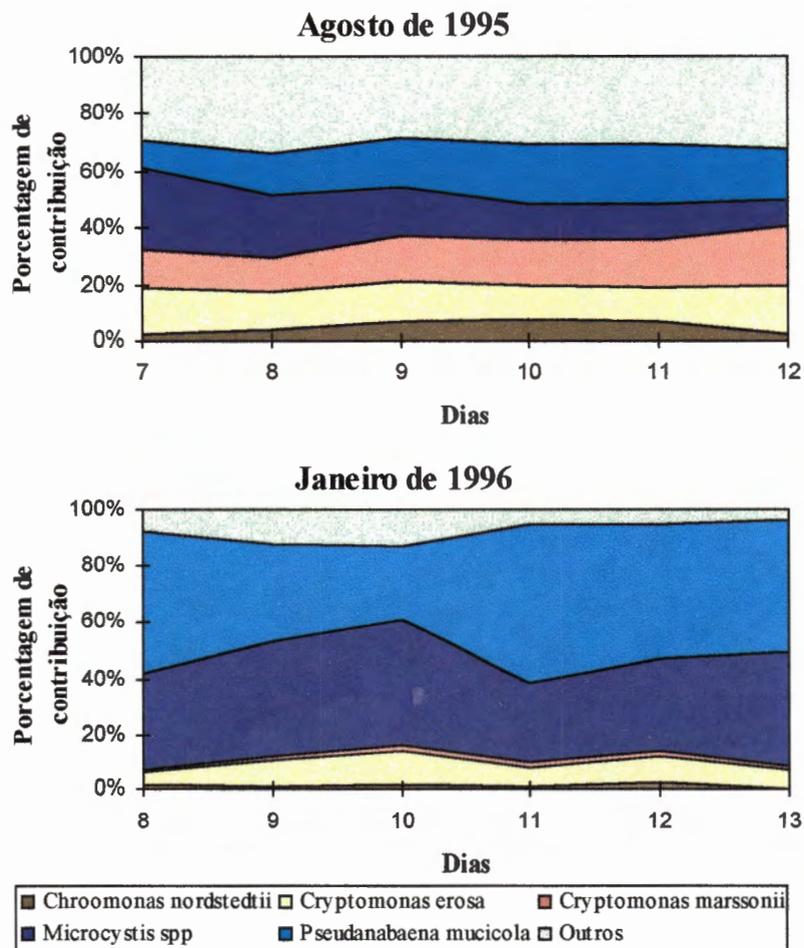


**FIGURA 9** - Densidade total de organismos fitoplanctônicos no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

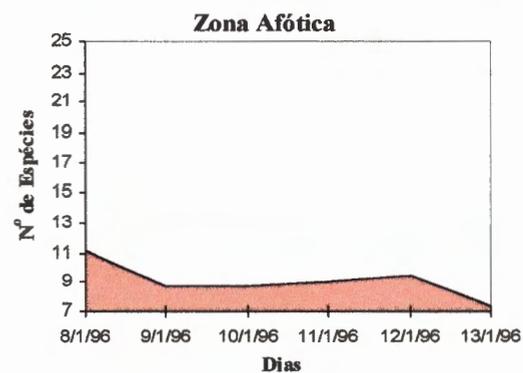
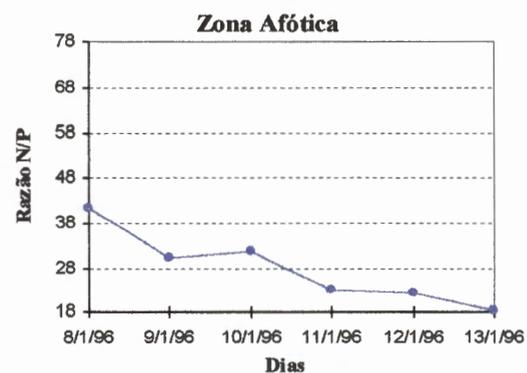
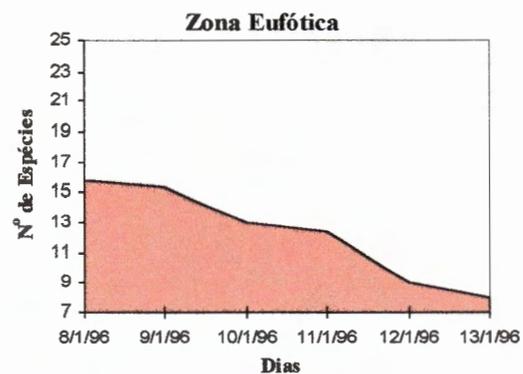
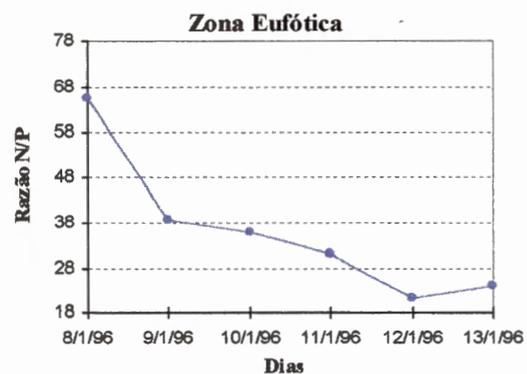
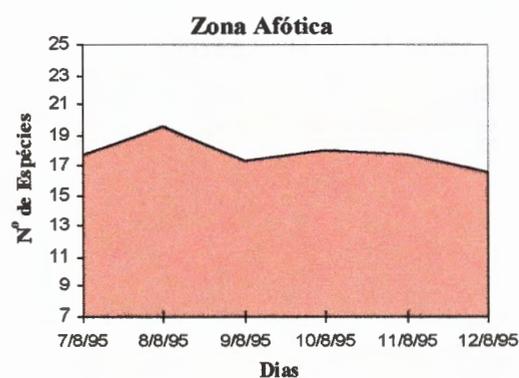
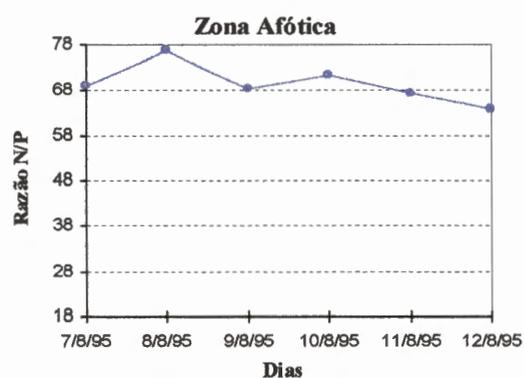
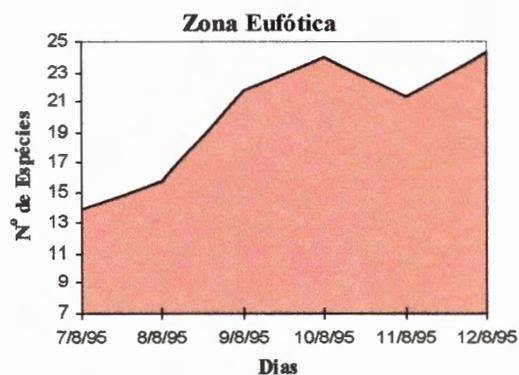
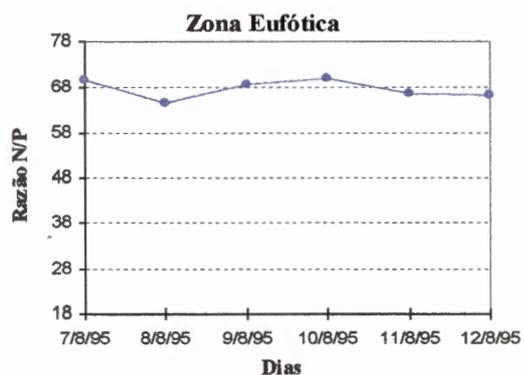
**FIGURA 10** - Porcentagem de contribuição das diferentes classes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.



**FIGURA 11** - Porcentagem de contribuição média das diferentes classes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

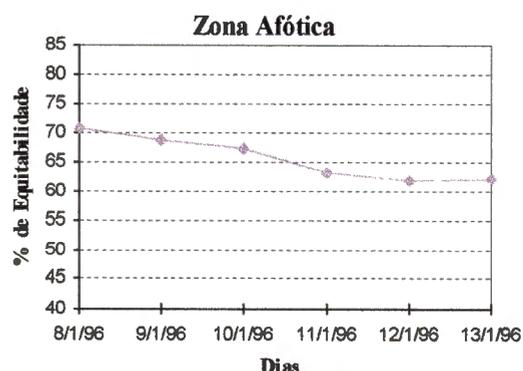
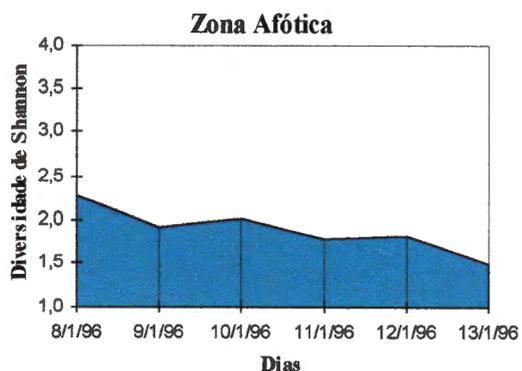
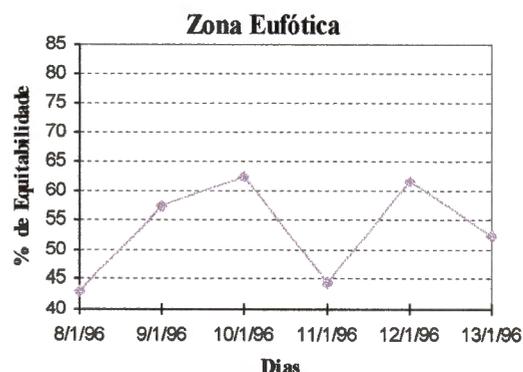
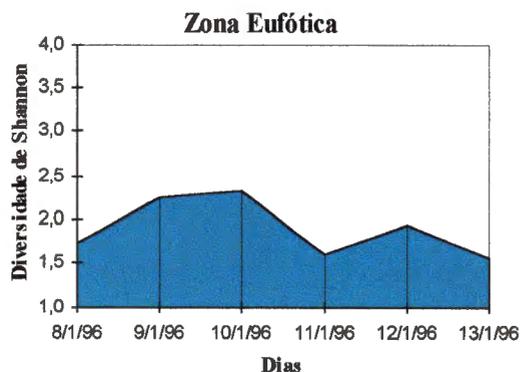
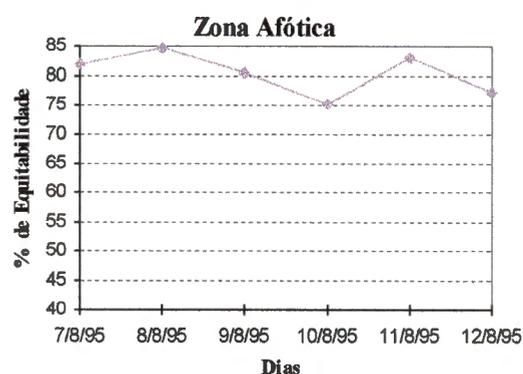
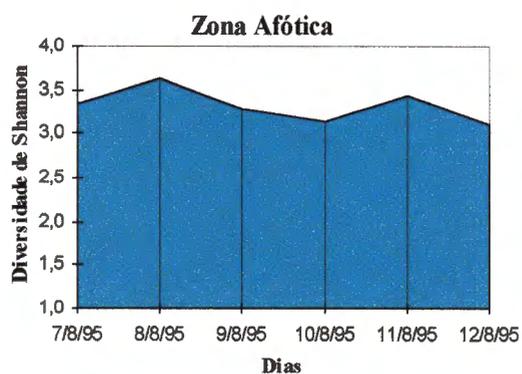
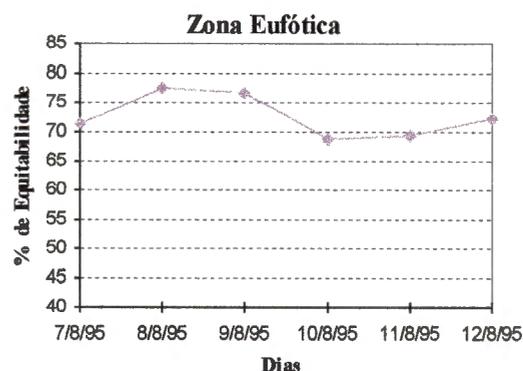
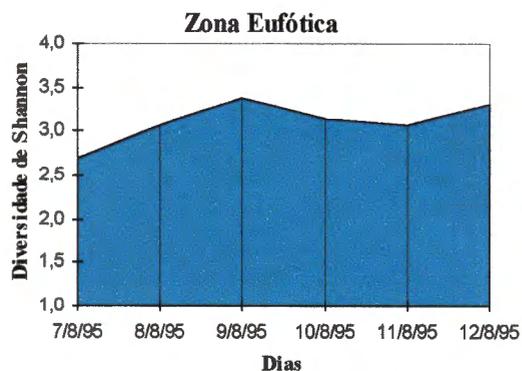


**FIGURA 12** - Abundância relativa dos organismos mais abundantes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.



**FIGURA 13** - Razão N/P no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

**FIGURA 14** - Número de espécies existentes no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.



**FIGURA 15** - Índice de Diversidade de Shannon no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

**FIGURA 16** - Porcentagem de equitabilidade no Reservatório de Salto Grande, no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

**TABELA 12:** Índices de Diversidade, Equitabilidade, Riqueza e Dominância, e número de espécies encontradas na estação de coleta do Reservatório de Salto Grande no período de 07 a 12 de agosto de 1995 e 08 a 13 de janeiro de 1996.

Datas		Diversidade	Equitabilidade	Riqueza	Dominância	N <sup>o</sup> de espécies
<b>INVERNO (1995)</b>						
07 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	2,69	0,71	1,14	0,24	14
	Z <sub>af</sub>	3,34	0,82	1,47	0,14	18
08 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	3,07	0,78	15,66	0,16	16
	Z <sub>af</sub>	3,63	0,85	19,51	0,11	20
09 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	3,38	0,77	21,72	0,13	22
	Z <sub>af</sub>	3,29	0,80	17,15	0,16	17
10 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	3,14	0,69	23,92	0,14	24
	Z <sub>af</sub>	3,13	0,75	17,91	0,21	18
11 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	3,06	0,69	21,32	0,15	21
	Z <sub>af</sub>	3,44	0,83	17,65	0,13	18
12 DE AGOSTO	Z <sub>euf</sub>	3,31	0,72	24,32	0,14	24
	Z <sub>af</sub>	3,10	0,77	16,41	0,17	17
<b>MÉDIA DO</b>	<b>Z<sub>euf</sub></b>	<b>3,11</b>	<b>0,73</b>	<b>18,01</b>	<b>0,16</b>	<b>20</b>
<b>INVERNO</b>	<b>Z<sub>af</sub></b>	<b>3,32</b>	<b>0,80</b>	<b>15,02</b>	<b>0,15</b>	<b>18</b>
<b>VERÃO (1996)</b>						
08 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	1,72	0,43	15,67	0,41	16
	Z <sub>af</sub>	2,26	0,71	11,11	0,29	11
09 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	2,23	0,57	15,25	0,31	15
	Z <sub>af</sub>	1,92	0,69	8,90	0,36	9
10 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	2,31	0,63	13,24	0,28	13
	Z <sub>af</sub>	2,00	0,67	9,53	0,41	9
11 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	1,60	0,45	12,91	0,39	12
	Z <sub>af</sub>	1,79	0,63	6,90	0,36	9
12 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	1,93	0,62	11,24	0,37	9
	Z <sub>af</sub>	1,83	0,62	7,74	0,40	10
13 DE JANEIRO	Z <sub>euf</sub>	1,55	0,53	9,25	0,40	8
	Z <sub>af</sub>	1,47	0,62	9,62	0,43	7
<b>MÉDIA DO</b>	<b>Z<sub>euf</sub></b>	<b>1,89</b>	<b>0,54</b>	<b>12,93</b>	<b>0,36</b>	<b>12</b>
<b>VERÃO</b>	<b>Z<sub>af</sub></b>	<b>1,88</b>	<b>0,66</b>	<b>8,97</b>	<b>0,37</b>	<b>9</b>

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. PRODUÇÃO PRIMÁRIA DO FITOPLÂNCTON

Para o Reservatório de Salto Grande, a radiação fotossinteticamente ativa (R.F.A.) foi considerada como o fator limitante preponderante à produtividade primária. A disponibilidade de R.F.A. subaquática esteve influenciada pela cobertura de nuvens no céu, a ocorrência de chuvas e o material em suspensão (inorgânico e orgânico).

Nos dias da coleta de janeiro, quando o céu permaneceu nublado praticamente todo o tempo, a radiação solar que atingiu a superfície d'água ( $\sim 927 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ) foi inferior à radiação solar encontrada nos dias de agosto ( $\sim 1170 \mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ ). Embora seja conhecido que os dias no verão são mais longos, nesse estudo, o período de insolação foi bem menor devido a cobertura de nuvens no céu.

A ocorrência de chuva no período de verão foi responsável pelo enorme carreamento de material da bacia de drenagem para o corpo d'água e também pela ressuspensão de partículas na coluna d'água (FIGURA 17 e 18). Em decorrência disso, houve um aumento considerável da concentração de material inorgânico em suspensão (18,87 mg/l) comparado à concentração média encontrada no período de inverno (0,97 mg/l), quando houve ausência total de chuva. A concentração de material orgânico em suspensão também foi maior no verão (6,90 mg/l), comparado ao inverno (3,07 mg/l), devendo-se em grande parte à ocorrência de florações algais na superfície da coluna d'água (FIGURA 19 e 20).

CALIJURI (1988), em seu estudo no Reservatório de Barra Bonita, demonstrou que o material em suspensão é o parâmetro que mais contribui para o

aumento do coeficiente de extinção da luz. A autora também encontrou, na época de maior precipitação, um aumento do material em suspensão e conseqüente redução da zona eufótica. As chuvas na bacia de drenagem induzem a esse pulso de partículas inorgânicas suspensas. TUNDISI et al. (1991), mencionou o material inorgânico e florações fitoplanctônicas como interferentes na absorção da luz.

Através da tabela 13 é possível comparar os valores das concentrações de material em suspensão obtidos por CALIJURI (1988) com os obtidos no presente trabalho. Nota-se que no período de menor precipitação, os valores obtidos no reservatório de Americana foram menores que os valores obtidos para o reservatório do Lobo e maiores que os valores obtidos em Barra Bonita, exceto com relação a concentração de material em suspensão inorgânico, que foi maior em Barra Bonita. No período de maior precipitação, os resultados obtidos em Americana foram maiores que os resultados obtidos para os outros dois reservatórios, exceto com relação à concentração de material em suspensão orgânico no reservatório de Barra Bonita. Essas diferenças foram devidas, provavelmente, à cobertura vegetal presente nas margens do reservatório e dos principais tributários, e também ao regime pluviométrico. Contudo, a diferença das concentrações de material em suspensão inorgânico, em Americana, entre os dois períodos estudados, foi bastante elevada.

O material em suspensão atua como barreira à penetração da luz; estas partículas refletem a radiação luminosa impedindo que ela atinja camadas mais profundas da coluna d'água. Dessa forma, ocorre um aumento do coeficiente de atenuação do contraste vertical, ou seja, a transparência da água diminui. Enquanto no período de seca o disco de Secchi desapareceu em média à 1,16 m, no período de chuva a média foi de 0,32 m. Isso levou à sensíveis mudanças no limite da zona eufótica. No período de inverno, o limite da zona eufótica foi aproximadamente 2 metros mais profundo que no período de verão.

Na tabela 14 estão representados dados de coeficiente de atenuação do contraste vertical para sete reservatórios localizados no Estado de São Paulo, constando entre eles os resultados obtidos no presente trabalho, para possível comparação. Observando essa tabela, nota-se uma maior proximidade dos resultados

obtidos no reservatório de Americana com os obtidos em Barra Bonita por CALIJURI (1988). Tomando-se os resultados obtidos por GALVÃO (1981), tudo leva a crer que no Reservatório de Salto Grande, com o passar dos anos, houve uma sensível diminuição da transparência da água.

Portanto, estas interferências na penetração da R.F.A. subaquática levaram às alterações na distribuição vertical da produção primária. No período de inverno, provavelmente, devido a maior R.F.A. incidente na coluna d'água e a maior transparência da água, ocorreu a fotoinibição a zero metros. Os maiores valores de produção primária neste período foram encontrados a aproximadamente 0,5 metros e não a zero metros como no período do verão.

Uma das possíveis explicações para a fotoinibição observada por TALLING (1966) é que durante o período experimental de 4 horas, o fitoplâncton permanece sob alta radiação solar durante um longo tempo. Esse fato pode não ocorrer com populações naturais uma vez que estas estão sujeitas a uma taxa de afundamento permanente, podendo recuperar-se do choque fisiológico que ocorreu durante a exposição na superfície (STEEMANN-NILSEN, 1962).

HARRIS (1984) sugeriu que o plâncton circulando naturalmente não está freqüentemente exposto a intensidades luminosas altas e contínuas e, portanto, impedem a maior parte das perdas na produção associadas com liberação do CO<sub>2</sub> fotorespirado e inibição da fotossíntese bruta.

A fotoinibição é uma função da radiação incidente, associada a taxa de extinção vertical. Uma vez que é um efeito induzido pela luz, três aspectos da irradiância que atinge a superfície são importantes: intensidade, qualidade e duração (HARRIS, 1978).

As causas precisas da fotoinibição ainda não são claras e variam de acordo com o grupo de algas e condições ambientais. Para REYNOLDS (1984), o efeito inibitório da radiação ultravioleta, diretamente sobre os sistemas fotoquímicos, pode danificar as estruturas orgânicas das células, como por exemplo, contrair os plastídeos e por fim, levar à lise celular.

HARRIS & PICCININ (1977) sugeriram que a fotoinibição ocorrida em vários experimentos realizados no Lago Ontario, foi devida a dois fenômenos: a) um rápido aumento na respiração e um declínio na fotossíntese líquida com várias características de fotorespiração e b) um declínio menor na fotossíntese bruta seguido por um decréscimo na fluorescência da clorofila.

REYNOLDS (1990) descreveu uma seqüência de fatos que geralmente levam a fotoinibição. Células adaptadas a baixas intensidades luminosas transferidas para alta intensidade luminosa tornam-se supersaturadas. Por um tempo, é possível para a célula acomodar o carbono extra fixado, que pode ser usado para sustentar o crescimento num subseqüente período escuro. Se a exposição for prolongada, o carbono é perdido da célula como dióxido de carbono, glicolato ou açúcar; eventualmente, o aparelho fotossintético se torna danificado, os cromatóforos retraem e o potencial fotossintético é perdido.

Em Jurumirim, um reservatório oligotrófico, HENRY (1993) encontrou fotoinibição no mês de agosto; os valores de produção primária encontrados por este autor foram de 15,3 mgC/m<sup>2</sup>\*h em agosto de 1988 e 5,0 mgC/m<sup>2</sup>\*h em janeiro de 1989. CALIJURI (1988) encontrou para o Reservatório de Barra Bonita valores de produção primária que variaram de 50,85 mgC/m<sup>2</sup>\*dia a 486,25 mgC/m<sup>2</sup>\*dia (ambos em fevereiro); esta mesma autora encontrou para a Represa do Lobo (Broa) valores de 107,10 mgC/m<sup>2</sup>\*dia (julho) a 291,31 mgC/m<sup>2</sup>\*dia (março). No Reservatório de Salto Grande, GIANISELLA-GALVÃO (1981) encontrou valores de produção primária que variaram de 31,8 mgC/m<sup>2</sup>\*h (agosto) a 92,1 mgC/m<sup>2</sup>\*h (dezembro) no ano de 1979; nesta ocasião não foi encontrada fotoinibição. No presente trabalho a produção primária média dos dias de agosto foi de 84,65 mgC/m<sup>2</sup>\*h e de janeiro foi de 17,58 mgC/m<sup>2</sup>\*h.

Comparando os dois períodos estudados, pode-se dizer que provavelmente a luz tenha atuado como o fator limitante à produção primária no período de maior precipitação, já que foi neste período que foram encontrados os menores valores de produção primária, as maiores concentrações de nutrientes e a menor zona eufótica.

Comparando os resultados atuais com os valores encontrados por GALVÃO (1981) nota-se que o Reservatório de Americana, provavelmente, sofreu um aumento nas concentrações de nitrato, nitrito e silicato, e uma diminuição na concentração de amônio com o passar dos anos. As concentrações de nutrientes encontradas no reservatório de Americana, são relativamente altas quando comparadas com concentrações encontradas em outros reservatórios (tabela 15 e 16). Pode-se notar que apenas as concentrações de nitrato foram inferiores às encontradas em Barra Bonita por CALIJURI (1988).

No período de inverno, a produtividade foi maior nos dias em que foram encontradas maiores concentrações de carbono inorgânico,  $\text{CO}_2$  total,  $\text{CO}_2$  livre, nitrogênio orgânico total, amônio, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico, e menores concentrações de carbonato. A menor produtividade foi encontrada no dia em que ocorreram maiores concentrações de nitrato e menores concentrações de nitrogênio orgânico total, nitrito e amônio.

No período de verão, a produtividade foi maior nos dias em que foram encontradas maiores concentrações de bicarbonato, nitrogênio orgânico total, nitrato e nitrito, e menores concentrações de fósforo orgânico total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico. A menor produtividade foi encontrada no dia em que foram encontradas maiores concentrações de carbono inorgânico,  $\text{CO}_2$  total,  $\text{CO}_2$  livre, nitrogênio orgânico total e menores concentrações carbonato.

Portanto, pode-se sugerir que a variabilidade diária na produtividade integral da coluna d'água esteve relacionada, não somente com as alterações nas formas de nutrientes disponíveis, mas também com a composição fitoplanctônica e provavelmente, estado fisiológico das células e taxas de sedimentação. Os dias em que foram encontradas as maiores taxas de fotossíntese nem sempre coincidiram com os dias em que houve maior radiação solar.

Para DOKULIL (1984), a variabilidade da fotossíntese integral por dia em diferentes dias depende de vários fatores, como a disponibilidade de nutrientes, biomassa fitoplanctônica e radiação solar incidente. Este mesmo autor estudando um lago raso, alcalino e turvo em Neusiedlersse (Áustria), encontrou, em uma análise

consecutiva de 11 dias uma variação considerável de material em suspensão entre 24 e 109 mg/l, o conteúdo de clorofila na coluna d'água foi de 6,3 a 14 µg/l. Porém estes dois parâmetros tiveram pouca influência na fotossíntese integral; a maior variabilidade fotossintética foi explicada em função da disponibilidade da radiação.

Nos dois períodos estudados não ocorreram estratificações térmicas muito pronunciadas, notando-se apenas uma tendência à formação de termoclinas em alguns dias (10 a 12/08/95 e 11 a 13/01/96). Porém, em ambos períodos, foram observadas estratificações químicas (FIGURA 5). O perfil de pH só não esteve estratificado no dia 07/08/95, nos outros dias ele se manteve estratificado com valores mais altos na superfície. A condutividade apresentou-se com uma diferença de aproximadamente 0,03 mS/cm entre superfície e fundo no inverno e uma diferença de aproximadamente 0,20 mS/cm entre superfície e fundo no verão.

Com relação às concentrações de oxigênio, a coluna d'água mostrou-se bem estratificada em ambos períodos, com hipolímnio anóxico nos dias 10, 11 e 12/08/95, embora as oxiclina tenham sido mais acentuadas no verão (FIGURA 4). As altas concentrações de oxigênio na superfície foram, provavelmente, favorecidas pela intensa produtividade primária. A diminuição (hipóxia) ou ausência (anóxia) de oxigênio no fundo, mesmo em situação de isoterminia, pode ter sido principalmente, devido ao grande consumo de oxigênio nos processos de oxidação biológica e/ou química. Esse perfil se deve ao estado de eutrofização desse ambiente, uma vez que há grande proliferação de algas na superfície e constante deposição de seston no sedimento.

No hipolímnio, as concentrações de oxigênio encontradas no verão apresentaram valores superiores aos encontrados no inverno. Isso se deveu, provavelmente, a um maior fluxo da água no fundo do reservatório, decorrente da tomada de água realizada na parte inferior da barragem, no período onde se registrou o menor tempo de residência da água no reservatório. O sensível aumento de material em suspensão inorgânico no hipolímnio (FIGURA 6) corrobora esse fato.

Maiores concentrações de clorofila *a* foram encontradas no período de verão. Porém, o período que apresentou a maior concentração de clorofila *a* na

coluna d'água foi o inverno. Isso se deveu ao fato que, no verão, altas concentrações de clorofila *a* foram favorecidas pelas elevadas temperaturas e concentrações de nutrientes na água e desfavorecidas pelo próprio sombreamento exercido pelas altas concentrações de algas na superfície e a grande quantidade de material em suspensão diminuindo consideravelmente a penetração de luz na coluna d'água. No entanto, as altas concentrações de clorofila *a* no verão foram encontradas bem próximas a superfície.

No inverno houve uma distribuição mais homogênea da clorofila na coluna d'água (FIGURA 7). Com os resultados integrados das concentrações de clorofila *a* na coluna d'água, nota-se que no inverno houve uma maior concentração de clorofila *a* por área. Isso corrobora o fato da produção primária ter sido maior no período do inverno do que no verão.

Estudos de produção primária realizados num reservatório hipereutrófico da África do Sul (Hartbeespoort Dam) por ROBARTS & ZOHARY (1992), demonstraram que a atenuação da luz aumenta com o aumento da concentração de clorofila. Ainda segundo os autores, quando há formação de uma "nata" de *Microcystis*, as taxas fotossintéticas são provavelmente superestimadas pois a turbulência criada no local pelo equipamento de incubação rompe a "nata" e aumenta a penetração da luz. É bem provável que esse fato também tenha ocorrido no Reservatório de Salto Grande nos dias em que foram encontradas densas florações de *Microcystis* na superfície da coluna d'água (FIGURA 21). No momento da coleta a "nata" se rompeu e só tornou a se restabelecer após a saída do barco. Certamente, isso influenciou na disponibilidade de luz subaquática.

Além da "nata" de algas na superfície, nesse reservatório existem bancos de macrófitas que se deslocam pela represa. Eventualmente, essas macrófitas se enroscavam no equipamento de incubação (FIGURA 22) aumentando o sombreamento às amostras. Certamente, a passagem de um banco de macrófitas flutuantes influenciou na disponibilidade de R.F.A., mas esta interferência não foi quantificada. Contudo, isso indica mais um motivo para as variações diárias encontradas na produtividade primária fitoplanctônica neste reservatório.

A concentração de clorofila *a* teve uma maior contribuição da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  no período de inverno que no de verão. No verão houve uma predominância de colônias de *Microcystis* spp que apesar das células serem menores que 20  $\mu\text{m}$ , as colônias, bem maiores que 20  $\mu\text{m}$ , ficavam retidas na rede de fracionamento. Já a maior diversidade de espécies encontrada no período de inverno, proporcionou também uma maior diversidade de tamanhos de organismos fitoplanctônicos e conseqüentemente uma maior contribuição da fração menor que 20  $\mu\text{m}$ .

A produção primária fitoplanctônica teve uma maior contribuição da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  no período de verão. Isso mostra que, provavelmente, as colônias de *Microcystis* spp não estavam com eficiência fotossintética ótima no período de verão, uma vez que foram elas que representaram a maior quantidade de biomassa neste período. Na verdade, em ambientes bastante eutrofizados como o Reservatório de Salto Grande, é comum encontrar proliferações algais já em estado de senescência. Muito provavelmente, isso deve ter ocorrido durante o período amostral de verão, mostrando um resultado mais pronunciado das células mais jovens.

Embora, as diferenças entre os valores médios de clorofila não tenham sido tão grandes (7,16 mgChla/ $\text{m}^2$  no inverno e 6,75 mgChla/ $\text{m}^2$  no verão), a taxa de assimilação média do fitoplâncton foi praticamente duas vezes maior no período de inverno (1,52 mgC/mgChla\*h) do que no período de verão (0,73 mgC/mgChla\*h). Adaptações fisiológicas são disponíveis à alga para maximizar a produtividade primária específica da célula sob baixa intensidade luminosa ou para explorar freqüentes mas breves exposições a altas intensidades luminosas na coluna d'água. Isso geralmente envolve aumento de pigmento fotossintético no conteúdo celular (REYNOLDS, 1990). Logo, era de se esperar uma maior taxa de assimilação no verão. No entanto, isso não ocorreu, provavelmente devido à um estresse mecânico ou químico das células fitoplanctônicas.

O estresse mecânico pode ter sido causado por dois motivos: diminuição do tempo médio de residência da água no verão (~ 10 dias no verão e

~49 dias no inverno), aumentando a turbulência e a vazão da água, e aumento na concentração de material em suspensão (~ 26 mg/l no verão e ~ 4 mg/l no inverno), com predominância de material em suspensão inorgânico. Com isso, houve aumento da colisão entre as partículas causando um estresse aos organismos fitoplanctônicos que acabaram diminuindo sua capacidade fotossintetizante. Um outro fator que deve ser levado em consideração é a quantidade de produtos químicos que o Reservatório de Salto Grande recebe. As diferentes substâncias químicas, quando sozinhas ou através de sinergia, podem ter influência relevante nas respostas da comunidade fitoplanctônica.

De acordo com JØRGENSEN (1966), o número de assimilação pode também variar com o estado fisiológico das algas, mesmo sob condições ambientais constantes, aumentando sempre nas células caracterizadas por ótimas condições fisiológicas, principalmente antes de alcançarem a fase de divisão.

Segundo HARRIS (1980), o valor da taxa de fotossíntese ótima é uma função dos processos enzimáticos na fotossíntese e depende de fatores, tais como, temperatura, regime de nutrientes, história fótica, hora do dia, tamanho celular, composição bioquímica e composição das espécies. Acredita-se que seja influenciado por mudanças associadas com reações de luz.

HENRY et al. (1985) encontrou para o Reservatório de Barra Bonita, no verão (dezembro de 1981) taxas de assimilação que variaram de 0,04 (na zona afótica) e 3,36 mgC/mgChl $a$ \*h (superfície). Segundo HENRY (1986), o enriquecimento nutritivo das águas na estação chuvosa propicia condições para ocorrência de um potencial de crescimento do fitoplâncton maior nesta época quando comparado ao período seco. Mas, para esse mesmo autor, as pequenas variações nas taxas de assimilação entre as épocas de maior e menor precipitação devem ser atribuídas ao fato de que os nutrientes propiciam mais uma proliferação das algas do que um aumento na atividade fotossintética.

A fixação de carbono no escuro pelo plâncton foi seis vezes maior no período do inverno se comparada ao período de verão. Nas duas épocas do ano, os maiores responsáveis pela fixação do carbono no escuro foram os organismos das

fração menor que 20  $\mu\text{m}$ ; no inverno, a fixação de carbono no escuro desta fração representou 66,76 % da total e no verão, representou 58,01 %. Possivelmente, isso se deveu à ação de bactérias, sendo o inverno, provavelmente, o período de maior atividade bacteriana em função do maior tempo de residência da água.

Segundo TAKAHASHI et al. (1970), a fixação biológica do  $\text{CO}_2$  nos sistemas aquáticos, pode ocorrer através de dois processos distintos: assimilação fotossintética e assimilação não fotossintética.

Comparada à fotossíntese, a fixação no escuro é geralmente baixa em águas naturais. Embora o assunto seja bastante complexo, alguns autores têm ressaltado a importância da determinação da fixação no escuro para as estimativas das taxas de produção primária nos ambientes aquáticos. Taxas de fixação no escuro extremamente elevadas, dependendo de condições intrínsecas e/ou extrínsecas dos corpos água, têm sido determinadas por vários autores. Por exemplo, STEEMANN-NIELSEN (1961) encontrou que sob condições de deficiência de nitrogênio, a assimilação de culturas mantidas na ausência de luz pode atingir 37 % daquela verificada em culturas sob iluminação. Para MORRIS et al. (1971), em águas oceânicas tropicais os valores obtidos para a fixação no escuro freqüentemente excedem a 50 % daqueles obtidos para a fixação de carbono na luz e, não é raro encontrar valores de fixação no escuro, iguais aos da fixação no claro. Neste trabalho, a fixação no escuro foi em média de 9,16  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  no inverno e 1,40  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  no verão; ela representou 12,05 % do carbono fixado no inverno e 10,68 % do carbono fixado no verão.

Na verdade, grande parte da fixação no escuro em águas mais profundas deve ser atribuída à função das bactérias heterotróficas e/ou quimiossintéticas. Mas, vale ressaltar que, a fixação no escuro na superfície (07/08/95) no Reservatório de Salto Grande, provavelmente se deveu à fixação por bactérias aeróbias associadas ao material em suspensão. TAKAHASHI et al. (1970), baseado em experimentos de campo verificaram que as bactérias aeróbias são predominantes nas camadas superficiais, enquanto que as anaeróbias heterotróficas ou quimiossintéticas, predominam em zonas anaeróbias.

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE FITOPLANCTÔNICA

As duas variáveis que mais influenciaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica, observadas através deste trabalho, foram a disponibilidade de luz e de nutrientes. Entre os dois períodos estudados, houve alterações na qualidade óptica da luz, pois o material em suspensão altera sua composição espectral; diferentes comprimentos de ondas favorecem a presença de diferentes espécies. A maior penetração da radiação solar na coluna d'água, no período de inverno, pode ter contribuído para a colonização por um maior número de espécies. A maior profundidade da zona fótica no período de inverno também pode ter possibilitado a existência de organismos fitoplanctônicos em camadas mais profundas, comparado ao período de verão.

Os nutrientes foram encontrados em altas concentrações em ambos períodos, no entanto, a razão N/P sofreu mudanças consideráveis. A média da razão N/P no período de inverno foi de 69 e no de verão foi de 32. Enquanto os nutrientes nitrogenados sofreram um aumento de aproximadamente 4 % no período de verão em relação ao inverno, o fosfato inorgânico aumentou aproximadamente 142 % no verão. Essa grande concentração de fosfato inorgânico encontrada no verão pode ter sido devido a entrada de efluentes antrópicos, carreamento pela chuva de substâncias químicas fosfatadas utilizadas principalmente na agricultura e liberação de fosfato do sedimento uma vez que houve hipóxia no hipolímnio. A correlação entre a razão N/P e o número de espécies no inverno foi de 0,07 na zona eufótica e 0,96 na zona afótica, e no verão, foi de 0,83 na zona eufótica e 0,77 na zona afótica. Observando as figuras 13 e 14, nota-se uma relação direta entre a razão N/P e o número de espécies encontradas. As figuras parecem indicar que quanto maior a razão N/P, maior o número de espécies encontradas neste reservatório, para as concentrações determinadas.

TAKAMURA et al. (1992) sugeriu que surpreendentes mudanças na espécie dominante no verão no Lago Kasumigaura no Japão coincidem com as mudanças na razão N/P na água. Estes mesmos autores dizem que, geralmente, é aceito que a razão N/P é um importante fator determinante da composição de

espécies de populações naturais num lago, e que mudanças substanciais na composição de espécies fitoplanctônicas em função de mudanças na razão N/P têm sido demonstradas por manipulações experimentais em lagos.

De fato, o maior número de espécies foi encontrado no período de inverno. Os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza também foram maiores nesse período; já o índice de dominância foi maior no verão (TABELA 12). Isso tudo se deveu às diferentes condições ambientais encontradas nos dois períodos, observadas através dos resultados obtidos.

O crescimento e dominância de um grupo particular de organismos pode ser associado às interações entre fatores estressantes e distúrbios. A intensidade e a frequência de ambos, variam conforme a influência de flutuações sazonais no comprimento do dia, aquecimento solar e resfriamento, ação do vento, intensidade de chuva, carga de nutrientes, e fluxo hidráulico (REYNOLDS, 1988).

No período de inverno, o ambiente esteve mais favorável à permanência de um maior número de espécies, aumentando assim, os índices de diversidade, equitabilidade e riqueza de espécies. De um modo geral, a densidade de organismos fitoplanctônicos também foi maior neste período. Talvez, a ausência de chuva tenha possibilitado essas condições ambientais mais favoráveis que as encontradas no período de verão. As intensas chuvas de verão levaram ao aumento da vazão do reservatório e também da taxa de carreamento de material em suspensão e nutrientes.

Entretanto, sugerir que no período de verão, a intensidade e a frequência dos distúrbios e fatores estressantes, foram fortes o suficiente para permitir que apenas um grupo mais resistente (cianofíceas) predominasse sobre os outros, resultante de um processo de exclusão competitiva (HARDIN, 1960), com conseqüente aumento no índice de dominância, seria uma suposição. Da mesma forma, relacionar o aumento na diversidade de espécies encontrado no inverno com a Hipótese do Distúrbio Intermediário proposta por CONNELL (1978) e adaptada para o fitoplâncton por REYNOLDS (1988) seria inviável para o presente trabalho, devido a escala de amostragem. HARRIS (1986) considera que é impossível avaliar

se a estrutura das comunidades observadas é realmente resultante de um processo de competição e coevolução, pois é praticamente impossível se demonstrar a coevolução em campo e, de acordo com CONNELL (1978, 1980), mesmo a competição, só pode ser demonstrada em campo raramente.

SOMMER et al. (1993) sugeriram que a aplicabilidade da Hipótese do Distúrbio Intermediário só é possível a partir de coletas de dados referentes à composição e diversidade específica do fitoplâncton com uma periodicidade semanal. Dados quinzenais ou coletados em intervalos menores de amostragem são viáveis apenas se forem realizados ao longo de muitos anos.

COBELAS & ARAUZO (1994) estudando fitoplâncton de um reservatório eutrófico da Espanha, El Vellón, concluíram que mudanças na comunidade podem ser consideradas como respostas à variabilidade ambiental operando nas inerentes diferenças das espécies; em escalas de dias, a atenuação da R.F.A. e nutrientes parecem promover o crescimento e perdas.

Neste trabalho foram encontrados 111 táxons distintos, de diversas formas e tamanhos. Mas na contagem das amostras, tanto colônias, filamentos ou cenóbios foram considerados como um indivíduo. A determinação do número de células não é viável se o fitoplâncton consistir de muitas espécies e de tamanhos variados. O biovolume de cada indivíduo não foi calculado. Contudo, sabe-se que a *Microcystis* spp foi a que apresentou maior contribuição em termos de biomassa, pois as colônias eram visualmente maiores comparadas aos outros indivíduos.

Levando em conta apenas o número de indivíduos contados, no inverno houve uma predominância das criptofíceas, sendo *Cryptomonas* o gênero mais freqüente. A preferência das criptofíceas por um gradiente N:P em termos de porcentagem ainda não é clara como é para as cianofíceas. Mas SANDGREN (1988) sugere que as criptofíceas requerem altas razões N:P para o seu crescimento.

Segundo KLAVENESS (1988), existem fortes evidências de que as *Cryptomonas* são bons alimentos para o zooplâncton e que a predação é um forte fator controlador da população de *Cryptomonas*. Durante, ou imediatamente após, períodos de fraca a moderada turbulência, os organismos do grupo das

Cryptomonadida podem encontrar condições favoráveis e estabelecer sua população máxima, pois este período de turbulência alivia temporariamente a pressão dos predadores e a coluna d'água é enriquecida pela redistribuição de nutrientes. No entanto a predação é um processo pelo qual os nutrientes são rapidamente regenerados para suportar a produtividade e crescimento das populações de *Cryptomonas*.

KLAVENESS (1988) discutiu ainda que, freqüentemente, têm sido registrado o aumento de *Cryptomonas* quando outras populações estão declinando, como se um "nicho" temporário fosse aberto. REYNOLDS (1996) afirmou que as *Cryptomonas* conseguem manter-se em uma grande variedade de condições ambientais, sobrevivendo entre as espécies comuns, tanto no período de mistura quanto no de estratificação da coluna d'água.

CASCO & TOJA (1994), estudando a flora algal do reservatório La Minilla (Sudoeste da Espanha), encontraram populações densas de Cryptomonadales formadas durante os períodos mais frios do ano com relativamente pouca intensidade luminosa. Segundo esses autores, a mobilidade permite que as Cryptomonadales permaneçam nas camadas superiores da coluna d'água quando a intensidade de luz é baixa, embora implique em um gasto de energia, esta é a estratégia mais bem sucedida no inverno, quando movimentos da água não favorecem a suspensão das células algais na zona fótica e a forte turbidez restringe a disponibilidade de luz.

Com relação à transparência da água, PADISÁK (1991) observou a ocorrência de espécies de *Cryptomonas* durante a fase de águas claras no lago Balaton, na Hungria. No reservatório de Salto Grande, a maior ocorrência das espécies de *Cryptomonas* foi no período de inverno, quando as águas estiveram mais frias e menos turvas.

DOS SANTOS & CALIJURI (1997) mencionaram que o Reservatório de Barra Bonita, no período de inverno (10 dias consecutivos), mostrou uma constância na população de *Cryptomonas tetrapyrenoidosa*, porém nunca com domínio sobre outras espécies. De acordo com esses mesmos autores, sua estratégia de sobrevivência ficaria entre as das espécies colonizadoras (C – estrategistas) e das

espécies tolerantes à perturbação (S – estrategistas), o que explicaria sua manutenção durante longos períodos na coluna d'água.

No período de verão houve uma predominância das cianofíceas, sendo a *Pseudoanabaena mucicola* e a *Microcystis* spp os organismos mais freqüentes. A *Microcystis* é considerada K estrategista, típica de final de sucessão (REYNOLDS, 1984). Utilizando o conceito proposto por GRIME (1979), REYNOLDS (1996), classifica a *Microcystis* como uma S – estrategista, ou seja, espécies que suportam o “stress”.

As espécies planctônicas de *Microcystis* com aerótopos (vesículas de gás) nas células são comumente distribuídas em todo o mundo, e representam uma importante função em corpos d'água eutróficos. O desenvolvimento da massa e significado ecológico (florações e toxicidade) desse gênero o torna um dos mais importantes organismos fitoplanctônicos. Este é um dos motivos pelo qual as condições que influenciam o desenvolvimento e os ciclos vegetativos das florações de *Microcystis* são investigados intensivamente. A *Microcystis aeruginosa* desenvolve-se comumente em reservatórios eutróficos e as vezes forma densas florações. Vários casos de toxicidade dessa espécie já foram descritos (KOMÁREK, 1991).

Segundo PAERL (1988), as cianofíceas, freqüentemente, exibem crescimento favorável sob condições que consideramos como “extremas”; um exemplo disto é a progressão de florações em relação a estratificação física da coluna d'água. Geralmente, as florações, incluindo *Microcystis*, ocorrem em situação de estabilidade térmica e, as vezes, química.

A velocidade de migração de algumas cianofíceas na coluna d'água, normalmente, é superior à de eucariontes flagelados, sendo assim, em coluna d'água fortemente estratificada, mantendo gradientes estáveis de R.F.A., CO<sub>2</sub>, e concentrações de nutrientes, a habilidade de rápida migração vertical é uma grande vantagem sobre as outras algas. A flutuação positiva persistente leva a acumulação de uma “nata” de população em estabilidade, próxima às camadas superiores da coluna d'água; contudo, algumas populações podem, efetivamente, captar mais R.F.A. incidente e recursos atmosféricos como CO<sub>2</sub> e nutrientes inorgânicos

enquanto estão sombreando as populações da sub-superfície que não flutuam. Espécies de cianofíceas que formam florações, podem possuir efetivo meio de proteção aos seus aparatos fotossintéticos, e outros constituintes celulares, contra a fotooxidação em superfície de água que recebe muita radiação ultravioleta; a formação de “nata” na superfície pode ser vista como um forte mecanismo adaptativo direcionado a utilização ótima de vários recursos ambientais enquanto, ao mesmo tempo, restringe a transmitância da R.F.A. (e porventura a difusão do CO<sub>2</sub>) para a população fitoplanctônica da sub-superfície potencialmente competitiva (PAERL, 1988).

Contudo, os fatores ambientais são importantes na determinação da presença de grupos fitoplanctônicos. Movimentos da água causados pelas flutuações no nível d’água ou pela turbulência são definitivos para presença de alguns táxons em diferentes posições dentro do corpo d’água. Fatores estressantes determinam o sucesso de certas estratégias do fitoplâncton num reservatório, como: altas taxas de crescimento para dominar o epilímnion, mobilidade para permanecer na zona fótica, variabilidade morfológica para colonizar diferentes habitats e desenvolvimento de longos talos mucilaginosos para competir pela luz e nutrientes. Essas estratégias são resultados da habilidade de cada espécie em responder às mudanças das combinações dos fatores físicos e químicos do ambiente (CASCO & TOJA, 1994).

Por fim, este estudo mostrou que o período de 6 dias consecutivos não foi suficiente para observar mudanças consideráveis na composição das espécies deste reservatório; para tal observação seria necessário um intervalo maior que 10 dias. Como já era de se esperar, muitas dificuldades foram encontradas durante o desenvolvimento deste trabalho. O Reservatório de Salto Grande encontra-se em estado avançado de eutrofização, sofre descargas constantes de várias substâncias químicas que pode interferir no metabolismo do sistema. Sendo assim, os experimentos com <sup>14</sup>C e as análises químicas das amostras de água do reservatório podem ter sido alterados pela presença de substâncias desconhecidas. Outro fator agravante foi a grande quantidade de macrófitas flutuantes existentes neste reservatório, que dificultaram o transporte de barco e interferiram em alguns experimentos de incubação.

**TABELA 13:** Médias das concentrações de material em suspensão total, orgânico e inorgânico (mg/l) em três reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de CALIJURI, 1988\*).

Datas	Reservatório	Total	Orgânico	Inorgânico
01 A 04 DE JULHO DE 1986	Barra Bonita*	2,80	1,59	1,21
24 A 26 DE FEVEREIRO DE 1987	Barra Bonita*	20,61	10,01	10,60
28 A 29 DE JULHO DE 1986	Represa do Lobo*	5,85	3,91	1,94
05 A 06 DE MARÇO DE 1987	Represa do Lobo*	3,76	2,48	1,28
<b>07 A 12 DE AGOSTO DE 1995</b>	<b>Americana</b>	<b>4,04</b>	<b>3,07</b>	<b>0,97</b>
<b>08 A 13 DE JANEIRO DE 1996</b>	<b>Americana</b>	<b>25,78</b>	<b>6,90</b>	<b>18,87</b>

**TABELA 14:** Profundidades em que o disco de Secchi desapareceu ( $Z_{DS}$ ), limite da zona eufótica ( $Z_{euf}$ ) e coeficiente de atenuação do contraste vertical (K) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*).

Datas	Reservatório	$Z_{DS}$ (m)	$Z_{euf}$ (m)	K ( $m^{-1}$ )
01 A 04 DE JULHO DE 1986	Barra Bonita**	1,20	3,63	7,63
24 A 26 DE FEVEREIRO DE 1987	Barra Bonita**	0,38	1,13	27,00
28 A 29 DE JULHO DE 1986	Represa do Lobo**	0,83	2,25	12,27
05 A 06 DE MARÇO DE 1987	Represa do Lobo**	0,93	2,00	10,35
25 DE JULHO DE 1989	Barra Bonita***	1,90	5,00	4,74
26 DE JULHO DE 1989	Bariri***	1,40	4,50	6,43
26 DE JULHO DE 1989	Ibitinga***	2,00	4,75	4,50
27 DE JULHO DE 1989	Promissão***	2,00	4,75	4,50
27 DE JULHO DE 1989	Nova Avanhandava***	3,00	8,00	3,00
14 DE AGOSTO DE 1979	Americana*	2,00	—	4,50
20 DE DEZEMBRO DE 1979	Americana*	1,50	—	6,00
<b>07 A 12 DE AGOSTO DE 1995</b>	<b>Americana</b>	<b>1,17</b>	<b>3,76</b>	<b>7,78</b>
<b>08 A 13 DE JANEIRO DE 1996</b>	<b>Americana</b>	<b>0,33</b>	<b>0,90</b>	<b>28,33</b>

**TABELA 15:** Intervalo de variação das concentrações de nitrogênio orgânico total, nitrato, nitrito e amônio ( $\mu\text{gN/l}$ ) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*).

Datas	Reservatório	Nt	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>
01 A 04/07/86	Barra Bonita**	—	590-747	1,31-3,00	6,13-40,87
24 A 26/02/87	Barra Bonita**	—	1098-2003	2,25-23,51	26,46-66,44
28 A 29/07/86	Represa do Lobo**	—	4,34-15,65	0,63-1,04	12,55-24,30
05 A 06/03/87	Represa do Lobo**	—	5,44-7,54	1,49-2,77	17,62-56,99
25/07/89	Barra Bonita***	1067-1698	586-625	5,04-6,64	2,04-6,49
26/07/89	Bariri***	1121-1598	449-459	4,51-5,74	58,30-90,87
26/07/89	Ibitinga***	773-1591	278-351	4,06-4,34	29,43-63,48
27/07/89	Promissão***	759-1000	307-381	1,51-1,72	1,30-3,52
27/07/89	Nova Avanhandava***	732-967	356-390	1,68-1,88	2,04-8,71
14/08/79	Americana*	—	24,00-130	0,90-26,30	515-1578
20/12/79	Americana*	—	22,40-169	9,60-23,70	610-1054
07 A 12/08/95	Americana	466-1175	527-662	58,09-80,74	89,39-682,12
08 A 13/01/96	Americana	1194-11338	457-752	29,04-74,44	132,14-719,61

**TABELA 16:** Intervalo de variação das concentrações de fósforo orgânico total, fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico ( $\mu\text{gP/l}$ ) e silicato reativo ( $\text{mgSi/l}$ ) em sete reservatórios do Estado de São Paulo (modificada de GALVÃO, 1981\*; CALIJURI, 1988\*\* e TUNDISI et al., 1993\*\*\*).

Datas	Reservatório	Pt	PO <sub>4td</sub>	PO <sub>4i</sub>	SiO <sub>2</sub>
01 A 04/07/86	Barra Bonita**	—	6,13-21,45	2,81-12,81	3,66-5,74
24 A 26/02/87	Barra Bonita**	—	19,30-73,85	10,49-42,41	5,51-16,66
28 A 29/07/86	Represa do Lobo**	—	3,07-5,28	3,29-4,88	0,24-0,68
05 A 06/03/87	Represa do Lobo**	—	6,17-11,22	1,69-4,30	1,92-2,19
25/07/89	Barra Bonita***	25,98-39,14	12,50-13,61	2,27-6,75	12,50-13,61
26/07/89	Bariri***	42,00-47,15	14,45-16,40	4,64-6,23	14,45-16,40
26/07/89	Ibitinga***	31,99-43,72	13,61-18,63	5,17-8,60	13,61-18,63
27/07/89	Promissão***	19,97-22,54	10,82-11,94	4,12-4,64	10,82-11,94
27/07/89	Nova Avanhandava***	15,68-17,97	9,98-11,66	3,06-4,64	9,98-11,66
14/08/79	Americana*	—	75,00-129,0	24,00-161,0	2,58-4,19
20/12/79	Americana*	—	25,00-32,00	2,00-6,00	1,04-2,21
07 A 12/08/95	Americana	38,14-84,86	14,69-21,90	11,20-18,18	4,08-6,60
08 A 13/01/96	Americana	142,41-419,03	43,19-98,97	15,04-76,93	10,98-18,19



**FIGURA 17** – Reservatório de Salto Grande em agosto de 1995, período de menor precipitação.



**FIGURA 18** - Reservatório de Salto Grande em janeiro de 1996, período de maior precipitação.



**FIGURA 19** – Floração algal na superfície da coluna d'água, próxima às margens do Reservatório de Salto Grande.



**FIGURA 20** – Floração algal na superfície da coluna d'água, na região limnética do Reservatório de Salto Grande.



**FIGURA 21** – “Nata” de algas na superfície da coluna d’água, próxima ao equipamento de incubação para o experimento de produção primária no Reservatório de Salto Grande.



**FIGURA 22** – Banco de macrófitas na superfície da coluna d’água, próxima ao equipamento de incubação para o experimento de produção primária no Reservatório de Salto Grande.

## 6. CONCLUSÕES

1. A dinâmica temporal das variáveis físicas, químicas e biológicas entre os dois períodos estudados depende, principalmente, da influência de fatores climatológicos, tais como radiação solar, precipitação, temperatura do ar e velocidade do vento.
2. A luz atuou como o principal fator limitante da produção primária. A penetração da R.F.A. subaquática foi influenciada pela cobertura de nuvens no céu, ocorrência de chuvas, passagem de bancos de macrófitas flutuantes e material em suspensão, incluindo as próprias florações algais.
3. Principalmente devido às chuvas, no verão predominou o material em suspensão inorgânico; já no inverno houve o predomínio de material em suspensão orgânico. A porcentagem média do material em suspensão inorgânico na coluna d'água foi de 24,50 % no inverno e 73,20 % no verão e a porcentagem média do material em suspensão orgânico na coluna d'água foi de 75,50 % no inverno e 26,80 % no verão.
4. O grande aumento na concentração de material em suspensão na coluna d'água no período de verão levou a uma diminuição da transparência da água e conseqüente diminuição da zona eufótica, o que acarretou em diminuição da produtividade primária fitoplanctônica.
5. Fotoinibição na superfície da coluna d'água ocorreu apenas no período de inverno, quando foram obtidos valores de R.F.A. mais elevados, maior transparência da água e menores concentrações de nutrientes.
6. As concentrações de nutrientes foram maiores no período das chuvas devido, provavelmente, ao carreamento de material da bacia de drenagem.

7. No período de verão, de um modo geral, foram encontradas os maiores intervalos de variação entre os dados obtidos. A maior estabilidade encontrada no período de inverno está, provavelmente, relacionada às menores oscilações dos parâmetros climatológicos neste período.

8. Nas duas épocas do ano, não houve predomínio da fração do fitoplâncton menor que 20  $\mu\text{m}$ . No inverno, a média das concentrações de clorofila *a* total foi de 7,16  $\text{mgChla}/\text{m}^2$ ; a média das concentrações de clorofila *a* da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  foi de 2,65  $\text{mgChla}/\text{m}^2$  e representou 36,96 % da total. No verão, a média das concentrações de clorofila *a* total foi de 6,75  $\text{mgChla}/\text{m}^2$ ; a média das concentrações de clorofila *a* da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  foi de 1,43  $\text{mgChla}/\text{m}^2$  e representou 21,20 % da total.

9. A produtividade primária do fitoplâncton foi quatro vezes maior no período de inverno se comparada ao período de verão. Em ambos períodos, os maiores responsáveis pela produção primária fitoplanctônica, não foram os organismos da fração menor que 20  $\mu\text{m}$ . No inverno, a média da produção primária total foi de 84,65  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ; a média da produção primária da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  foi de 32,31  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  e representou 38,16 % da total. No verão, a média da produção primária total foi de 17,58  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ; a média da produção primária da fração menor que 20  $\mu\text{m}$  dos dias foi de 7,37  $\text{mgC}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  e representou 41,95 % da total.

10. A taxa de assimilação foi praticamente duas vezes menor no período de verão, provavelmente, devido ao estresse mecânico das células fitoplanctônicas causado pela diminuição no tempo de residência da água, que aumentou a turbulência e a vazão, e pelo aumento na concentração de material em suspensão. Deve-se considerar também o efeito das substâncias químicas no metabolismo da comunidade.

11. No inverno, a fixação do C no escuro total foi em média  $9,16 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{h}$ ; a fixação do C no escuro da fração menor que  $20 \mu\text{m}$  em média  $6,12 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{h}$  e representou 66,76 % da total. No verão, a fixação do C no escuro total foi em média  $1,40 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{h}$ ; a fixação do C no escuro da fração menor que  $20 \mu\text{m}$  foi em média  $0,81 \text{ mgC/m}^2\cdot\text{h}$  e representou 58,01 % da total. Nas duas épocas do ano, os maiores responsáveis pela fixação do C no escuro, foram os organismos da fração menor que  $20 \mu\text{m}$ , isto se deve, possivelmente, à ação de bactérias. A fixação do C no escuro foi seis vezes maior no inverno se comparada com o verão, sendo o inverno, provavelmente, o período de maior atividade bacteriana em função do maior tempo de residência da água.

12. Hierarquicamente, pode-se dizer que os fatores que influenciaram a comunidade fitoplanctônica foram: a disponibilidade de luz e de nutrientes. Esses dois fatores estão relacionados à ocorrência de intensas chuvas no período de verão. A alta concentração de material em suspensão encontrado no verão, causou alterações na qualidade óptica da luz. O grande aporte de fosfato inorgânico no período das chuva diminuiu sensivelmente a razão N/P, de 69 no inverno, passou para 32 no verão.

13. Em ambos períodos registrou-se uma complexidade quanto à composição florística, sendo a comunidade fitoplanctônica composta por 111 táxons distribuídos em sete classes: as criptofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 37 % no período de inverno e apenas 10 % no verão; as cianofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 35 % no período de inverno e 84 % no verão; as clorofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 16 % no período de inverno e 4 % no verão; as crisofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de somente 9 % no período de inverno; as bacilariofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de 2 % no período de inverno e verão; as euglenofíceas apresentaram uma porcentagem de contribuição de apenas 1 % no período de inverno; já a porcentagem de contribuição das dinofíceas foi praticamente nula.

14. No período de inverno foram encontrados o maior número de espécies e os maiores índices de diversidade, equitabilidade e riqueza; já o índice de dominância foi maior no verão. Isso tudo se deveu às diferentes condições ambientais (presenças de chuva, disponibilidade de luz e de nutrientes) encontradas nos dois períodos.

15. Provavelmente a intensidade e a frequência dos distúrbios e fatores estressantes, ocasionados pelas intensas chuvas no verão, foram fortes o suficiente para permitir que apenas um grupo mais resistente de algas (cianofíceas) predominasse sobre as outras, com conseqüente aumento no índice de dominância. A ocorrência de um processo de exclusão competitiva parece ser mais plausível, apesar das dificuldades para demonstrar em campo os processos de competição e coevolução (HARRIS, 1986; CONNELL 1978, 1980).

16. Este estudo demonstrou que o período de 6 dias consecutivos não foi suficiente para observar mudanças consideráveis na composição das espécies deste reservatório, para tal observação seria necessário um intervalo maior que 10 dias.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (1985). **Standard Methods:** for the examination of water and wastewater. 16 ed. APHA, Washington, AWWA. 1268p.
- ARCIFA, M. S.; FROENLICH, C. G. (1985). Limnologia de dez reservatórios no sul do Brasil. III - Circulação anual da massa de água. **Monografias em Ecologia, I**, CNPq, Brasília, D. F. (in press) - (in GIANESELLA-GALVÃO, 1985).
- BOURRELLY, P. (1972). **Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 1:** les algues vertes, Paris: N. Boubée. v.1, 572p.
- BOURRELLY, P. (1981). **Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 2:** les algues jaunes et brunes Chrysophycées, Pheophycées, Xantophycées et Diatomées. Paris: N. Boubée. v.2, 571p.
- BOURRELLY, P. (1985). **Les algues d'eau douce: initiation à la systématique, 3:** les algues bleus et rouges, les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Paris: N. Boubée. v.3, 606p.
- BRAY, G. A. (1960). A simple efficient liquid scintillation method for counting aqueous solutions in a liquid scintillation counter. **Anal. Biochem.**, v.1, p.279-285.
- CALIJURI, M. C. (1985). **Curvas de luz-fotossíntese e fatores ecológicos - Represa do Broa (Lobo), São Carlos, SP.** São Carlos. 280p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos.
- CALIJURI, M. C. (1988). **Respostas fisioecológicas da comunidade fitoplanctônica e fatores ecológicos em ecossistemas com diferentes estágios de eutrofização.** São Carlos. 293p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

- CALIJURI, M. C.; TUNDISI, J. G. (1990). Limnologia comparada das represas do Lobo (Broa) e Barra Bonita - Estado de São Paulo: Mecanismos de Funcionamento e Bases para o Gerenciamento. **Rev. Brasil. Biol.**, v.50, n.4, p.893-913 - Rio de Janeiro, RJ.
- CARLSON, R. E. (1977). A Trophic State Index for Lakes. **Limnol. Oceanogr.**, v.22, p.361-380.
- CARMOUZE, J. P. (1994). **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas.** São Paulo - Editora Edgard Blücher - FAPESP. 253p.
- CASCO, M. A.; TOJA, J. (1994). The distribution and interaction of algal communities in reservoirs. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, v.40, p.85-96.
- CASTRO, A. A. J. (1993). **Cryptophyceae do Estado de São Paulo: Inventário Taxonômico.** Rio Claro. 207p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista.
- CASTRO, A. A. J.; BICUDO, C. E. M.; BICUDO, D.C. (1991). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. **Algas**, 2: Cryptophyceae. **Hoechnea**, v.18, n.1, p.87-106.
- COBELAS, M. A.; ARAUZO, M. (1994). Phytoplankton responses of varying time scales in a eutrophic reservoir. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, v.40, p.69-80.
- COELHO, M. P. (1993). **Análise do processo de assoreamento do reservatório de Americana.** Rio Claro. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ (1994). **Relatório: Usina Hidroelétrica do Reservatório de Salto Grande.** Americana. São Paulo.
- CONNELL, J. H. (1978). Diversity in tropical rain forest and coral reefs. **Science**, v.199, p.1304-1310.

- CONNELL, J. H. (1980). Diversity and coevolution of competitors, or the gost of competition past. **Oikos**, v.35, p.131-138.
- DOKULIL, M. (1984). Assessment of Components Controlling Phytoplankton Photosynthesis and Bacterioplankton Production in a Shallow, Alkaline, Turbid Lake (Neusiedlersee, Austria). **Int. Reveu ges. Hydrobiol.**, v.69, n.5, p.679-727.
- DOS SANTOS, A. C. A.; CALIJURI, M. C. (1997). Estratégias de Sobrevivência de Algumas Espécies da Comunidade Fitoplanctônica no Reservatório de Barra Bonita (São Paulo, Brasil)./no prelo/
- ETTL, H. (1978). Xanthophyceae, 1. In: **Süswasserflora von Mitteleuropa** Stuttgart: Gustav Fischer. v.3, 84p.
- GANF, G. G.; HORNE, (1975). Diurnal stratification, photosynthesis and nitrogen - fixation in a shallow, equatorial lake (Lake George, Uganda). **Freshwater Biology**, v.5, p.13-19.
- GARGAS, E. (1975). A manual for phytoplankton primary production studies in the Baltic. **The Baltico Mar. Biologists**, (Publication, 2), 88p.
- GEITLER, L. (1932). **Cyanophyceae**. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H. i-vi +1-1196p.
- GALVÃO, S. M. F. G. (1981). **Produção Primária e suas revelações com alguns fatores físico-químicos em reservatórios do Estado de São Paulo**. São Paulo. 149p. Tese (Doutorado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo.
- GOLTERMAN, H. L. (1975). **Physiological Limnology**. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, v.2, p.248-274.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. (1969). **Methods for chemical analysis of freshwater**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, (I.B.P. Handbook, 8), 171p.

- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S.; OHNSTAD, M. A. M. (1978). **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2. ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, (I.B.P. Handbook, 8), 213p.
- HARDIN, G. (1960). The competitive exclusion principle. **Science**, v.131, p.1292-1297.
- HARRIS, G. P. (1978). Photosynthesis, productivity and growth: the physiological ecology of phytoplankton. **Arch. Hydrobiol. Beith. Ergebn. Limnol.**, v.10, p.1-171.
- HARRIS, G. P. (1980). Spatial and temporal scales in phytoplankton ecology. Mechanisms, methods, models and management. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, v.37, p.877-900.
- HARRIS, G. P. (1984). Phytoplankton productivity and growth measurements: past, present and future. **Journal of Plankton Research**, v.6, n.2, p.219-237.
- HARRIS, G. P. (1986). **Phytoplankton ecology: Structure, function and fluctuation**. Chapman & Hall, London, 384p.
- HARRIS, G. P.; PICCININ, B. B. (1977). Photosynthesis by natural phytoplankton population. **Arch. Hidrobiol.**, v.8, p.405-457.
- HENRY, R. (1986). O crescimento potencial do fitoplâncton da Represa de Barra Bonita (rio Tietê – SP): uma comparação sazonal dos efeitos de enriquecimento artificial em amostras de seus tributários. **Ciência e Cultura**. v.38, n.9, p.1553-1564.
- HENRY, R. (1993). Primary Production by phytoplankton and its controlling factors in Jurumirim Reservoir (São Paulo, Brazil). **Rev. Brasil. Biol.**, v.53, n.3, p.489-499.
- HENRY, R.; HINO, K.; GENTIL, J. G.; TUNDISI, J. G. (1985). Primary Production and Effects of Enrichment with Nitrate and Phosphate on Phytoplankton in Barra Bonita Reservoir (State of São Paulo, Brazil). **Int. Revue ges. Hydrobiol.**, v.70, n.4, p.561-573.

- JØRGENSEN, S. E. (1966). Photosynthetic activity during the life of synchronous *Skeletonema* cells. **Physiol. Plant.**, v.19, p.789-799.
- JØRGENSEN, S. E. (1980). **Lake management**. Pergamon Press. 200p.
- KIRK, J. T. O. (1986). Optical Limnological - A Manifesto. In: De DECKKER, P.; WILLIAMS, W. D. (ed.) - **Limnology in Australia**. Australia and Dr. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, p.33-62.
- KLAVENESS, D. (1988). Ecology of the Cryptomonadida: a first review. In: SANDGREN, C. D. (ed.) - **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge, Univ. Press. Cambridge. p.105-133.
- KOMÁREK, J. (1991). A review of water-bloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. **Algological Studies**, v.64, p. 115-127.
- KOMÁREK, J.; AGNOSTIDIS, K. (1989). Modern approach to the classification system of Cyanophytes 4 – Nostocales. **Arch. Hydrobiol. Suppl.** v. 82, n.3, p. 247-345.
- KOMÁREK, J.; FOTT, B. (1983). Chlorophyceae (Grünalgen) – Ordnung: Chlorococcales. In: HUBER-PESTALOZZI, G. (ed.) - **Das Phytoplanton des Süßwassers Systematik und Biologie**. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 1044p.
- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J.; CRONBERG, G. (1992). New and recombined filamentous Cyanophytes from lakes in South Scania, Sweden. **Algological Studies**, v.67, p.21-31.
- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J.; CRONBERG, G. (1994). Planktic blue-green algae from lakes in South Scania, Sweden. Part I. Chroococcales. **Algological Studies**, v.72, p.13-51.
- KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ, J.; ELORANTA, P. (1992). Planktic blue-green algae (Cyanophyta) from Central Finland (Jyväskylä region) with special reference to the genus *Anabaena*. **Algological Studies**, v.67, p.103-133.

- KOROLEFF, (1976). Determination of nutrients. In: GRASSHOFF, K. (ed.) - **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim, p. 117-181.
- KRATZER, C. R.; BREZONIK, P. L. (1981). A Carlson Type State Index for Nitrogen in Florida Lakes. **Water Resources Bulletin**, v.17, n.4, p.713-714.
- LEWIS, W. M., (1974). Primary production in the plankton community of a tropical lake. **Ecological Monographs**, v.44, p.377-409.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, J. F. (1978). **Water Analysis: Some revised methods for limnologists**. Freshwater Biological Association. Scientific Publication n.36. Titus & Son Ltd., Kendall. 117p.
- McCLOUGH, J. D.; JACKSON, D. W. (1985). Composition and productivity of the benthic macroinvertebrate community of a subtropical reservoir. **Rev. Gesamten Hydrobiol.**, v.70, n.2, p.221-235.
- MELACK, J. M. (1979). Temporal variability of phytoplankton in tropical lakes - **Oecologia**, v.44, p.1-7.
- MOED, J. R.; HALLEGRAEFF, G. M. (1978). Some problems in the estimation of chlorophyll-a and phaeopigments from pre- and postacidification spectrophotometric measurements. **Int. Revue ges. Hydrobiol.**, v.63, n.6, p.787-800.
- MORRIS, I.; YENTSCH, C. M.; YENTSCH, C. S. (1971). Relationship between light carbon dioxide fixation and dark carbon dioxide fixation by marine algal. **Limnol. Oceanogr.**, v.16, n.6, p.854-858.
- NOGUEIRA, I. de S. (1991). **Chlorococcales sensu lato (Chlorophyceae) do Município do Rio de Janeiro e arredores, Brasil: inventário e considerações taxonômicas**. Rio de Janeiro. 356p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- NUSCH, E. A. (1980). Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. **Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.**, v.14, p.14-36.

- NUSCH, E. A.; PALME, G. (1975). Biologische methoden fur die praxis der gewasseruntersuchung. **Gwf-Wasser/Abwasser**, v.116, p.562-565.
- ODUM, E. P. (1988). **Ecologia**. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 434p.
- OLIVEIRA, H. T. (1994). **Avaliação das condições limnológicas de um compartimento (Braço do Rio Capivara) e sua interação com o reservatório de Barra Bonita, SP, com ênfase na comunidade fitoplanctônica**. São Carlos. 328p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- PADISÁK, J. (1991). Relative frequency, seasonal, pattern and possible role of species rare in the phytoplankton (Lake Balaton, Hungary). **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.24, p.989-992.
- PADISÁK, J. (1993). The influence of different disturbance frequencies on the species richness, diversity and equitability of phytoplankton in shallow lakes. **Hydrobiol.**, v.249, p.135-156.
- PAERL, H. W. (1988). Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae (cyanobacteria). In: SANDGREN, C. D. (ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge Univ. Press. Cambridge. p.261-315.
- PIELOU, E. C. (1975). **Ecological diversity**. Wiley & Sons Inc., New York.
- POCHMANN, A. (1942). Synopsis der Gattung Phacus. **Archiv fur Protistenkunde**. v.95, n.2, p.81-252.
- POOLE, R. W. (1974). **A introduction to quantitative ecology**. London, McGraw Hill. 165p.
- PRESCOTT, G. W.; BICUDO, C. E. de M.; VINYARD, W. C. (1982). **A Synopsis of North American Desmids**. Part II. Desmidiaceae: Placodermae. Section 4. University of Nebraska Press. Lincoln. 700 p.
- REYNOLDS, C. S. (1984). Phytoplankton periodicity: the interactions of form, function and environmental variability. **Freshwater Biology**, v.14, p.111-142.

- REYNOLDS, C. S. (1988). The concept of ecological succession applied to seasonal periodicity of freshwater phytoplankton. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.23, p.681-691.
- REYNOLDS, C. S. (1990). Temporal scales of variability in pelagic environments and the response of phytoplankton. **Freshwater Biology**, v.23, p.111-142.
- REYNOLDS, C. S. (1996). The plant life of the pelagic. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.26, p.97-113.
- ROBARTS, R. D.; ZOHARY, T. (1992). The influence of temperature and light on the upper limit of *Microcystis aeruginosa* production in a hypertrophic reservoir. **Journal of Plankton Research**, v.14, n.2, p.235-247.
- SANDGREN, C. D. (1988). The ecology of chrysophyte flagellates: their growth and pre-nation strategies, as freshwater phytoplankton. In: SANDGREN, C. D. (ed.). **Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton**. Cambridge Univ. Press. Cambridge. p.9-104.
- SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE (1994). **Bacia do Rio Piracicaba: estabelecimento de metas ambientais e reenquadramento dos corpos d'água**. São Paulo, SMA. 81p.
- SHANNON, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. **Bell Syst. tech. J.**, v.27, p.623-656.
- SOMMER, V.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S.; JUHASZ-NAGY, P. (1993). Hutchinson's heritage: the diversity – disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiol.**, v.249, p.1-7.
- STEEMANN-NIELSEN, E. (1952). The use of radioactive carbon ( $^{14}\text{C}$ ) for measuring organic production in the sea. **J. Cons. perm. int. Explor. Mer.**, v.18, p.117-140.
- STEEMANN-NIELSEN, E. (1961). Chlorophyll concentration and rate of photosynthesis in *Chlorella vulgaris*. **Physiol. Plant.**, v.14, p.868-876.

- STEEMANN-NIELSEN, E. (1962). The relationship between phytoplankton and zooplankton in the sea. **Rapp. Proc. Verb.**, v.153, p.178-181.
- STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. R. (1960). A manual of sea water analysis. **Bull. Fish. Res. Bel. Can.**, v.125, p.1-185.
- TAKAHASHI, M.; YAMAGUCHI, Y.; ICHIMURA, S. (1970). Dark fixation of CO<sub>2</sub> in the lake with special reference to organic matter production. **Bot. Mag. Tokyo**, v.83, p.397-410.
- TAKAMURA, N.; OTSUKI, A.; AIZAKI, M.; NOJIRI, Y. (1992). Phytoplankton species shift accompanied by transition from nitrogen dependence to phosphorus dependence of primary production in Lake Kasumigaura, Japan. **Arch. Hydrobiol.**, v.124, n.2, p.129-148.
- TALLING, J. F. (1965). The photosynthetic activity of phytoplankton in East African Lakes. **Int. Revue ges. Hydrobiol.**, v.50, p.1-32.
- ✂ TALLING, J. F. (1966). Photosynthetic behaviour in stratified and unstratified lake populations of a planktonic diatom. **J. Ecol.**, v.54, p.99-127.
- TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J. G.; KUTNER, M. B. (1965). Plankton studies in a mangrove IV: size fractionation of the phytoplankton. **Bolm. Inst. Oceanogr.**, v.26, p.39-42.
- TEIXEIRA, D. (1997). **Valoração e avaliação da qualidade da água de um sistema eutrofizado (Represa de Salto Grande, município de Americana - SP)**. São Carlos. 39p. Exame de Qualificação (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- TORGAN, L. C. (1997). **Estrutura e Dinâmica da Comunidade Fitoplanctônica na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil, em um Ciclo Anual**. São Carlos. 284p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de São Carlos.
- TUNDISI, J. G. (1977). **Produção primária "standing-stock", fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos)**. Ribeirão Preto. 409p. Tese (Livre-Docência) - F.F.C.L.R.P., Universidade de São Paulo.

- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (1976) Plankton studies in a lacustrine environment: I. preliminary data on zooplankton ecology of Broa reservoir. **Oecologia**, v.25, p.265-270.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. (1981). Estudos limnológicos no sistema de lagos do médio Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. In: **Anais do II Seminário Regional de Ecologia**. UFSCar, São Carlos. 463p.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CALIJURI, M. C. (1993). Limnology and management of reservoirs in Brazil. In: STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G.; DUNCAN, A. (ed.). Comparative reservoir limnology and water quality management. **Kluwer Academic Publ.**, Netherlands, p.25-55.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CALIJURI, M. C.; NOVO, E. M. L. (1991). Comparative limnology of five reservoirs in the middle Tietê River, S. Paulo State. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v.24, p.1489-1496.
- UTHERMÖHL, H. (1958). On the perfecting of quantitative phytoplankton method. **Int. Ass. Theor. Appl. Limnol. Commun.**, v. 9.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1974). **A manual on methods for measuring primary production in aquatic environments**. 2. ed. London, Blackwell Scientific Publications, (I. B. P. Hand-book, 12), 225 p.
- WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. (1991). **Limnological Analysis**. 2<sup>a</sup> ed. Springer-Verlag. 391p.
- ✓ XAVIER, M. B. (1994). Criptógamos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga, São Paulo, SP. Algas 5: Euglenophyceae (Euglenaceae Pigmentadas). **Hoehnea**, v.21, n.1/2, p.47-73. *depa*
- ✓ XAVIER, M. B. (1996). Fitoplâncton do Rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo Taxonômico (1985-1986). **Iheringia**, Sér. Bot., Porto Alegre, n.47, p.103-122. *Mais*

## **APÊNDICE 1**

**Tabela dos valores de alcalinidade e das concentrações das formas de carbono, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade.**

Data	Profundidade (m)	Alcalinidade (meq/l)	Carbono inorg. (mg/l)	CO2 total (mg/l)	CO2 livre (mg/l)	Bicarbonato (mg/l)	Carbonato (mg/l)
07/08/95	0,00	0,66	11,46	42,03	12,99	40,28	0,030
	0,75	0,67	19,14	70,18	40,70	40,88	0,010
	1,25	0,67	17,71	64,93	35,45	40,88	0,011
	2,25	0,67	22,67	83,13	53,65	40,88	0,007
	3,00	0,67	17,06	62,57	33,08	40,88	0,012
	5,00	0,67	18,64	68,35	38,87	40,88	0,010
	7,00	0,67	19,14	70,18	40,70	40,88	0,010
	10,00	0,67	18,89	69,25	39,77	40,88	0,010
13,00	0,69	18,24	66,87	36,51	42,10	0,012	
08/08/95	0,00	0,68	9,69	35,55	5,61	41,53	0,074
	0,50	0,66	13,28	48,69	19,64	40,27	0,020
	1,00	0,66	14,82	54,34	25,30	40,27	0,015
	1,75	0,66	14,07	51,59	22,55	40,27	0,017
	3,50	0,67	11,25	41,24	11,75	40,89	0,034
	5,00	0,68	15,78	57,85	27,93	41,49	0,015
	7,00	0,67	12,07	44,27	14,79	40,89	0,027
	9,00	0,66	14,66	53,77	24,72	40,27	0,016
	12,00	0,70	19,73	72,36	41,55	42,71	0,010
09/08/95	0,00	0,66	10,38	38,05	9,00	40,29	0,043
	0,50	0,66	12,08	44,30	15,25	40,28	0,025
	1,25	0,67	11,56	42,37	12,88	40,89	0,031
	2,00	0,66	11,89	43,61	14,57	40,28	0,027
	3,75	0,66	11,46	42,03	12,99	40,28	0,030
	5,00	0,66	11,46	42,03	12,99	40,28	0,030
	7,00	0,66	13,40	49,14	20,10	40,27	0,019
	9,00	0,68	12,16	44,59	14,67	41,50	0,028
	11,00	0,69	11,51	42,20	11,83	42,11	0,036
10/08/95	0,00	0,65	11,13	40,82	12,22	39,67	0,031
	0,50	0,66	13,93	51,08	22,04	40,27	0,018
	1,00	0,66	14,82	54,34	25,30	40,27	0,015
	1,75	0,66	15,66	57,43	28,39	40,27	0,014
	3,75	0,66	13,16	48,24	19,20	40,27	0,020
	5,00	0,66	15,49	56,78	27,74	40,27	0,014
	7,00	0,67	15,21	55,77	26,28	40,88	0,015
	9,00	0,70	16,06	58,90	28,10	42,71	0,016
	12,00	0,72	16,71	61,26	29,57	43,93	0,016
11/08/95	0,00	0,66	9,41	34,50	5,44	40,31	0,072
	0,50	0,66	11,15	40,89	11,85	40,28	0,033
	1,00	0,67	11,40	41,79	12,31	40,89	0,032
	1,50	0,67	11,98	43,94	14,45	40,89	0,028
	3,50	0,66	12,70	46,55	17,51	40,27	0,022
	5,00	0,66	11,89	43,61	14,57	40,28	0,027
	7,00	0,66	12,28	45,02	15,97	40,28	0,024
	9,00	0,69	13,27	48,67	18,31	42,11	0,023
	12,00	0,74	14,36	52,65	20,09	45,16	0,024
12/08/95	0,00	0,68	10,75	39,41	9,48	41,51	0,043
	0,50	0,67	12,78	46,86	17,37	40,89	0,023
	1,00	0,67	12,36	45,33	15,84	40,89	0,025
	1,75	0,67	12,46	45,70	16,21	40,89	0,025
	3,25	0,67	13,61	49,89	20,40	40,88	0,020
	4,75	0,66	13,66	50,09	21,05	40,27	0,018
	6,00	0,65	13,86	50,81	22,21	39,66	0,017
	8,00	0,67	13,61	49,89	20,40	40,88	0,020
	10,00	0,71	14,42	52,87	21,62	43,32	0,021
<b>Média</b>		<b>0,67</b>	<b>13,93</b>	<b>51,09</b>	<b>21,55</b>	<b>40,95</b>	<b>0,023</b>
<b>Mínimo</b>		<b>0,65</b>	<b>9,41</b>	<b>34,50</b>	<b>5,44</b>	<b>39,66</b>	<b>0,007</b>
<b>Máximo</b>		<b>0,74</b>	<b>22,67</b>	<b>83,13</b>	<b>53,65</b>	<b>45,16</b>	<b>0,074</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0,02</b>	<b>2,86</b>	<b>10,49</b>	<b>10,32</b>	<b>1,04</b>	<b>0,013</b>

Data	Profundidade (m)	Alcalinidade (meq/l)	Carbono inorg. (mg/l)	CO2 total (mg/l)	CO2 livre (mg/l)	Bicarbonato (mg/l)	Carbonato (mg/l)
08/01/96	0,00	0,61	9,87	36,19	9,49	37,03	0,035
	0,25	0,61	9,80	35,95	9,11	37,22	0,036
	0,50	0,61	10,72	39,31	12,34	37,40	0,027
	0,75	0,62	10,55	38,68	11,39	37,84	0,030
	1,25	0,62	10,02	36,74	9,63	37,60	0,035
	2,00	0,61	10,90	39,96	12,94	37,46	0,026
	3,00	0,59	10,23	37,52	11,41	36,21	0,027
	6,00	0,57	11,03	40,46	15,43	34,69	0,019
	10,00	0,57	11,88	43,54	18,29	35,01	0,016
09/01/96	0,00	0,58	11,39	41,78	16,39	35,20	0,018
	0,25	0,57	9,52	34,92	9,63	35,08	0,030
	0,50	0,55	10,69	39,21	14,96	33,63	0,018
	1,00	0,58	9,20	33,75	8,41	35,15	0,034
	1,50	0,55	9,59	35,16	10,86	33,69	0,024
	2,00	0,58	9,33	34,20	8,82	35,21	0,033
	3,00	0,56	9,63	35,30	10,73	34,07	0,025
	6,00	0,55	8,28	30,34	6,00	33,77	0,044
	9,00	0,51	10,09	37,00	14,52	31,17	0,016
	10,00	0,51	10,07	36,93	14,49	31,11	0,016
10/01/96	0,00	0,55	10,15	37,23	13,21	33,31	0,020
	0,25	0,54	11,00	40,34	16,50	33,06	0,015
	0,50	0,54	11,04	40,50	16,56	33,18	0,016
	1,00	0,54	10,96	40,19	16,22	33,25	0,016
	1,50	0,54	11,02	40,42	16,53	33,12	0,015
	2,00	0,54	11,04	40,50	16,56	33,18	0,016
	3,00	0,54	11,33	41,53	17,92	32,74	0,014
	4,50	0,53	11,04	40,49	17,24	32,24	0,014
	6,00	0,51	11,85	43,47	20,98	31,17	0,011
	9,00	0,50	11,64	42,68	20,60	30,61	0,011
10,50	0,49	13,23	48,52	26,77	30,16	0,008	
11/01/96	0,00	0,51	9,87	36,18	13,61	31,30	0,017
	0,25	0,52	9,18	33,66	10,90	31,56	0,022
	0,50	0,52	8,66	31,75	8,90	31,68	0,027
	1,00	0,52	9,81	35,98	12,96	31,93	0,019
	1,50	0,52	9,50	34,84	12,00	31,68	0,020
	2,00	0,53	8,99	32,96	9,70	32,25	0,026
	3,00	0,50	9,77	35,84	13,67	30,74	0,016
	6,00	0,48	9,74	35,71	14,41	29,54	0,014
	10,50	0,48	9,81	35,97	14,71	29,48	0,014
	12/01/96	0,00	0,48	10,92	40,04	18,87	29,35
0,25		0,49	8,73	32,02	10,53	29,80	0,020
0,50		0,49	9,18	33,65	12,11	29,86	0,018
1,00		0,49	8,78	32,19	10,79	29,73	0,195
1,50		0,49	8,07	29,61	8,03	29,93	0,027
2,00		0,49	9,01	33,03	11,55	29,79	0,018
3,00		0,49	8,92	32,72	11,10	29,98	0,019
6,00		0,48	9,57	35,10	14,16	29,04	0,014
10,50		0,48	9,65	35,38	14,08	29,54	0,015
13/01/96		0,00	0,48	8,78	32,20	11,25	29,04
	0,25	0,48	8,10	29,68	8,74	29,04	0,023
	0,50	0,47	8,23	30,17	9,32	28,92	0,021
	1,00	0,48	7,83	28,69	7,52	29,36	0,027
	1,50	0,48	8,48	31,11	10,07	29,17	0,020
	2,00	0,48	8,51	31,21	10,26	29,04	0,020
	3,00	0,47	8,63	31,64	11,06	28,54	0,018
	6,00	0,47	8,90	32,63	12,10	28,47	0,016
	10,50	0,48	9,27	34,01	12,97	29,16	0,016
	<b>Média</b>		<b>0,53</b>	<b>9,86</b>	<b>36,15</b>	<b>12,97</b>	<b>32,15</b>
<b>Mínimo</b>		<b>0,47</b>	<b>7,83</b>	<b>28,69</b>	<b>6,00</b>	<b>28,47</b>	<b>0,008</b>
<b>Máximo</b>		<b>0,62</b>	<b>13,23</b>	<b>48,52</b>	<b>26,77</b>	<b>37,84</b>	<b>0,195</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>0,05</b>	<b>1,14</b>	<b>4,18</b>	<b>3,84</b>	<b>2,76</b>	<b>0,024</b>

## **APÊNDICE 2**

**Tabela das concentrações dos nutrientes nitrogenados, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade.**

Data	Profundidade (m)	Nitrato ( $\mu\text{gN/l}$ )	Nitrito ( $\mu\text{gN/l}$ )	Amônio ( $\mu\text{gN/l}$ )	Nitrogênio org. total ( $\mu\text{gN/l}$ )	
07/08/95	0,00	622,32	78,06	339,85	1175	
	0,75	526,55	78,34	341,21	1054	
	1,25	569,34	78,41	331,21	1026	
	2,25	635,48	74,29	321,66	998	
	3,00	607,30	78,79	334,85	998	
	5,00	621,59	78,79	336,66	923	
	7,00	578,87	78,65	358,94	1119	
	10,00	580,70	75,69	353,48	895	
	13,00	541,26	72,27	483,48	867	
08/08/95	0,00	548,82	68,48	146,66	821	
	0,50	589,81	67,71	141,21	877	
	1,00	578,64	69,10	159,85	979	
	1,75	620,30	67,67	146,21	765	
	3,50	626,91	77,60	227,57	886	
	5,00	627,27	79,87	315,30	895	
	7,00	623,17	80,22	341,66	877	
	9,00	628,94	80,46	330,75	914	
	12,00	625,25	76,63	506,66	867	
09/08/95	0,00	621,36	80,15	140,30	867	
	0,50	624,18	80,71	131,21	877	
	1,25	626,78	80,74	142,12	1063	
	2,00	625,53	79,73	152,12	802	
	3,75	631,81	80,60	178,94	905	
	5,00	634,31	79,97	208,48	774	
	7,00	614,84	77,64	222,12	727	
	9,00	611,40	75,44	373,48	625	
	11,00	599,09	75,72	461,66	961	
10/08/95	0,00	613,60	78,51	132,12	1147	
	0,50	610,82	78,65	138,03	877	
	1,00	616,05	78,68	139,39	793	
	1,75	617,59	78,65	140,75	793	
	3,75	619,78	78,34	153,03	727	
	5,00	640,81	70,84	170,75	485	
	7,00	629,08	69,42	334,85	737	
	9,00	607,95	73,25	542,12	970	
	12,00	586,82	73,70	670,75	102,6	
11/08/95	0,00	599,47	73,46	93,03	699	
	0,50	624,38	73,74	90,75	606	
	1,00	624,24	73,88	89,39	606	
	1,50	619,12	73,74	91,66	559	
	3,50	626,38	72,87	162,12	513	
	5,00	654,46	60,95	165,30	261	
	7,00	644,05	65,72	249,39	643	
	9,00	614,01	70,95	508,94	671	
	12,00	564,12	74,22	682,12	933	
12/08/95	0,00	599,50	76,80	198,50	597	
	0,50	599,44	76,87	198,48	541	
	1,00	599,29	77,78	193,03	709	
	1,75	595,00	75,30	183,48	494	
	3,25	643,84	73,07	173,03	615	
	4,75	660,63	61,92	163,48	466	
	6,00	660,33	58,09	15,75	485	
	8,00	662,10	60,46	298,03	522	
		10,00	626,74	68,37	530,75	858
	<b>Média</b>	<b>612,99</b>	<b>74,44</b>	<b>259,94</b>	<b>777</b>	
	<b>Mínimo</b>	<b>526,55</b>	<b>58,09</b>	<b>15,75</b>	<b>103</b>	
	<b>Máximo</b>	<b>662,10</b>	<b>80,74</b>	<b>682,12</b>	<b>1175</b>	
	<b>Desvio Padrão</b>	<b>28,24</b>	<b>5,63</b>	<b>151,99</b>	<b>218</b>	

Data	Profundidade (m)	Nitrato ( $\mu\text{gN/l}$ )	Nitrito ( $\mu\text{gN/l}$ )	Amônio ( $\mu\text{gN/l}$ )	Nitrogênio org. total ( $\mu\text{gN/l}$ )
08/01/96	0,00	688,28	73,09	235,19	10498
	0,25	719,47	72,68	239,00	11338
	0,50	707,20	74,44	275,65	8818
	0,75	751,53	73,19	277,72	8688
	1,25	701,28	74,12	238,19	9443
	2,00	683,99	69,73	343,17	8538
	3,00	650,70	65,61	384,51	5029
	6,00	637,61	64,30	570,61	4899
	10,00	593,54	59,60	719,61	7297
09/01/96	0,00	623,14	59,00	449,42	3471
	0,25	627,64	59,56	439,48	1343
	0,50	607,33	58,63	427,68	1642
	1,00	597,55	60,57	420,48	4264
	1,50	619,15	61,04	424,38	6457
	2,00	607,34	59,06	310,73	3144
	3,00	633,65	59,76	407,64	2771
	6,00	563,85	62,45	514,36	3266
	9,00	535,07	68,68	598,18	3256
	10,00	516,02	68,92	588,33	1427
10/01/96	0,00	625,97	57,71	388,19	5692
	0,25	597,27	58,54	366,06	6047
	0,50	592,71	58,13	378,72	4983
	1,00	567,10	58,78	363,92	2025
	1,50	560,75	59,23	382,64	2547
	2,00	620,60	56,91	392,88	1689
	3,00	724,66	56,70	403,73	1194
	4,50	648,42	57,97	428,52	1763
	6,00	529,68	57,63	586,34	1278
	9,00	546,92	57,31	638,48	1549
	10,50	550,14	60,75	629,19	1623
11/01/96	0,00	598,21	56,27	206,35	5020
	0,25	693,08	54,63	214,93	1857
	0,50	684,07	54,91	213,61	1773
	1,00	653,32	55,34	223,97	1325
	1,50	645,80	55,67	263,68	1605
	2,00	691,33	53,43	318,31	1763
	3,00	543,97	56,03	434,65	2976
	6,00	498,39	61,78	513,23	1427
	10,50	475,99	56,43	539,43	1567
12/01/96	0,00	590,63	52,73	198,93	1371
	0,25	582,39	50,85	198,15	1362
	0,50	559,54	51,16	206,72	1679
	1,00	661,92	52,76	208,40	1334
	1,50	578,06	51,95	204,34	1437
	2,00	540,16	50,06	221,74	1418
	3,00	551,47	49,44	322,96	1203
	6,00	488,79	44,97	450,51	2062
	10,50	486,51	40,72	595,58	1950
13/01/96	0,00	537,21	49,74	139,07	2482
	0,25	560,39	50,78	143,68	1857
	0,50	573,70	51,30	132,14	2081
	1,00	544,68	50,54	155,69	2127
	1,50	521,15	52,77	146,50	2174
	2,00	530,12	52,50	146,23	1829
	3,00	505,90	54,47	216,13	1287
	6,00	508,63	39,61	420,80	1997
	10,50	456,92	29,04	539,94	2146
<b>Média</b>		<b>594,58</b>	<b>57,26</b>	<b>357,87</b>	<b>3282</b>
<b>Mínimo</b>		<b>456,92</b>	<b>29,04</b>	<b>132,14</b>	<b>1194</b>
<b>Máximo</b>		<b>751,53</b>	<b>74,44</b>	<b>719,61</b>	<b>11338</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>70,33</b>	<b>8,50</b>	<b>152,90</b>	<b>2637</b>

### **APÊNDICE 3**

**Tabela das concentrações dos nutrientes fosfatados e de silicato reativo, encontrados nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade.**

Data	Profundidade (m)	Fosfato total dissolvido ( $\mu\text{gP/l}$ )	Fosfato inorgânico ( $\mu\text{gP/l}$ )	Fósforo orgânico total ( $\mu\text{gP/l}$ )	Silicato reativo ( $\text{mg SiO}_2 \text{/l}$ )
07/08/95	0,00	19,60	14,76	71,72	5,96
	0,75	19,60	14,47	60,04	5,85
	1,25	19,29	14,62	63,69	5,48
	2,25	17,45	13,62	58,58	5,37
	3,00	18,83	14,33	56,39	5,56
	5,00	17,91	14,19	65,15	5,39
	7,00	17,45	13,76	69,16	5,39
	10,00	21,90	18,18	77,19	5,25
08/08/95	0,00	16,53	14,19	65,15	5,80
	0,50	16,38	12,34	66,61	5,76
	0,50	16,99	12,62	62,59	5,80
	1,00	17,15	13,19	66,24	5,52
	1,75	14,85	11,48	73,54	5,86
	3,50	16,23	13,19	60,04	5,76
	5,00	15,92	12,91	60,41	5,89
	7,00	16,07	13,33	61,14	5,69
09/08/95	9,00	17,30	14,19	64,78	5,73
	12,00	18,37	14,76	65,15	5,25
	0,00	16,07	11,91	64,42	6,60
	0,50	16,69	12,76	57,85	6,19
	1,25	16,84	13,33	67,34	5,88
	2,00	15,61	11,62	59,68	5,86
	3,75	15,31	12,62	58,58	5,86
	5,00	21,29	14,05	72,81	5,77
10/08/95	7,00	16,23	14,05	78,29	5,65
	9,00	17,61	15,33	84,86	4,94
	11,00	18,37	15,61	77,92	5,66
	0,00	16,69	12,19	84,49	4,37
	0,50	16,23	11,62	43,98	4,77
	1,00	16,23	12,05	38,14	4,86
	1,75	15,77	11,91	41,06	5,26
	3,75	15,31	11,62	45,81	4,08
11/08/95	5,00	16,23	13,48	39,60	4,25
	7,00	16,84	15,04	45,81	4,55
	9,00	20,67	17,18	40,33	4,12
	12,00	19,29	16,61	42,89	4,23
	0,00	15,46	11,34	45,44	6,51
	0,50	15,92	11,77	47,27	6,47
	1,00	15,77	11,20	52,01	6,34
	1,50	15,77	11,20	51,28	6,25
12/08/95	3,50	19,75	14,33	44,71	6,28
	5,00	21,60	15,19	45,44	6,13
	7,00	16,07	14,90	43,98	6,48
	9,00	18,07	16,89	54,20	5,93
	12,00	19,45	17,61	53,47	5,94
	0,00	17,40	12,60	47,63	6,20
	0,50	17,45	12,62	49,82	6,14
	1,00	18,83	15,75	58,22	6,26
12/08/95	1,75	16,53	12,76	46,54	6,54
	3,25	16,99	12,34	55,30	5,97
	4,75	16,69	15,04	47,27	5,71
	6,00	14,69	12,91	44,35	5,68
	8,00	16,38	15,33	52,74	5,63
	10,00	19,14	17,46	59,68	5,85
	<b>Média</b>	<b>17,35</b>	<b>13,78</b>	<b>57,61</b>	<b>5,64</b>
	<b>Mínimo</b>	<b>14,69</b>	<b>11,20</b>	<b>38,14</b>	<b>4,08</b>
<b>Máximo</b>	<b>21,90</b>	<b>18,18</b>	<b>84,86</b>	<b>6,60</b>	
<b>Desvio Padrão</b>	<b>1,74</b>	<b>1,79</b>	<b>11,93</b>	<b>0,64</b>	

Data	Profundidade (m)	Fosfato total dissolvido ( $\mu\text{gP/l}$ )	Fosfato inorgânico ( $\mu\text{gP/l}$ )	Fósforo orgânico total ( $\mu\text{gP/l}$ )	Silicato reativo (mg SiO <sub>2</sub> /l)
08/01/96	0,00	47,48	17,06	299,79	18,19
	0,25	46,82	16,29	165,47	17,96
	0,50	48,31	15,04	166,50	17,93
	0,75	43,19	15,46	163,83	18,08
	1,25	53,52	15,35	206,13	18,02
	2,00	49,98	19,51	142,41	18,07
	3,00	52,39	26,42	196,11	17,01
	6,00	63,32	35,01	192,73	15,96
	10,00	77,86	44,05	311,48	14,73
09/01/96	0,00	59,58	33,65	163,21	17,03
	0,25	58,19	25,57	168,25	16,50
	0,50	53,03	27,14	211,22	16,22
	1,00	56,52	34,29	223,04	15,86
	1,50	54,52	29,54	194,88	16,14
	2,00	58,14	28,19	205,07	15,53
	3,00	66,47	26,88	211,63	15,80
	6,00	76,16	36,86	237,79	16,60
	9,00	83,17	49,20	385,22	13,12
	10,00	74,96	50,48	419,03	14,81
10/01/96	0,00	59,19	25,30	210,56	15,35
	0,25	58,32	33,85	230,63	14,36
	0,50	60,91	27,99	220,81	15,92
	1,00	53,77	31,37	237,40	15,27
	1,50	60,28	28,83	184,38	15,97
	2,00	57,70	30,20	215,13	13,40
	3,00	62,02	24,02	217,74	13,92
	4,50	68,66	29,48	190,20	13,35
	6,00	78,53	45,34	350,42	13,34
	9,00	97,84	46,32	284,42	12,69
	10,50	84,41	48,51	287,20	12,88
11/01/96	0,00	80,13	32,30	257,82	14,17
	0,25	70,40	28,62	288,98	14,03
	0,50	75,09	28,04	360,04	13,16
	1,00	72,50	28,72	257,93	13,15
	1,50	74,66	34,41	281,83	13,57
	2,00	74,92	37,29	269,86	13,29
	3,00	75,62	52,07	257,66	12,11
	6,00	81,00	49,17	226,05	12,70
		10,50	82,35	65,43	305,53
12/01/96	0,00	79,49	41,43	266,64	12,90
	0,25	60,41	34,96	256,96	12,71
	0,50	68,73	41,02	263,31	12,18
	1,00	60,30	37,83	239,88	13,18
	1,50	62,46	39,48	252,90	12,94
	2,00	51,93	37,64	342,71	12,78
	3,00	65,38	41,68	242,10	12,67
	6,00	71,55	44,15	401,04	12,55
	10,50	70,79	50,09	336,60	11,69
13/01/96	0,00	81,32	28,65	258,51	15,46
	0,25	77,86	28,73	225,88	15,93
	0,50	78,04	35,26	184,20	15,22
	1,00	84,07	33,61	237,88	15,87
	1,50	66,54	36,26	252,40	14,95
	2,00	68,16	34,80	264,56	14,84
	3,00	76,33	38,66	218,09	15,80
	6,00	78,64	50,32	278,86	14,65
		10,50	98,97	76,93	261,72
<b>Média</b>		<b>67,59</b>	<b>35,17</b>	<b>248,82</b>	<b>14,69</b>
<b>Mínimo</b>		<b>43,19</b>	<b>15,04</b>	<b>142,41</b>	<b>10,98</b>
<b>Máximo</b>		<b>98,97</b>	<b>76,93</b>	<b>419,03</b>	<b>18,19</b>
<b>Desvio Padrão</b>		<b>12,60</b>	<b>11,86</b>	<b>61,08</b>	<b>1,86</b>

## **APÊNDICE 4**

**Lista das espécies encontradas, com suas respectivas densidades ( $N_0/ml$ ) e abundância relativa, nos diferentes dias de coleta, em cada profundidade.**

07/08/95	0 m		0,75 m		1,25 m		2,25 m		3,00 m		5,00 m		7,00 m		10,00 m		13,00 m		
	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	
<b>CYANOPHYCEAE</b>																			
<i>Aphanocapsa</i> cf. <i>koordersi</i>																			
			751	1,06							2299	1,57	751	0,77	766	1,32			
<i>Chroococcus limneticus</i>																			
			751	1,06					1533	2,00	2299	1,57	751	0,77	766	1,32			
<i>Merismopedia</i> sp																			
			751	1,06					766	1,00					766	1,32			
<i>Microcystis</i> spp																			
	50585	51,97	41328	58,51	27592	22,64	30658	31,01	12263	16,00	19927	13,61	24797	25,38	21460	36,84	6898	13,43	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>																			
	6132	6,30	3006	4,26	7664	6,29	5365	5,43	5365	7,00	32957	22,51	10520	10,77	5365	9,21	3832	7,46	
<i>Rhabdoglea</i> sp																			
			751	1,06															
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																			
<i>Ankyra</i> spp																			
			2254	3,19	2299	1,89	3832	3,88	5365	7,00	6898	4,71	3006	3,08	1533	2,63	1533	2,99	
<i>Chlamydomonas</i> spp																			
	766	0,79	751	1,06	766	0,63			3832	5,00	8431	5,76	3757	3,85	766	1,32	10730	20,90	
<i>Closterium</i> spp																			
					766	0,63													
<i>Coenochloris hindakii</i>																			
											1533	1,05	751	0,77					
<i>Cosmarium</i> cf. <i>contractum</i>																			
															766	1,32			
<i>Crucigenia fenestrata</i>																			
														751	0,77				
<i>Crucigenia quadrata</i>																			
														3757	3,85				
<i>Crucigenia tetrapedia</i>																			
			751	1,06					2299	3,00	3066	2,09	751	0,77					
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>minutum</i>																			
	766	0,79			1533	1,26			6898	9,00	3066	2,09	7514	7,69	2299	3,95	9197	17,91	
<i>Golenkinia radiata</i>																			
			751	1,06													2299	4,48	
<i>Monoraphidium circinale</i>																			
									766	1,00			1503	1,54					
<i>Monoraphidium minutum</i>																			
											766	0,52							
<i>Oocystis marsonii</i>																			
													751	0,77					
<i>Scenedesmus acunae</i>																			
	766	0,79									766	0,52							
<i>Scenedesmus opoliensis</i>																			
															766	1,32			
<i>Scenedesmus sooi</i>																			
											766	0,52							
<i>Schroederia antillarum</i>																			
	3832	3,94	1503	2,13	766	0,63	2299	2,33	1533	2,00	1533	1,05	751	0,77			3066	5,97	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																			
<i>Euglena</i> sp																			
			751	1,06															
<i>Lepocinclis ovum</i>																			
			751	1,06															
<i>Lepocinclis salina</i>																			
	1533	1,57	751	1,06	1533	1,26	766	0,78	766	1,00			1503	1,54	766	1,32			
<i>Trachelomonas</i> spp																			
															766	1,32			
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																			
<i>Chrysophyceae</i> (não identificada)																			
	2299	2,36	751	1,06	3832	3,14	4599	4,65	6898	9,00	7664	5,24	3757	3,85	1533	2,63			
<i>Mallomonas</i> spp																			
	3066	3,15	751	1,06	6898	5,66	3066	3,10	1533	2,00	4599	3,14	6763	6,92	7664	13,16	7664	14,93	
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																			
<i>Chroomonas nordstedtii</i>																			
									9197	12,00	8431	5,76					1533	2,99	
<i>Cryptomonas erosa</i>																			
	17628	18,11	9017	12,77	32957	27,04	22227	22,48	7664	10,00	19161	13,09	14277	14,62	6898	11,84	3832	7,46	
<i>Cryptomonas marssonii</i>																			
	7664	7,87	3757	5,32	34490	28,30	25293	25,58	9964	13,00	16862	11,52	9768	10,00	3066	5,26			
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																			
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>																			
	766	0,79					766	0,78			2299	1,57			766	1,32			
<i>Ciclotella</i> sp																			
															766	1,32			
<i>Nitzschia</i> sp																			
	1533	1,57	1503	2,13	766	0,63					2299	1,57	1503	1,54			766	1,49	
<i>Synedra</i> sp																			
															766	1,32			
<b>DINOPHYCEAE</b>																			
<i>Peridinium willei</i>																			
											766	0,52							

08/08/95	0 m		0,50 m		1,00 m		1,75 m		3,50 m		5,00 m		7,00 m		9,00 m		12,00 m		
	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	
<b>CYANOPHYCEAE</b>																			
<i>Aphanocapsa</i> cf. <i>koorderi</i>					500	0,37			806	1,09					500	1,52	1667	4,17	
<i>Chroococcus limneticus</i>											1923	3,57	568	1,39	500	1,52	556	1,39	
<i>Cyanoascus</i> sp									403	0,54									
<i>Merismopedia glauca</i>											1282	2,38	568	1,39	500	1,52			
<i>Microcystis</i> spp	31061	29,29	27976	24,74	24000	17,78	20175	19,66	18952	25,54	7692	14,29	11364	27,78	9500	28,79	5000	12,50	
<i>Oscillatoria lacustris</i>											641	1,19							
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	26515	25,00	21429	18,95	31500	23,33	7895	7,69	8468	11,41	1282	2,38	3977	9,72	2000	6,06	3889	9,72	
<i>Tryblionema</i> cf. <i>bourrellyi</i>																	2778	6,94	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																			
<i>Ankya paradoxioides</i>																		556	1,39
<i>Ankya</i> spp	2273	2,14	5357	4,74	5000	3,70	3947	3,85	4435	5,98	4487	8,33	2841	6,94	2500	7,58	3333	8,33	
<i>Chlamydomonas</i> spp			595	0,53	20500	15,19	1316	1,28	3226	4,35	3205	5,95					2222	5,56	
<i>Closterium</i> spp							439	0,43	403	0,54							1111	2,78	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>									403	0,54							1667	4,17	
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>minutum</i>					500	0,37	439	0,43	1210	1,63	1282	2,38	5114	12,50	2500	7,58	6667	16,67	
<i>Golenkinia radiata</i>	2273	2,14	1190	1,05	500	0,37	1754	1,71	806	1,09	1923	3,57	1705	4,17			556	1,39	
<i>Hyaloraphidium</i> sp													568	1,39					
<i>Kirchneriella lunaris</i>															500	1,52			
<i>Micractinium pusillum</i>					500	0,37							568	1,39					
<i>Monoraphidium arcuatum</i>											641	1,19							
<i>Monoraphidium contortum</i>			595	0,53					403	0,54			1136	2,78					
<i>Scenedesmus acuminatus</i>																	556	1,39	
<i>Scenedesmus acunae</i>							439	0,43							500	1,52			
<i>Scenedesmus denticulatus</i>															500	1,52			
<i>Schoroederia antillarum</i>	7576	7,14	5952	5,26	5500	4,07	4386	4,27	806	1,09	4487	8,33	2273	5,56	500	1,52	2222	5,56	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																			
<i>Colacium calvum</i>					1000	0,74													
<i>Euglena</i> sp									806	1,09	1282	2,38							
<i>Lepocinclis salina</i>							439	0,43	806	1,09	641	1,19			500	1,52			
<i>Peranema</i> sp													1705	4,17					
<i>Strombomonas</i> spp							439	0,43											
<i>Trachelomonas</i> spp			595	0,53			877	0,85	403	0,54									
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																			
Chrysophyceae (não identificada)	3788	3,57	6548	5,79	5000	3,70	8772	8,55	6048	8,15	2564	4,76			1500	4,55	556	1,39	
<i>Mallomonas</i> spp	2273	2,14	2381	2,11	3000	2,22	5702	5,56	1210	1,63	1282	2,38	2273	5,56	2500	7,58	2778	6,94	
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																			
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	758	0,71	4167	3,68	4000	2,96	6579	6,41	3226	4,35	641	1,19	2273	5,56	1000	3,03	556	1,39	
<i>Cryptomonas erosa</i>	17424	16,43	24405	21,58	15000	11,11	16228	15,81	8065	10,87	9615	17,86	2273	5,56	3500	10,61	2222	5,56	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	8333	7,86	11310	10,00	17000	12,59	19737	19,23	12500	16,85	7051	13,10	1136	2,78	2500	7,58			
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																			
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	2273	2,14			500	0,37	877	0,85							500	1,52	556	1,39	
<i>Ciclotella</i> sp											641	1,19							
<i>Nitzschia</i> sp	1515	1,43	595	0,53	1000	0,74	877	0,85	403	0,54	1282	2,38	568	1,39	500	1,52			
<i>Synedra</i> sp							1316	1,28	403	0,54					500	1,52			
<b>DINOPHYCEAE</b>																			
Dinobryaceae (não identificada)																		556	1,39



10/08/95	0 m		0,50 m		1,00 m		1,75 m		3,75 m		5,00 m		7,00 m		9,00 m		12,00 m		
	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	Ng/ml	%	
<b>CYANOPHYCEAE</b>																			
<i>Anabaena crassa</i>																			
	2000	0,71					500	0,27	500	0,52								1000	2,20
<i>Aphanocapsa cf. koordersi</i>																			
									1500	1,57			500	1,85	500	1,43	2000	4,40	
<i>Chroococcus limneticus</i>																			
	57500	20,32	38971	10,93	25000	10,04	21000	11,41	11000	11,52	5500	10,38	4000	14,81	2500	7,14	1000	2,20	
<i>Oscillatoria lacustris</i>																			
													2000	7,41	2000	5,71	500	1,10	
<i>Pseudanabaena catenata</i>																			
													2500	9,26	18500	52,86	23000	50,55	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>																			
	86000	30,39	86029	24,12	57500	23,09	19000	10,33	7000	7,33	8500	16,04	8000	29,63	2000	5,71	2000	4,40	
<i>Trychonema cf. bourrellyi</i>																			
											500	0,94			500	1,43			
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																			
<i>Ankyra</i> spp																			
	8000	2,83	14706	4,12	13000	5,22	9500	5,16	3000	3,14	7000	13,21	3000	11,11	1500	4,29	1000	2,20	
<i>Botryococcus terribilis</i>																			
	500	0,18																	
<i>Characium</i> sp																			
			735	0,21	2000	0,80													
<i>Chlamydomonas</i> spp																			
	8500	3,00	2941	0,82	3000	1,20	3500	1,90	2000	2,09	1000	1,89							
<i>Chlorella</i> spp																			
	500	0,18	1471	0,41															
<i>Closterium</i> spp																			
	1500	0,53	735	0,21	500	0,20	500	0,27	500	0,52	1500	2,83			1000	2,86	500	1,10	
<i>Coelastrum indicum</i>																			
	500	0,18	735	0,21					500	0,52							500	1,10	
<i>Coenochloris hindakii</i>																			
	1000	0,35											500	1,85			500	1,10	
<i>Crucigemia fenestrata</i>																			
																	500	1,10	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>																			
	1500	0,53			1000	0,40					2000	3,77					2000	4,40	
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>minutum</i>																			
									500	0,52	1000	1,89			3500	10,00	6500	14,29	
<i>Golenkinia radiata</i>																			
	500	0,18					1500	0,82	500	0,52			1500	5,56	500	1,43	500	1,10	
<i>Kirchneriella lunaris</i>																			
													500	0,94			500	1,10	
<i>Micractinium pusillum</i>																			
			735	0,21															
<i>Monoraphidium arcuatum</i>																			
					500	0,20	500	0,27											
<i>Monoraphidium contortum</i>																			
													1500	2,83					
<i>Monoraphidium griffithii</i>																			
<i>Monoraphidium minutum</i>																			
	500	0,18																	
<i>Monoraphidium skajae</i>																			
	4500	1,59	2941	0,82	5500	2,21	6500	3,53	2000	2,09	2500	4,72	1000	3,70			1000	2,20	
<i>Monoraphidium tortile</i>																			
	1500	0,53	2941	0,82	2500	1,00			500	0,52	500	0,94			500	1,43			
<i>Oocystis marsonii</i>																			
			735	0,21															
<i>Scenedesmus acunae</i>																			
			1471	0,41			500	0,27									500	1,10	
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>																			
			735	0,21			500	0,27	500	0,52			500	1,85					
<i>Scenedesmus denticulatus</i>																			
<i>Scenedesmus ovalternus</i>																			
									500	0,52									
<i>Schoroederia antillarum</i>																			
	6500	2,30	9559	2,68	7000	2,81	8000	4,35	3500	3,66	2000	3,77	500	1,85	1000	2,86	1000	2,20	
<i>Staurastrum paradoxum</i> var. <i>longipes</i>																			
			735	0,21															
<i>Staurodesmus</i> sp																			
													500	1,85					
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																			
<i>Lepocinclis salina</i>																			
	2000	0,71	735	0,21	1500	0,60	1500	0,82											
<i>Peranema</i> sp																			
									2000	2,09	500	0,94							
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																			
<i>Chrysophyceae</i> (não identificada)																			
	15500	5,48	33088	9,28	15500	6,22	12500	6,79	15000	15,71	2000	3,77							
<i>Mallomonas</i> spp																			
	1500	0,53	2941	0,82	3000	1,20	3500	1,90	4000	4,19	500	0,94							
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																			
<i>Chroomonas nordstedtii</i>																			
	12000	4,24	45588	12,78	19000	7,63	16000	8,70	3500	3,66	4000	7,55	1000	3,70	500	1,43			
<i>Cryptomonas erosa</i>																			
	28000	9,89	48529	13,61	36000	14,46	28000	15,22	11000	11,52	7500	14,15							
<i>Cryptomonas marsonii</i>																			
	38000	13,43	55147	15,46	52500	21,08	45500	24,73	20500	21,47	3000	5,66							
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																			
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>																			
					2000	0,80	1500	0,82	2500	2,62	500	0,94	500	1,85					
<i>Ciclotella</i> sp																			
			1471	0,41			1000	0,54	500	0,52							500	1,10	
<i>Diatoma vulgare</i>																			
	500	0,18			500	0,20	1000	0,54									500	1,10	
<i>Nitzschia</i> sp																			
	3500	1,24	735	0,21	1000	0,40	1500	0,82	2000	2,09			500	1,85					
<i>Stauroneis</i> sp																			
			1471	0,41									500	1,85					
<i>Synedra</i> sp																			
	1000	0,35	735	0,21	500	0,20	500	0,27	500	0,52									
<b>DINOPHYCEAE</b>																			
<i>Dinobryon</i> sp																			
											500	0,94							

11/08/95	0 m		0,50 m		1,00 m		1,50 m		3,50 m		5,00 m		7,00 m		9,00 m		12,00 m			
	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%	Nº/ml	%		
<b>CYANOPHYCEAE</b>																				
<i>Anabaena crassa</i>											500	0,75								
<i>Aphanocapsa</i> cf. <i>koordersi</i>	500	0,14																1000	2,60	
<i>Chroococcus limneticus</i>														500	3,13					
<i>Merismopedia glauca</i>														500	3,13					
<i>Microcystis</i> spp	30000	8,25	27500	13,78	32292	11,66	36000	17,02	8000	10,46	6500	9,77	2500	15,63	4500	12,33	4000	10,39		
<i>Oscillatoria lacustris</i>														500		500				
<i>Pseudanabaena catenata</i>																4000	10,96	7500	19,48	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	150500	41,40	38000	19,05	38125	13,77	28000	13,24	8500	11,11	9500	14,29	1500	9,38	3500	9,59	2000	5,19		
<i>Tryblionema</i> cf. <i>bourellyi</i>													1000	6,25	4500	12,33	14500	37,66		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																				
<i>Ankya</i> spp	5500	1,51	6500	3,26	9375	3,39	11000	5,20	5000	6,54	3500	5,26					3000	8,22	2000	5,19
<i>Chlamydomonas</i> spp	6500	1,79	3000	1,50	6875	2,48	7000	3,31	500	0,65	1000	1,50	500	3,13						
<i>Chlorella</i> spp	1000	0,28																		
<i>Closterium</i> spp	500	0,14	1000	0,50			2000	0,95			1000	1,50								
<i>Coelastrum indicum</i>									1000	1,31					500	1,37				
<i>Coenochloris hindakii</i>															500	1,37				
<i>Crucigenia fenestrata</i>							1000	0,47												
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	1000	0,28			5833	2,11	3000	1,42	4000	5,23			500	3,13	2500	6,85	500	1,30		
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>minutum</i>							500	0,24			1000	1,50	2000	12,50	5000	13,70	3500	9,09		
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>fallax</i>			1000	0,50					500	0,65							500	1,30		
<i>Eudorina elegans</i>			1000	0,50																
<i>Golenkita radiata</i>	1000	0,28	1000	0,50							500	0,75								
<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i>									500	0,65										
<i>Kirchneriella lunaris</i>															500	1,37				
<i>Monoraphidium arcuatum</i>															500	1,37				
<i>Monoraphidium contortum</i>													1000	6,25						
<i>Monoraphidium griffithii</i>			1000	0,50	625	0,23														
<i>Monoraphidium namum</i>													500	3,13						
<i>Monoraphidium skujae</i>	8000	2,20	5000	2,51	7292	2,63	6500	3,07												
<i>Monoraphidium tortile</i>	1000	0,28	1500	0,75	5000	1,81	1000	0,47	500	0,65					500	1,37				
<i>Paradoxia muluseta</i>	500	0,14																		
<i>Quadricoccus</i> sp									500	0,65										
<i>Scenedesmus acunae</i>			1500	0,75					500	0,65	1000	1,50					500	1,30		
<i>Scenedesmus brevispina</i>															500	1,37				
<i>Scenedesmus obtusus</i>	500	0,14																		
<i>Scenedesmus opoliensis</i>			500	0,25											500	1,37	1000	2,60		
<i>Schroederia antillarum</i>	4000	1,10	4500	2,26	8333	3,01	3000	1,42	1500	1,96	2500	3,76	1000	6,25	1000	2,74				
<i>Staurastrum paradoxum</i> var. <i>longipes</i>					625	0,23														
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																				
<i>Lepocinclis salina</i>	1000	0,28	3000	1,50	2708	0,98	2500	1,18												
<i>Peranema</i> sp	500	0,14			1458	0,53					1000	1,50								
<i>Trachelomonas</i> spp			500	0,25																
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																				
Chrysophyceae (não identificada)	32500	8,94	17500	8,77	30417	10,9857	22500	10,6383	2500	3,26797	3000	4,51			500	1,37				
<i>Mallomonas</i> spp	7500	2,06	3000	1,50	3542	1,28	3000	1,42	2500	3,27	1500	2,26								
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																				
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	24500	6,74	16500	8,27	21458	7,75	20500	9,69	1500	1,96	1500	2,26	500	3,13						
<i>Cryptomonas erosa</i>	34000	9,35	28000	14,04	42292	15,27	23000	10,87	17000	22,22	11000	16,54	1500	9,38	500	1,37				
<i>Cryptomonas marssonii</i>	48000	13,20	36000	18,05	55208	19,94	36500	17,26	21500	28,10	19500	29,32	500	3,13	2500	6,85				
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																				
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	2500	0,69	500	0,25			1000	0,47			500	0,75	500	3,13			500	1,30		
<i>Ciclotella</i> sp	1000	0,28							500	0,65			1000	6,25						
<i>Diatoma vulgare</i>					1250	0,45	500	0,24			500	0,75			500	1,37				
<i>Nitzschia</i> sp					3542	1,28														
<i>Stauroneis</i> sp	1500	0,41	1000	0,50	625	0,23	1500	0,71					500	3,13	500	1,37				
<i>Synedra</i> sp			500	0,25			1500	0,71							500	1,37	500	1,30		

12/08/95	0 m		0,50 m		1,00 m		1,75 m		3,25 m		4,75 m		6,00 m		8,00 m		10,00 m		
	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	
<b>CYANOPHYCEAE</b>																			
<i>Anabaena crassa</i>			1500	0,61	500	0,12			500	0,64									
<i>Chroococcus limneticus</i>			500	0,20									1000	2,82	1000	3,39	500	1,96	
<i>Merismopedia glauca</i>															500	1,69			
<i>Microcystis</i> spp	25500	12,00	21000	8,52	37500	9,19	20000	5,61	5000	6,41	5500	6,04	6000	16,90	7000	23,73	3500	13,73	
<i>Oscillatoria lacustris</i>			500	0,20			500	0,14			500	0,55							
<i>Pseudanabaena catenata</i>																	500	1,96	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	51500	24,24	35000	14,20	85500	20,96	63500	17,81	1000	1,28	18000	19,78	500	1,41	8500	28,81	9000	35,29	
<i>Trychonema cf. bourrellyi</i>													1000	2,82	2000	6,78	3000	11,76	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																			
<i>Ankyra</i> spp	13500	6,35	13000	5,27	24500	6,00	25500	7,15	2000	2,56	9000	9,89	3500	9,86	1500	5,08	1000	3,92	
<i>Botryococcus braunii</i>			500	0,20															
<i>Chlamydomonas</i> spp	2000	0,94	1500	0,61	3000	0,74	2500	0,70	3500	4,49			1500	4,23	500	1,69			
<i>Chlorella</i> spp											500	0,55							
<i>Closterium</i> spp	1000	0,47	1000	0,41	500	0,12	1500	0,42			1500	1,65			500	1,69	500	1,96	
<i>Coenochloris hindakii</i>											500	0,55							
<i>Crucigenia fenestrata</i>	500	0,24																	
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	3000	1,41	2500	1,01	2500	0,61	1000	0,28	1000	1,28	1000	1,10							
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>minutum</i>											500	0,55	500	1,41	3000	10,17	2000	7,84	
<i>Dictyos. tetrachomutum</i> var. <i>fallax</i>	1000	0,47	500	0,20			1000	0,28	1000	1,28			1000	2,82			1000	3,92	
<i>Golenkinia radiata</i>	1000	0,47													1000	3,39	1000	3,92	
<i>Monoraphidium circinale</i>							500	0,14											
<i>Monoraphidium contortum</i>					1000	0,25													
<i>Monoraphidium griffithii</i>					1000	0,25	500	0,14			500	0,55							
<i>Monoraphidium komarkovae</i>					500	0,12													
<i>Monoraphidium minutum</i>	500	0,24	500	0,20	1500	0,37	500	0,14	500	0,64									
<i>Monoraphidium nanum</i>			500	0,20															
<i>Monoraphidium skujae</i>	1500	0,71	11000	4,46	23000	5,64	15000	4,21	8000	10,26	1500	1,65							
<i>Monoraphidium tortile</i>	2000	0,94	500	0,20	7000	1,72	2500	0,70	2000	2,56	1000	1,10							
<i>Quadricoccus</i> sp	500	0,24																	
<i>Scenedesmus acinae</i>	500	0,24			1000	0,25									500	1,69			
<i>Scenedesmus bicaudatus</i>			500	0,20													500	1,96	
<i>Scenedesmus opoliensis</i>					1000	0,25													
<i>Schoroederia antillarum</i>	5000	2,35	2500	1,01	7000	1,72	10000	2,81	1500	1,92	2500	2,75	1000	2,82					
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																			
<i>Peranema</i> sp									1000	1,28									
<i>Strombomonas</i> spp	1000	0,47									500	0,55							
<i>Trachelomonas</i> spp															500	1,69			
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																			
Chrysophyceae (não identificada)	19500	9,18	19000	7,71	31000	7,60	32500	9,12	3500	4,49	2500	2,75	1000	2,82					
<i>Mallomonas</i> spp	8000	3,76	14000	5,68	16000	3,92	13000	3,65	7000	8,97	1000	1,10	500	1,41					
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																			
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	2000	0,94	7000	2,84	12000	2,94	11000	3,09	2000	2,56	500	0,55			500	1,69			
<i>Cryptomonas erosa</i>	30000	14,12	44500	18,05	86000	21,08	58500	16,41	15000	19,23	14000	15,38	5500	15,49	1000	3,39	500	1,96	
<i>Cryptomonas marssonii</i>	38000	17,88	62500	25,35	60000	14,71	89500	25,11	22000	28,21	27500	30,22	12000	33,80	1000	3,39			
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																			
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	500	0,24	2000	0,81	3500	0,86	2500	0,70	1000	1,28	500	0,55	500	1,41			1500	5,88	
<i>Ciclotella</i> sp	500	0,24	1500	0,61	500	0,12	1000	0,28	500	0,64									
<i>Diatoma vulgare</i>	1500	0,71			500	0,12									500	1,69			
<i>Nitzschia</i> sp	1000	0,47	500	0,20			500	0,14			1500	1,65							
<i>Stauroneis</i> sp	1500	0,71	1000	0,41	1000	0,25	1000	0,28									1000	3,92	
<i>Synedra</i> sp			1500	0,61	500	0,12	2500	0,70			500	0,55							

08/01/96	0 m		0,25 m		0,50 m		1,00 m		1,50 m		2,00 m		3,00 m		6,00 m		10,00 m	
	Ng/ml	%	Ng/ml	%														
<b>CYANOPHYCEAE</b>																		
<i>Anabaena crassa</i>	833	0,17	1000	0,34			1000	0,38	500	0,13								
<i>Aphanocapsa cf. koordersi</i>													833	0,93				
<i>Merismopedia glauca</i>											500	0,29			833	9,09		
<i>Microcystis</i> spp	229167	47,09	98000	33,33	109500	39,04	93000	35,16	97500	24,90	41500	24,48	28333	31,78	4167	45,45	1667	22,22
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	220000	45,21	148500	50,51	140500	50,09	143000	54,06	239500	61,17	83000	48,97	33333	37,38	1667	18,18		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																		
<i>Ankyra</i> spp	10000	2,05	11000	3,74	6500	2,32	4500	1,70	6000	1,53	12000	7,08	3333	3,74	833	9,09		
<i>Chlamydomonas</i> spp	1667	0,34	500	0,17	1000	0,36	500	0,19	500	0,13								
<i>Chlorella</i> spp											500	0,29						
<i>Closterium</i> spp								500	0,19		500	0,29						
<i>Cosmarium cf. contractum</i>	833	0,17																
<i>Kirchneriella lunaris</i>	833	0,17			500	0,18												
<i>Micractinium bornhemiense</i>			2500	0,85	1500	0,53	1000	0,38			1000	0,59	3333	3,74	833	9,09		
<i>Monoraphidium griffithii</i>	833	0,17																
<i>Monoraphidium skujae</i>			1000	0,34	500	0,18			4000	1,02	3500	2,06						
<i>Monoraphidium tortile</i>			2000	0,68	1000	0,36	500	0,19			500	0,29						
<i>Oocystis marsonii</i>			500	0,17					500	0,13								
<i>Scenedesmus acunae</i>											1000	0,59						
<i>Scenedesmus opoliensis</i>							500	0,19										
<i>Schroederia antillarum</i>			1000	0,34							3000	1,77						
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																		
Chrysophyceae (não identificada)			1000	0,34	500	0,18	1000	0,38	500	0,13								
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																		
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	2500	0,51	5500	1,87	4500	1,60	3500	1,32	5500	1,40	5500	3,24	1667	1,87				
<i>Cryptomonas erosa</i>	11667	2,40	11000	3,74	9500	3,39	12000	4,54	25500	6,51	10000	5,90	5000	5,61			833	11,11
<i>Cryptomonas marssonii</i>	1667	0,34	5000	1,70	500	0,18	1000	0,38	7000	1,79	1000	0,59	3333	3,74				
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																		
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	1667	0,34	2000	0,68	2000	0,71			2500	0,64	3000	1,77	3333	3,74	833	9,09	1667	22,22
<i>Aulacoseira italica</i>					500	0,18					500	0,29					833	11,11
<i>Ciclotella</i> sp	3333	0,68	1000	0,34	500	0,18	500	0,19	500	0,13	1500	0,88	4167	4,67			833	11,11
<i>Diatoma vulgare</i>	1667	0,34	2500	0,85	1500	0,53	1500	0,57	1500	0,38	1000	0,59	1667	1,87			1667	22,22
<i>Synedra</i> sp							500	0,19					833	0,93				



10/01/96	0 m		0,25 m		0,50 m		1,00 m		1,50 m		2,00 m		3,00 m		6,00 m		10,50 m	
	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%	No/ml	%
<b>CYANOPHYCEAE</b>																		
<i>Anabaena crassa</i>	833	1,25							500	1,37								
<i>Merismopedia glauca</i>			1000	2,22			833	1,54										
<i>Microcystis</i> spp	30833	46,25	21000	46,67	27000	33,54	24167	44,62	16000	43,84	22000	43,14	30000	41,86	1667	40,00	20000	85,71
<i>Oscillatoria lacustris</i>									500	0,98								
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	20833	31,25	6000	13,33	35500	44,10	10833	20,00	1500	4,11	14500	28,43	26667	37,21				
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																		
<i>Ankyra</i> spp			3000	6,67	1000	1,24	833	1,54	1500	4,11	500	0,98						
<i>Chlamydomonas</i> spp	833	1,25							500	1,37								
<i>Chlorella</i> spp							833	1,54					833	1,16				
<i>Closterium</i> spp															833	20,00	833	3,57
<i>Kirchneriella lunaris</i>	833	1,25																
<i>Micractinium bornhemienense</i>	833	1,25	1000	2,22	500	0,62			2500	6,85	500	0,98	833	1,16				
<i>Micractinium pusillum</i>					500	0,62	1667	3,08										
<i>Monoraphidium contortum</i>					500	0,62												
<i>Monoraphidium skujae</i>			500	1,11	500	0,62	833	1,54										
<i>Scenedesmus acuminatus</i>			500	1,11														
<i>Schroederia antillarum</i>	833	1,25	500	1,11	500	0,62	833	1,54	1000	2,74					833	20,00	833	3,57
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																		
Chrysophyceae (não identificada)			1000	2,22														
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																		
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	2500	3,75	1000	2,22	2000	2,48	833	1,54	500	1,37	1000	1,96						
<i>Cryptomonas erosa</i>	5833	8,75	6000	13,33	8000	9,94	9167	16,92	6500	17,81	8000	15,69	8333	11,63			833	3,57
<i>Cryptomonas marssonii</i>	833	1,25	500	1,11	3000	3,73	1667	3,08	3000	8,22	500	0,98	833	1,16				
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																		
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	1667	2,50	1500	3,33	1000	1,24	1667	3,08	500	1,37	3000	5,88	1667	2,33	833	20,00		
<i>Cyclotella</i> sp			500	1,11	500	0,62			1500	4,11							833	3,57
<i>Diatoma vulgare</i>			1000	2,22					1000	2,74	500	0,98	2500	3,49				

11/01/96	0 m		0,25 m		0,50 m		1,00 m		1,50 m		2,00 m		3,00 m		6,00 m		9,00 m		
	N <sub>o</sub> /ml	%																	
<b>CYANOPHYCEAE</b>																			
<i>Anabaena crassa</i>	500	0,21					500	0,40	1000	1,08	500	0,40							
<i>Chroococcus limneticus</i>									500	0,54									
<i>Microcystis</i> spp	75000	31,12	55500	26,18	38000	20,94	43500	34,52	46500	50,00	27500	22,00	6000	14,81	3000	54,55	1500	30,00	
<i>Oscillatoria lacustris</i>																	500	10,00	
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	132500	54,98	136000	64,15	120500	66,39	58500	46,43	22500	24,19	85000	68,00	29000	71,60			1000	20,00	
<b>CHLOROPHYCEAE</b>																			
<i>Ankyra</i> spp	4500	1,87	1500	0,71	2500	1,38	500	0,40	4000	4,30	500	0,40						500	10,00
<i>Chlamydomonas</i> spp	1000	0,41											500	1,23					
<i>Chlorella</i> spp											500	0,40							
<i>Closterium</i> spp							500	0,40	500	0,54									
<i>Micractinium bornhemense</i>	500	0,21	1000	0,47			500	0,40	500	0,54	500	0,40	500	1,23					
<i>Monoraphidium skujae</i>	1500	0,62							1000	1,08									
<i>Monoraphidium tortile</i>	1000	0,41					500	0,40	1500	1,61									
<i>Scenedesmus acumae</i>			500	0,24															
<i>Scenedesmus tibiscensis</i>			1000	0,47															
<i>Schoroederia antillarum</i>	1000	0,41			500	0,28									1000	18,18			
<i>Staurastrum paradoxum</i> var. <i>longipes</i>	500	0,21																	
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>																			
<i>Peranema</i> sp							500	0,40											
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>																			
Chrysophyceae (não identificada)	1500	0,62	1000	0,47			500	0,40			1500	1,20							
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>																			
<i>Chroomonas nordstedtii</i>	3000	1,24			1000	0,55	1500	1,19	2000	2,15	1000	0,80							
<i>Cryptomonas erosa</i>	12500	5,19	11500	5,42	10500	5,79	14000	11,11	9500	10,22	6000	4,80	4000	9,88	1000	18,18			
<i>Cryptomonas marssonii</i>	5000	2,07	1000	0,47	6000	3,31	3000	2,38	3000	3,23	500	0,40							
<b>BACILARIOPHYCEAE</b>																			
<i>Aulacos. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	500	0,21	1000	0,47	1000	0,55	1500	1,19			500	0,40	500	1,23	500	9,09	1500	30,00	
<i>Ciclotella</i> sp			500	0,24			500	0,40	500	0,54									
<i>Diatoma vulgare</i>	500	0,21	1500	0,71	1500	0,83					1000	0,80							



