

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**MONICA AMORIM GONÇALVES**

**ALGAS FITOPLANCTÔNICAS NA LAGOA JUPARANÃ  
(LINHARES-ES): VARIAÇÃO ESPACIAL, TEMPORAL E  
BIOINDICADORES DO ESTADO TRÓFICO**

Vitória  
2005

MONICA AMORIM GONÇALVES

**ALGAS FITOPLANCTÔNICAS NA LAGOA JUPARANÃ (LINHARES-  
ES): VARIAÇÃO ESPACIAL, TEMPORAL E BIOINDICADORES DO  
ESTADO TRÓFICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal, na área de concentração Comportamento Ecofisiológico de Algas e Vegetais.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria de Oliveira Fernandes.

Co-Orientador: Prof. Dr. Camilo Dias Jr.

Vitória  
2005

## FICHA CATALOGRÁFICA

Gonçalves, Monica Amorim.

Algas fitoplanctônicas na lagoa Juparanã (Linhares-ES): Variação espacial, temporal e bioindicadores do estado trófico / Monica Amorim Gonçalves. - 2005.  
112 f.

Orientador: Valéria de Oliveira Fernandes  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1- Ecofisiologia. 2- Fitoplâncton. 3- Lagoas costeiras. 4- Bioindicadores. 5- Limnologia. I. Fernandes, Valéria de Oliveira. II. Universidade Federal do Espírito Santo. III. Título.

MONICA AMORIM GONÇALVES

**ALGAS FITOPLANCTÔNICAS NA LAGOA JUPARANÃ (LINHARES-ES):  
VARIAÇÃO ESPACIAL, TEMPORAL E BIOINDICADORES DO ESTADO  
TRÓFICO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Biologia Vegetal na área de concentração Comportamento Ecofisiológico de algas e vegetais

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria de Oliveira Fernandes  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientadora

---

Prof. Dr. Camilo Dias Jr.  
Universidade Federal do Espírito Santo

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marina Satika Suzuki  
Universidade Estadual Norte Fluminense

*Água de fonte, água de oceano...  
água de pranto... água de rio, água de chuva,  
água cantante das lavadas.  
Têm para mim, todas, consolo de acalanto.  
A que sorrio...*

**Murmúrio d'água. Manuel Bandeira.**

*Cara água, clara água,  
brincalhona em teus regatos todos,  
quando corres ou flanas através da vida,  
quem não ama sentar-se ao teu lado,  
escutar-te e ver-te, puro ser,  
perfeito em música e movimento?*

W. H. Auden

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Valéria de Oliveira Fernandes, que desde o início acreditou na minha capacidade e na realização desse trabalho, permitindo que o mesmo fosse concretizado, sempre com muito profissionalismo, carinho e amizade.

Ao Prof. Dr. Camilo Dias Jr., pela sua orientação permanente no conhecimento da ecologia do fitoplâncton, por toda ajuda na correção e interpretação das análises estatísticas e pelas muitas sugestões que enriqueceram este trabalho.

Ao Geovane Sartori e sua família pelo empréstimo do barco que possibilitou a realização das coletas e por todo tipo de apoio, ensinamento e ajuda nos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao Eduardo Kale pelo apoio fundamental nos trabalhos de campo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ieda Maria Oliveira da Silveira, do Laboratório de Hidrogeoquímica do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo pela realização das análises de nutrientes.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marina Satika Suzuki pela simpatia com que aceitou fazer parte da banca examinadora e por todas as sugestões que enriqueceram este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Departamento de Ciências Biológicas – Setor Botânica pela utilização dos laboratórios, instalações e equipamentos.

Ao Departamento de Ecologia e Recursos Naturais pela utilização do Laboratório de Fitoplâncton e pelo uso de vários equipamentos.

Às minhas amigas Larissa e Bruna, companheiras de trabalho na lagoa Juparanã, por todo tipo de ajuda nos trabalhos de campo e no laboratório, mas principalmente pelo carinho e pela amizade.

À todos os amigos e companheiros queridos do LATEAC – Laboratório de Taxonomia e Ecologia de Algas Continentais – Cristina, Fabíola, Gláucia, Bruna D'Ângela, João Paulo, Thiara, Thaís, André, Allainy, Bruna, Larissa e Geovane por

todo apoio durante este período, por todos os bons momentos no laboratório e nas horas de descontração, pela generosidade e pelo carinho.

Aos colegas da primeira turma de mestrado na “Botânica” – Antelmo, Renata, Eliomara, Mirella, Karla, Wilson, Sandrelly, Jane e Carol por dividirmos momentos muito agradáveis e pelo exemplo de dedicação ao estudo.

À Jane pelos bons e maus momentos que vivemos durante a realização das disciplinas e por ser companheira no trabalho com o fitoplâncton na pós-graduação.

Ao Délio, Daniel e Gláucia, pela gentileza em me ajudar com a tradução do resumo.

Aos meus irmãos Marcelo e Michel pela ajuda na elaboração dos gráficos e tabelas e por todo apoio emocional e material nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Jair e Maria José e aos meus irmãos Josiane e Júnior por todo apoio e incentivo e pela ajuda fundamental durante o meu primeiro ano de curso.

Ao meu marido Aroldo que sempre foi compreensivo e prestativo e por nunca ter reclamado de nada.

À minha pequena Victória pela pureza de espírito, pela alegria com que sempre quebrou minha rotina de estudo e trabalho, por compreender minha ausência, por me incentivar, mesmo sem saber, e por compartilhar da difícil, porém, maravilhosa e gratificante oportunidade de ser estudante, mãe, mulher e profissional.

## RESUMO

### ALGAS FITOPLANCTÔNICAS NA LAGOA JUPARANÃ (LINHARES/ES): VARIAÇÃO ESPACIAL, TEMPORAL E BIOINDICADORES DO ESTADO TRÓFICO

O presente trabalho foi realizado na lagoa Juparanã – maior lagoa do estado do Espírito Santo – localizada no município de Linhares-ES. Foram realizadas quatro coletas com periodicidade trimestral ao longo de um ciclo anual (estações seca e chuvosa), em duas estações de amostragem: o ponto 1, situado numa região mais central da lagoa e, por isso, considerada mais natural e menos impactada e o ponto 2, localizado próximo ao rio Pequeno, que liga a lagoa ao rio Doce. Características limnológicas como, temperatura, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, transparência da água e concentrações dos principais nutrientes foram determinadas, além da profundidade total e de variáveis climatológicas. A comunidade fitoplanctônica foi analisada em termos qualitativos e quantitativos, sendo a contagem feita pelo método de sedimentação, além da determinação da clorofila *a*. Os resultados obtidos mostraram que a lagoa pode ser caracterizada por pH com tendência à neutralidade (6,5), baixa condutividade elétrica (84,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), baixa turbidez (12,1 UNT) e pobreza de nutrientes ( $\text{PO}_4^{3-}$  34,0  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_3^-$  118,6  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NH}_4^+$  48,9  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_2^-$  4,5  $\mu\text{g}/\text{L}$ ; N-total 550,7  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). A transparência da água foi elevada nas duas primeiras amostragens, mas diminuiu consideravelmente nas amostragens seguintes devido ao regime de chuvas. Os teores de oxigênio dissolvido foram elevados durante todo o estudo, mostrando perfil ortogrado na maior parte das coletas. O perfil térmico foi desestratificado na maior parte do tempo. A comunidade fitoplanctônica apresentou 109 táxons pertencentes a 9 classes de algas, baixa densidade numérica (794 ind./ml) e baixos valores de clorofila *a* (1,4  $\mu\text{g}/\text{L}$ ). A classe mais representativa qualitativamente foi Cyanophyceae, seguida de Zygnemaphyceae e Chlorophyceae. A Classe Zygnemaphyceae esteve representada principalmente por algas da Família Desmidiaceae, descritas na literatura como bioindicadoras de águas oligotróficas. O gênero mais representativo quanto ao número de táxons foi *Staurastrum*. As Chlorophyceae foram representadas principalmente pela Ordem Chlorococcales, sendo que o táxon *Eutetramorus/Radiococcus* sp. foi abundante em 50% das amostras quantitativas. A densidade total do fitoplâncton variou de 102 a 1887 ind./ml com predomínio de

indivíduos da classe Cyanophyceae. A espécie *Synechocystis* sp. foi dominante em 22,7% das amostras e abundante em 54,5%. Os táxons mais freqüentes foram *Synechocystis* sp., *Raphidiopsis mediterranea* (Cyanophyceae), *Eutetramorus/Radiococcus* sp., *Monoraphidium* sp.<sup>1</sup>, *Monoraphidium* sp.<sup>2</sup>, *Oocystis* cf. *lacustris* (Chlorophyceae), *Rhizosolenia eriensis* (Bacillariophyceae) e *Cryptomonas* sp. (Cryptophyceae). Os Coeficientes Simples e Composto de Nygaard classificaram a lagoa Juparanã como um ambiente mesotrófico a eutrófico, devido ao número de táxons de Cyanophyceae, pois baseia-se na análise qualitativa da comunidade. No ponto 2 foram registradas espécies filamentosas que normalmente fazem parte do perifíton, muito desenvolvido neste local. Não foram observados padrões na distribuição vertical e temporal do fitoplâncton. As baixas concentrações de nutrientes apontaram condições oligotróficas para a lagoa Juparanã. Com base na comunidade fitoplanctônica pode-se inferir que, os valores de biomassa (densidade total e clorofila *a*) na região estudada da lagoa permitem caracterizá-la como oligotrófica, embora tanto a análise qualitativa quanto a quantitativa já tenham demonstrado diversos táxons de Cyanobacteria, com dominância de *Synechocystis* sp., o que é um alerta para os usos da lagoa, devido à potencialidade de produção de toxinas.

## ABSTRACT

### PHYTOPLANKTON ALGAE AT JUPARANÃ LAKE (LINHARES-ES): SPACE, TEMPORAL VARIATION AND BIOINDICATORS TROFIC CONDITIONS.

The present work was done at Juparanã lake – Brazil's larger lake in fresh water volume – located in Linhares-ES. There were four collections with quarterly periodicity along an annual cycle (season drought and rainy), in two sampling stations: point 1, situated in central point (in the middle of the lake) and, because of this, more natural considered and less impact and point 2, located in the outlet river Pequeno, that connects the lake to the river Doce. Characterist limnological like, temperature, dissolved oxygen, pH, water electric conductivity, depth, main nutrients concentration, transparency were determined. The phytoplankton community was analysed in qualitative and quantitative terms, being made the counting by the sedimentation method, besides the chlorophyll *a* determination. The obtained results showed that the lake can be characterized for pH with tendency to the neutrality (6,5), low electric conductivity (84,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), low turbidity (12,1 UNT) and nutrients poverty ( $\text{PO}_4^{3-}$  34,0  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_3^-$  118,6  $\mu\text{g}/\text{L}$ ; P-total 42,2  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NH}_4^+$  48,9  $\mu\text{g}/\text{L}$ ;  $\text{NO}_2^-$  4,5  $\mu\text{g}/\text{L}$ ; N-total 550,7  $\mu\text{g}/\text{L}$ ), water transparency was high in the two first samplings, but it decreased considerably in the next samplings due to the rainfall season, the dissolved oxygen contents were elevated during the whole study and wasn't verified thermal profile stratification most of the time. Phytoplankton community showed 109 algae taxa, belonging to 9 algae classes with low numerical density (794 ind./ml) and biomass algal numbers (1,4  $\mu\text{g}/\text{L}$  of chlorophyll *a*). Cyanophyceae, Zygnemaphyceae and Chlorophyceae was dominant numerically. Zygnemaphyceae were represented mostly for algae of family Desmidiaceae, described in the literature like bioindicators of oligotrophic waters. The most representative gender regardind taxa number was *Staurastrum*. Chlorophyceae represented mostly by Chlorococcales, and *Eutetramorus/Radiococcus* was abundant in 50% of the quantitative samples. Regarding to Cyanophyceae although low density, *Synechocystis* sp. was dominant in 22,7% of the samples and abundant in 54,5%. The Simple and Compound Nygaard Coefficient classifies as an mesotrophic to eutrophic ambient, however this index works with big taxa groups was not considered satisfactory in bioindicators studies. In point 2 were found filamentous species that usually are part of periphyton, very developed in this location. There wasn't observed

standards in phytoplankton vertical and temporal distribution. The low concentrations of nutrients and low levels of biomass and phytoplankton density points to oligotrophic conditions for the Juparanã lake and suggests to possible competitive relations between phytoplankton, periphyton and aquatic plants, mostly in point 2. Qualitative and quantitative analysis demonstrate Cyanobacteria's several taxa, with dominance of *Synechocystis* sp., what is an alert for the pond uses, due to the toxins production potentiality.

## LISTA DE FIGURAS

- 1- Vista parcial da lagoa Juparanã – Página 11.
- 2- Localização da área de estudo no Brasil e estado do Espírito Santo. Lagoa Juparanã e seus tributários – página 12.
- 3- Imagem de satélite da área de estudo com a localização dos pontos de coleta. Fonte: Agência Nacional das Águas – página 14.
- 4- Vista parcial do ponto 1 – página 15.
- 5- Vista parcial do ponto 2 - página 15.
- 6- Médias mensais de temperatura do ar ( $^{\circ}$  C) e totais mensais de pluviosidade (mm) (dados cedidos pelo Incaper) – página 22.
- 7- Variação dos valores da profundidade máxima (m), transparência (m) e profundidade da zona eufótica (m), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 24.
- 8- Variação dos valores da temperatura da água ( $^{\circ}$  C), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 25.
- 9- Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 27.
- 10- Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (% Sat.), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 27.
- 11- Variação dos valores de pH, nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 28.
- 12- Variação dos valores da condutividade elétrica da água ( $\mu$ S/cm), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 29.
- 13- Variação dos valores da turbidez (UNT), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 30.
- 14- Variação dos valores dos STS (mg/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 31.
- 15- Variação dos valores do ortofosfato ( $\mu$ g/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 34.
- 16- Variação dos valores do nitrato ( $\mu$ g/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 34.
- 17- Variação dos valores de nitrogênio amoniacal ( $\mu$ g/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 35.
- 18- Variação dos valores de nitrito ( $\mu$ g/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 35.
- 19- Variação dos valores de N-total ( $\mu$ g/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 36.

- 20- Variação dos valores da densidade fitoplanctônica (Ind./mL), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 43.
- 21- Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de agosto de 2003 – página 44.
- 22- Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de novembro de 2003 – página 44.
- 23- Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de março de 2004 – página 45.
- 24- Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de junho de 2004 – página 45.
- 25- Variação dos valores da riqueza específica (número de táxons), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 47.
- 26- Variação da Diversidade específica (bits/ind.) e Equitabilidade, no ponto 1 durante o período de estudo – página 48.
- 27- Variação da Diversidade específica (bits/ind.) e Equitabilidade, no ponto 2 durante o período de estudo – página 49.
- 28- Variação dos valores da clorofila *a* ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 50.
- 29- Variação dos valores da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo – página 51.
- 30- Análise fatorial em componentes principais aplicada sobre as variações da densidade total e da densidade de cada grupo de algas, diversidade e equitabilidade do fitoplâncton, clorofila *a* e feofitina, bem como dos diversos parâmetros ambientais estudados (Fator 1 / Fator 2) – página 53.
- 31- Análise fatorial em componentes principais aplicada sobre as variações da densidade total e da densidade de cada grupo de algas, diversidade e equitabilidade do fitoplâncton, clorofila *a* e feofitina, bem como dos diversos parâmetros ambientais estudados (Fator 1 / Fator 3) – página 54.

## LISTA DE ANEXOS

Tabela 1: Dados meteorológicos - temperatura média (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (° C), pluviosidade (mm) e número de dias chuvosos, no período de julho de 2003 a julho de 2004, para o município de Linhares, obtidos na estação meteorológica do Incaper/Linhares-ES – página 98.

Tabela 2: Velocidade do vento (m/s) nas amostragens de agosto e março de 2003 – página 98.

Tabela 3: Valores da profundidade (m), da transparência da água (m) e da profundidade da zona eufótica (m) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo- página 98.

Tabela 4: Variação da temperatura da água (° C) e do oxigênio dissolvido (mg/L e % Sat.) no ponto 1 durante o período estudado – página 99.

Tabela 5: Variação da temperatura da água (° C) e do oxigênio dissolvido (mg/L e % Sat.) no ponto 2 durante o período estudado – página 99.

Tabela 6: Variação dos valores do pH, da condutividade elétrica da água ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), da turbidez (UNT) e dos sólidos totais em suspensão (mg/L) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo – página 100.

Tabela 7: Variação dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), do nitrato ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), do nitrogênio amoniacal ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ), do nitrito ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) e do N-total ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) na lagoa Juparanã durante o período de estudo – página 101.

Tabela 8: Táxons abundantes e respectivos pontos de amostragem durante o período de estudo – página 102.

Tabela 9: Frequência de ocorrência dos táxons, durante o período de estudo – página 103.

Tabela 10: Variação dos valores da densidade fitoplanctônica (ind./ml), da riqueza de espécies (número de táxons), da diversidade específica (bits/ind.) e da equitabilidade na lagoa Juparanã, durante o período de estudo – página 107.

Tabela 11: Variação dos valores da clorofila *a* ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) e da feofitina ( $\mu\text{g}/\text{L}$ ) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo – página 108.

Tabela 12: Análise Estatística Descritiva dos valores da temperatura da água (° C) durante o período de estudo – página 108.

Tabela 13: Análise Estatística Descritiva dos valores do oxigênio dissolvido (mg/L) durante o período de estudo – página 109.

Tabela 14: Análise Estatística Descritiva dos valores do pH durante o período de estudo – página 109.

Tabela 15: Análise Estatística Descritiva dos valores da condutividade elétrica da água ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) durante o período de estudo – página 109.

Tabela 16: Análise Estatística Descritiva dos valores da turbidez (UNT) durante o período de estudo – página 109.

Tabela 17: Análise Estatística Descritiva dos valores dos sólidos totais em suspensão (mg/L) durante o período de estudo - página 110.

Tabela 18: Análise Estatística Descritiva dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 110.

Tabela 19: Análise Estatística Descritiva dos valores do nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 110.

Tabela 20: Análise Estatística Descritiva dos valores do nitrogênio amoniacal ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 110.

Tabela 21: Análise Estatística Descritiva dos valores de nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 111.

Tabela 22: Análise Estatística Descritiva dos valores do N-total ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo –página 111.

Tabela 23: Análise Estatística Descritiva dos valores da densidade fitoplanctônica (ind./mL) durante o período de estudo – página 111.

Tabela 24: Análise Estatística Descritiva dos valores da riqueza específica durante o período de estudo – página 111.

Tabela 25: Análise Estatística Descritiva dos valores da diversidade específica (bits/ind.) durante o período de estudo – página 112.

Tabela 26: Análise Estatística Descritiva dos valores da equitabilidade durante o período de estudo – página 112.

Tabela 27: Análise Estatística Descritiva dos valores da clorofila *a* ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 112.

Tabela 28: Análise Estatística Descritiva dos valores da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo – página 112.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
LISTA DE ANEXOS.....	xv
<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2- OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
2.1- Objetivo Geral.....	7
2.2- Objetivos Específicos.....	7
<b>3- ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>8</b>
3.1- Aspectos físicos locais.....	8
3.2- Lagoa Juparanã.....	10
<b>4- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
4.1- Dados Climatológicos.....	13
4.2- Periodicidade de coletas e pontos de amostragem.....	13
4.2.1- Variáveis físicas: temperatura, profundidade, transparência da água e zona eufótica.....	15
4.2.2- Variáveis químicas e físico-químicas.....	15
4.2.3- Fitoplâncton.....	16
4.2.3.1- Coleta e tratamento das amostras.....	16
4.2.3.2- Análise Qualitativa.....	17
4.2.3.3- Análise Quantitativa.....	18
4.2.3.4- Diversidade Específica.....	19
4.2.4- Clorofila a e Feopigmentos.....	19
4.2.5- Análise Estatística.....	20
<b>5- RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
5.1- Dados Climatológicos: Temperatura do ar, pluviosidade, velocidade e direção do vento.....	21
5.2- Variáveis físicas, químicas e físico-químicas da água.....	23
5.2.1- Profundidade, transparência e zona eufótica.....	23
5.2.2- Temperatura da água.....	23
5.2.3- Oxigênio dissolvido.....	26
5.2.4- pH.....	26
5.2.5- Condutividade elétrica da água.....	29
5.2.6- Turbidez.....	30
5.2.7- Sólidos totais em suspensão.....	31
5.2.8- Ortofosfato.....	32
5.2.9- Nitrato.....	32
5.2.10- N-Amoniacal.....	32
5.2.11- Nitrito.....	33
5.2.12- N-total.....	33
5.3- Fitoplâncton.....	37
5.3.1- Composição Qualitativa.....	37
5.3.2- Coeficiente de Nygaard.....	42
5.3.3- Análise Quantitativa.....	42
5.3.3.1- Espécies Abundantes.....	42
5.3.3.2- Espécies Dominantes.....	46

5.3.3.3- Frequência de Ocorrência.....	46
5.3.3.4- Riqueza de táxons.....	46
5.3.3.5- Diversidade específica e Equitabilidade.....	46
5.4- Clorofila <i>a</i> e Feofitina.....	50
5.5- Análise Estatística.....	51
<b>6- DISCUSSÃO</b> .....	55
6.1- Caracterização físico-química da coluna d'água.....	55
6.2- Nutrientes na coluna d'água.....	61
6.3- Comunidade Fitoplanctônica.....	65
<b>7- CONCLUSÕES</b> .....	85
<b>8- PERSPECTIVAS</b> .....	87
<b>9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	88
<b>ANEXOS</b> .....	98

## 1- INTRODUÇÃO

As lagoas costeiras representam aproximadamente 13% dos ambientes continentais em todo o mundo e estão presentes em todos os continentes (Barnes, 1980). Ainda segundo este autor a América do Sul tem 12,2% de sua costa assim formada, contando com 10,3% das lagoas costeiras do mundo. Destas, grande parte encontra-se no litoral brasileiro e incluem desde lagos de água doce até lagunas com características estuarinas ou marinhas e, considerando sua área total, compreendem um dos principais ecossistemas do país (Esteves, 1998). Apresentam grande importância econômica e turística, principalmente devido à produção pesqueira e à utilização como área de lazer (Huszar & Esteves, 1988).

As lagoas costeiras são ambientes que têm sua gênese vinculada aos processos transgressivos do mar, que ocorreram a partir do Pleistoceno e se prolongaram até os últimos dois mil anos no Holoceno, quando ocorreu a formação da grande maioria das lagoas costeiras no Brasil, notadamente as lagoas costeiras do sul da Bahia, Espírito Santo e Rio Grande do Sul (Esteves, 1988). De acordo com Suguio *et al.* (1982), há cerca de 120 000 anos atrás, quando a feição da foz do rio Doce era outra e teve início a penúltima grande transgressão marinha, a progressiva deposição de sedimentos marinhos e também fluviais, originou cordões arenosos que barraram vales onde corriam cursos d'água, originando, assim, várias lagoas na região norte do estado do Espírito Santo, entre as quais está a lagoa Juparanã.

Lagoas costeiras são consideradas, juntamente com lagunas e estuários, sistemas aquáticos com elevada produtividade, sendo caracterizadas por altas taxas de produção primária e elevados teores de biomassa auto e heterotrófica (Esteves, 1988; Esteves *et al.*, 1990). Diferenças quanto ao grau de influência marinha, morfometria e extensão conferem às lagoas características peculiares, principalmente no que se refere às variáveis ambientais e às comunidades que as habitam (Esteves *et al.*, 1990).

A possibilidade de lazer que as lagoas oferecem têm atraído para suas margens muitos empreendimentos imobiliários, numa ocupação desordenada que vêm descaracterizando a paisagem e acelerando a deterioração das condições ecológicas destes ambientes (Fernandes, 1997). Em decorrência disto, estes ecossistemas estão sendo submetidos a diferentes formas de impacto antrópico, as

quais têm se acentuado em todo o mundo nas últimas décadas devido ao crescente crescimento das populações humanas junto às zonas costeiras. Os principais impactos são: desmatamento e ocupação desordenada das margens e de sua bacia de drenagem, retirada de sedimento e lançamento de efluentes domésticos e industriais (Esteves *et al.*, 1990). Quando descartados nos corpos hídricos, a maioria dos poluentes influencia primariamente a zona eufótica, a qual constitui as camadas superiores da coluna d'água, onde a penetração luminosa é suficiente para permitir a produção primária (Dybern, 1974). Uma das principais conseqüências é a eutrofização artificial, que compromete a qualidade da água para múltiplos usos, especialmente para a balneabilidade e o abastecimento (Fernandes, 1997).

Apesar de ocorrerem em grande número na costa brasileira, as lagoas costeiras têm sido pouco estudadas, especialmente sob o ponto de vista ecológico (Fernandes, 1997). A partir da década de 80 é que se intensificaram os estudos sobre aspectos da morfologia, hidrologia e ecologia nestes ecossistemas aquáticos, especialmente nas regiões Sul e Sudeste (Attayde, 1996).

No estado do Espírito Santo as lagoas costeiras distribuem-se por todo o litoral. Trabalhos de diferentes enfoques têm sido desenvolvidos nas lagoas da região centro-sul do estado, tais como o de Dias Jr. (1993) e Dias Jr. & Barroso (1998) que estudaram a comunidade fitoplanctônica e algumas variáveis limnológicas em várias lagoas do sul do estado; Dias Jr. (1995) realizou uma caracterização do fitoplâncton e avaliou a possibilidade de usar esta comunidade como bioindicadora do estado trófico na lagoa Jacuném (Serra/ES); Nascimento (2002) estudou a lagoa de Carapebus (Serra/Es) quanto aos aspectos limnológicos; Schaeffer (2002) estudou a mesma lagoa com relação à comunidade fitoplanctônica; Martins (2002) estudou as comunidades fitoplanctônica e perifítica (em substrato natural) na lagoa da UFES enquanto Semionato (2002) avaliou a estrutura da comunidade perifítica em substrato artificial na mesma lagoa; Liston (2004) avaliou as variações espaciais e temporais da comunidade fitoplanctônica na lagoa Maimbá (Guarapari/ES) e Bortolin (2004) avaliou a estrutura da comunidade fitoplanctônica na lagoa dos Irerês, localizada no complexo industrial da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST).

Vários estudos limnológicos relacionados à comunidade fitoplanctônica, vêm sendo desenvolvidos no Espírito Santo em ambientes aquáticos diferentes das lagoas costeiras. Entre estes estudos pode-se citar, as pesquisas realizadas em

reservatórios (Dias Jr., 1998; Delazari & Barroso, 1998; Delazari-Barroso, 2000; Fernandes *et al.*, 2005), ambientes lóticos (Gonçalves, 2002; Cunha, 2004; Oliveira *et al.*, 2004; Cruz, 2004) e estuários (Barroso *et al.*, 1998; Lucas, 2002; Schaeffer, 2005.).

A região de Linhares apresenta elevado número de ambientes lacustres (cerca de 69 lagoas), os quais estão alinhados no sentido horizontal em relação ao rio Doce. Estes ambientes apresentam grande diversidade de características, quanto à sua gênese, tamanho, profundidade, grau de influência do mar e do rio, grau de eutrofização, bacia de drenagem, etc (Huszar *et al.*, 1990). Apesar da grande importância desta região, estes ambientes têm sido pouco estudados do ponto de vista ecológico. Os estudos limnológicos, que visaram os aspectos físico-químicos da coluna d'água e a comunidade fitoplanctônica são poucos e recentes: Huszar *et al.*, (1990) avaliaram a estrutura da comunidade fitoplanctônica de 18 lagoas da região de Linhares, Bozelli *et al.*, (1992) estudaram os aspectos abióticos e a clorofila *a* destas mesmas 18 lagoas e Huszar *et al.*, (1994) estudaram a variação nictemeral (48 h) da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã. Dois outros trabalhos estão em desenvolvimento na lagoa Juparanã. Oliveira (em prep.) vêm avaliando a variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã e no rio Pequeno e Cavati (em prep.) vem desenvolvendo um estudo sobre a estrutura da comunidade perifítica em substrato natural, também na lagoa Juparanã e no rio Pequeno.

A comunidade fitoplanctônica tem papel determinante no fluxo de energia e na ciclagem de nutrientes em ambientes lacustres. Esta comunidade é também responsável, em última instância, pela produtividade dos demais níveis tróficos das cadeias de herbivoria e detritívora na coluna d'água, servindo como primeiro elo de uma cadeia alimentar que pode chegar até o homem através dos recursos pesqueiros. Assim, a estrutura e a distribuição espaço-temporal da comunidade fitoplanctônica são determinantes para cada ecossistema, sendo que, para compreender o funcionamento de ambientes aquáticos, é necessário um adequado conhecimento taxonômico e dos padrões de distribuição espacial e temporal das populações fitoplanctônicas (Hutchinson, 1967; Wetzel, 1981; Esteves, 1988).

As composições qualitativa e quantitativa, os ciclos sazonais, as variações espaciais e temporais desta comunidade têm sido estudados em diferentes

ecossistemas aquáticos como um fator essencial para que seja melhor conhecido o metabolismo destes ambientes. No caso das lagoas, o estudo do fitoplâncton constitui informação fundamental sobre a estrutura da produção biológica, a dinâmica e o funcionamento destes ambientes (Dias Jr., 1990). As composições qualitativa e quantitativa da comunidade fitoplanctônica e suas variações espaciais e temporais, refletem não só as interações entre os componentes dessa comunidade, mas também o efeito de variáveis ambientais sobre a mesma, sendo influenciada principalmente pela concentração de nutrientes inorgânicos, penetração de luz, temperatura, pH e condutividade elétrica da água (Hino, 1979).

Em ecossistemas aquáticos de regiões temperadas, marcada periodicidade na flutuação da comunidade fitoplanctônica (sucessão sazonal) é observada, sendo radiação e temperatura os fatores principais que regulam tal variabilidade (Reynolds, 1984). Em corpos d'água de regiões tropicais, a temperatura, por estar quase sempre acima dos valores mínimos limitantes ao crescimento, não tem efeitos tão significativos sobre a variação do fitoplâncton. Nesses ambientes, a variação temporal da comunidade é controlada por outros fatores, entre eles, a disponibilidade de nutrientes, a radiação subaquática, a herbivoria e o parasitismo (Esteves, 1988). Em muitos corpos d'água tropicais, as modificações das variáveis anteriormente citadas estão relacionadas a ciclos de mistura periódicos, freqüentemente associados à estação chuvosa e ao aporte de água (Payne, 1986). Nesses ambientes, tem-se observado que a variabilidade do fitoplâncton ocorre em escalas de tempo menores que a anual e estão associadas mais a fatores locais do que a fatores sazonais (Lewis, 1986). Talling (1986), ao analisar a sazonalidade do fitoplâncton em lagos africanos, afirmou que os padrões anuais da sazonalidade dessa comunidade são normalmente dominados por fatores hidrológicos, como estrutura e circulação da coluna d'água.

Com raras exceções, os grandes grupos taxonômicos de algas têm representantes planctônicos nos corpos d'água continentais. O predomínio de um ou outro grupo geralmente está relacionado às condições ambientais, como concentração de nutrientes, localização geográfica e morfologia destes ecossistemas. Fatores como profundidade, associados à temperatura, vento e penetração de luz na coluna d'água são alguns exemplos de variáveis ambientais que podem modelar a estrutura da comunidade fitoplanctônica assim como a sua dinâmica espaço-temporal (Reynolds, 1984).

Em regiões tropicais, alterações qualitativas e quantitativas importantes no fitoplâncton podem ser relacionadas à alternância de estações secas e chuvosas (Payne, 1986). Portanto, o balanço hidrológico entre precipitação e evaporação é um fator de especial importância para o ciclo sazonal do fitoplâncton. Outros fatores como interações direta ou indireta com o mar, variações espaciais e temporais nas concentrações de nutrientes, freqüentemente influenciados pela ação do homem, são determinantes na estruturação da comunidade fitoplanctônica em ambientes lacustres (Esteves, 1998).

A indicação da qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos tem sido freqüentemente baseada na comunidade fitoplanctônica. Isto porque esta comunidade responde rapidamente às alterações ambientais, sofrendo modificações na sua composição e biomassa. Assim, as espécies que compõem o fitoplâncton podem ser largamente utilizadas para a avaliação do estado trófico de ecossistemas aquáticos continentais, visto que as variações na comunidade constituem-se em uma rápida resposta às modificações das condições ambientais (Hino e Tundisi, 1977).

Índices de diversidade e riqueza de espécies também são de uso comum para caracterizar o fitoplâncton, bem como outros indicadores especialmente desenvolvidos para serem aplicados sobre as algas planctônicas (Nygaard, 1949; Sládecek, 1979). A importância das microalgas como indicadoras é ainda mais relevante quando se verificam processos de eutrofização artificial (Esteves, 1988). Isso porque a eutrofização acelerada altera as propriedades físico-químicas da água, trazendo conseqüências para toda a biota (Kennish, 1986; Bittencourt-Oliveira & Moura, 2001). Assim, várias razões justificam o estudo do fitoplâncton e de suas potencialidades como bioindicador. O estado trófico do ambiente pode ser revelado pelas associações entre o fitoplâncton e parâmetros ambientais como pH, condutividade elétrica, concentrações de nutrientes na água e outros (Huszar *et al.*, 1998; Rojo, 1998; Huszar & Silva, 1999; Melo & Huszar, 2000). Portanto, associações entre fitoplâncton e parâmetros abióticos constituem excelentes ferramentas para o biomonitoramento de ambientes aquáticos (Borges *et al.*, 2003).

A lagoa Juparanã é a maior lagoa do Espírito Santo, a segunda maior do Brasil em área e a maior do país em volume de água doce ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)). Apesar disso, pouco se conhece sobre a dinâmica deste ambiente e sobre a

composição e distribuição espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica nesta lagoa, assim como, sobre o comportamento destas algas relacionado ao estado trófico neste ecossistema. Assim, este estudo, pretende avaliar aspectos ecológicos das algas fitoplanctônicas na lagoa Juparanã, através da análise das composições qualitativa e quantitativa do fitoplâncton e suas variações temporais e espaciais, utilizando as algas como bioindicadores do estado trófico neste ambiente.

## 2- OBJETIVOS

### 2.1- Objetivo Geral

Avaliar aspectos ecológicos do fitoplâncton na lagoa Juparanã (Linhares-ES), através de análises qualitativas e quantitativas da comunidade e suas relações com as principais variáveis limnológicas, em escala temporal, espacial e utilizar estes organismos como bioindicadores do estado trófico.

### 2.2- Objetivos Específicos

- 1- Analisar a estrutura da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã, através dos seus principais atributos: riqueza específica, freqüência de ocorrência, densidade total, abundância, dominância, diversidade específica e equitabilidade;
- 2- Avaliar a variabilidade espaço-temporal do fitoplâncton na lagoa Juparanã através de coletas sazonais em dois diferentes pontos de amostragem, num ciclo anual;
- 3- Caracterizar os pontos de amostragem com relação às principais variáveis limnológicas;
- 4- Correlacionar a comunidade fitoplanctônica com as variáveis limnológicas;
- 5- Utilizar a comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã como indicadora de seu estado trófico;
- 6- Identificar as espécies de cianobactérias potencialmente tóxicas;
- 7- Contribuir ao conhecimento da ecologia do fitoplâncton em lagoas costeiras brasileiras.

### 3- ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1- Aspectos Físicos Locais

O município de Linhares está localizado numa região de topografia plana, que forma uma planície, (área compreendida entre as coordenadas latitude S 19°39'11" e longitude W 40°07'22"), na região conhecida como Baixo Rio Doce. Possui área de 3 450 Km quadrados, sendo o maior município em área territorial do estado do Espírito Santo. A altitude média da sede do município é de 28 metros, com máxima de 400 metros a oeste e 0 metro na costa atlântica. O clima da região pode ser classificado como tropical quente e úmido, com chuvas no verão e inverno seco. A temperatura média é de 23,4°C e a precipitação pluviométrica fica em torno de 1193 mm por ano, sendo os meses de outubro a fevereiro os mais chuvosos ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)). Os ventos predominantes são os de nordeste e sudeste (Brasil, Seplan/IBGE, 1987).

Conforme Embrapa (1978), os solos predominantes na região são Latossolos Vermelhos Amarelos Distróficos, Horizonte A moderado. Às margens da lagoa Juparanã 80% dos solos são Latossolos Vermelhos Amarelos, 15% são solos litólicos e 5% solos aluviais.

O principal curso d'água da região é o rio Doce. A bacia hidrográfica do rio Doce possui uma área de drenagem de 83 400 km quadrados, sendo 86% no estado de Minas Gerais e 14% no estado do Espírito Santo. O rio nasce na Serra da Mantiqueira a 1200 metros de altitude e possui em torno de 875 km de extensão. Desde a sua nascente o rio está dividido em Alto Rio Doce, Médio Rio Doce Superior, Médio Rio Doce Inferior e Baixo Rio Doce, sendo, esta última região localizada no município de Linhares onde fica sua foz no Oceano Atlântico. Ao longo do seu curso são encontrados vários empreendimentos energéticos (usinas) e a maior área contínua de Mata Atlântica de Minas Gerais, o Parque Estadual do Rio Doce. Apesar de toda a sua importância, o rio Doce é marcado por problemas comuns a outros rios brasileiros: é um canal receptor e transportador de rejeitos, efluentes industriais e dejetos de praticamente todos os municípios cortados pelo seu leito e por seus afluentes, além do assoreamento e da diminuição do volume de suas águas, que vem causando sua degradação e a perda da qualidade de suas águas ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)).

Além do rio Doce o município de Linhares possui vários cursos d'água, como os rios São José e São Rafael. Ao norte do rio Doce há uma série de lagoas que ficam alinhadas no sentido horizontal. Estas lagoas, entre as quais está a lagoa Juparanã, são resultados de vales alagados, em consequência da obstrução da desembocadura de alguns afluentes do rio Doce, pela enorme massa de sedimentos que o mesmo deposita no seu curso inferior (Oliveira & Leonardos, 1978).

As lagoas da região de Linhares apresentam grande diversidade quanto à sua gênese, tamanho, profundidade, grau de influência do mar e do rio, grau de eutrofização, bacia de drenagem, etc. Estão geologicamente embasadas sobre rochas pré-cambrianas recobertas por sedimentos terciários da Formação Barreiras, depositados durante o Pleistoceno e sobre planícies deltáicas quaternárias (Coutinho, 1974).

Este sistema lacustre destaca-se por sua relevância regional e nacional, devido ao grande número de lagos, lagoas e lagunas que se encontram em diferentes níveis de conservação ambiental. Além disso, destaca-se a variedade de ecossistemas associados, como as florestas de tabuleiros, matas ciliares, brejos, restingas, manguezais e agroecossistemas. Os ambientes lacustres do Baixo Rio Doce podem ser divididos em duas categorias: o sistema de lagos da Formação Barreiras, mais profundos (até 25 m) e de formato alongado, característico dos vales afogados por represamento natural dos tributários do rio Doce; e o sistema de lagos costeiros, mais rasos (até 3 m) e de formato regular, remanescentes de uma grande paleolaguna (Bozelli *et al.*, 1992).

A partir do início da década de 90, estudos já indicavam a degradação ambiental, pelo processo de eutrofização, de algumas lagoas pela ocupação de suas margens devido ao desenvolvimento urbano desordenado e lançamento de efluentes domésticos (Huszar *et al.*, 1990; Bozelli *et al.*, 1992 e Huszar *et al.*, 1994).

### 3.2- Lagoa Juparanã

A lagoa Juparanã (Figura 1) está localizada no município de Linhares, estado do Espírito Santo, dentro de uma área compreendida entre as coordenadas 19° 39' 11" S e 40° 07' 22" W (Figura 2). A distância entre a sede do município de Linhares e a lagoa Juparanã é de cerca de 11 Km e o acesso é feito pela BR 101. A Lagoa faz parte de um conjunto de cerca de 69 lagoas, situadas desde a divisa Oeste do

município de Colatina à divisa Norte do município de Linhares, numa área conhecida como região do Suruaca. É a maior lagoa da região de Linhares e do Espírito Santo, a segunda maior do Brasil em área e a maior do país em volume de água doce ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)).

Formada pelo barramento de cursos fluviais por sedimentos quaternários (Suguio *et al*, 1982) a lagoa possui forma retangular e apresenta área de aproximadamente 68,58 Km quadrados, com 38 Km de extensão e de 5 a 7 Km de largura, com profundidade média de 13 m e máxima de 20 m. Possui 89,5 Km de círculo e contornos bastante sinuosos que formam várias praias. A área de influência da lagoa atinge cerca de 29 880 01 ha, possuindo uma superfície de lâmina d'água de 6 372 29 ha ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)).

Seus principais tributários são os rios São José e São Rafael. A lagoa desemboca no rio Pequeno que deságua no rio Doce, próximo à ponte Getúlio Vargas na BR 101, na sede do município de Linhares. Este rio é utilizado para captação e conseqüente abastecimento de água da cidade de Linhares e recebe efluentes de origem doméstica de algumas habitações no seu entorno. Existe um constante fluxo de água da lagoa Juparanã para o rio Doce e vice-versa, cuja direção e sentido depende do nível da água dos mesmos e da época do ano, ou seja, há um fluxo de entrada e saída em relação ao rio Doce. Às margens da lagoa podem ser encontradas áreas de brejo e campos de pecuária extensiva, além de extensas áreas agrícolas de frutíferas ([www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br)).

Atualmente, a lagoa Juparanã vêm sofrendo com vários impactos antrópicos como o desmatamento de suas margens, a ocupação desordenada do seu entorno e a degradação ambiental do rio São José, seu principal formador. Esses fatores aceleram o processo de eutrofização prejudicando a dinâmica das comunidades da lagoa. A lagoa Juparanã é também muito utilizada pela população local para pesca (artesanal), recreação e lazer (praias da lagoa, esportes náuticos, passeios de barco, etc.). Desta forma, a eutrofização artificial representa prejuízo às atividades pesqueira e turística na região.



Figura 1: Vista parcial da lagoa Juparanã.

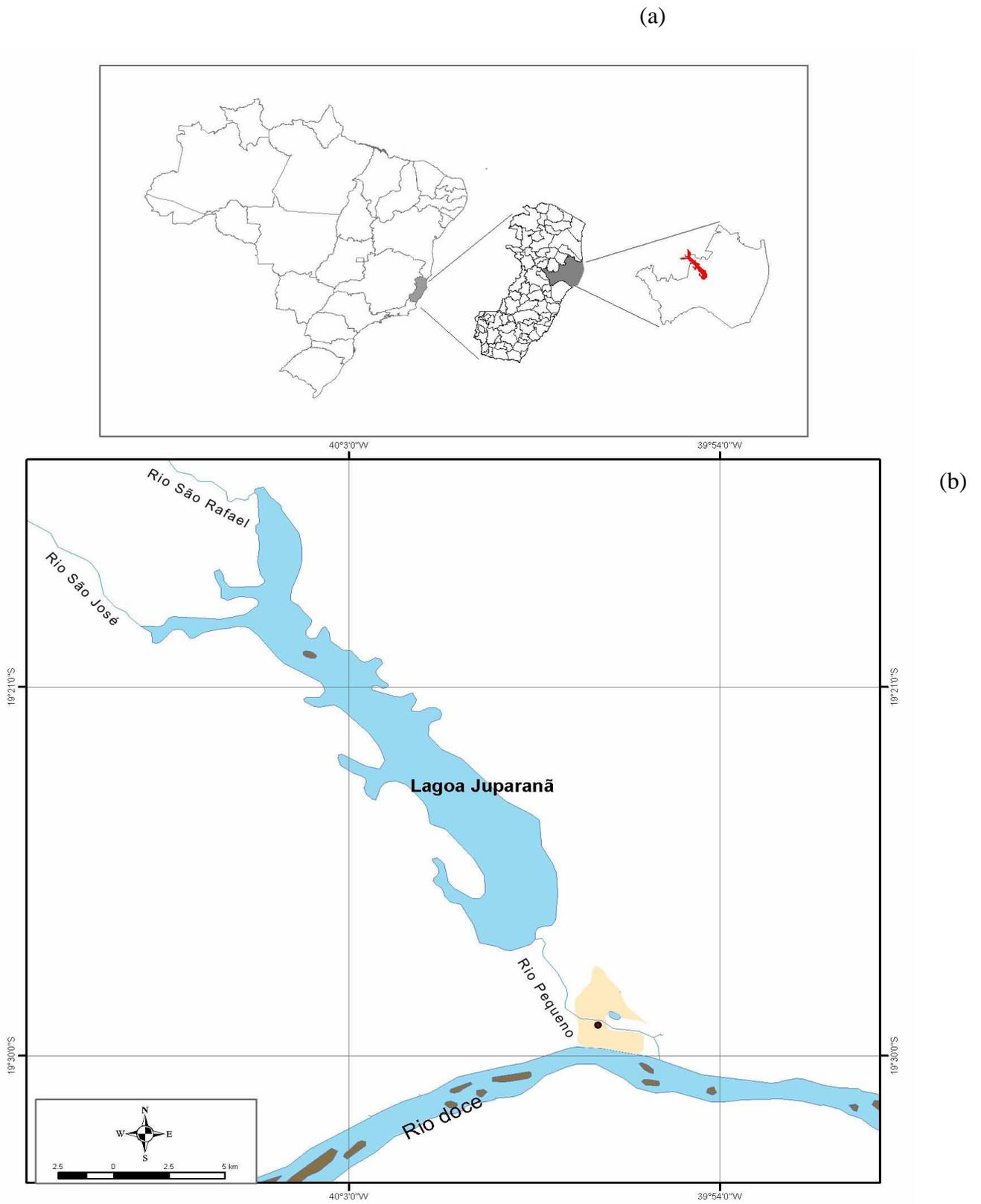


Figura 2: Localização da área de estudo no Brasil e Estado do Espírito Santo. Lagoa Juparanã e seus tributários.

## 4- MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1- Dados Climatológicos

Os dados climatológicos mensais (temperatura do ar e pluviosidade) referentes ao período de julho de 2003 a julho de 2004, foram obtidos na estação meteorológica do Incaper, localizada a cerca de 12 Km da lagoa Juparanã. A velocidade e a direção do vento foram determinadas com o auxílio de um anemômetro, em campo. A temperatura do ar, nos dias de amostragem, foi determinada com um termômetro de bulbo.

### 4.2- Periodicidade e pontos de amostragem

Foram realizadas quatro amostragens com periodicidade trimestral durante um ciclo anual (2003-2004). As campanhas foram realizadas em agosto (23/08) e novembro (29/11) de 2003 e em março (13/03) e junho (05/06) de 2004.

Foram selecionados dois pontos de amostragem (Figura 3): o ponto 1 (Figura 4) situado numa região mais central da lagoa e, por isso, considerada mais natural e menos impactada e o ponto 2 (Figura 5) situado próximo ao rio Pequeno, região inicialmente considerada impactada e eutrofizada.

As amostras foram coletadas em três profundidades: subsuperfície, meio e no limite inferior da zona eufótica em ambos os pontos de amostragens. Nas campanhas de agosto e novembro de 2003, no ponto 2, foram coletadas amostras apenas na superfície e no fundo, devido à pequena profundidade dessa estação de amostragem (1,2 e 1,5 metro).

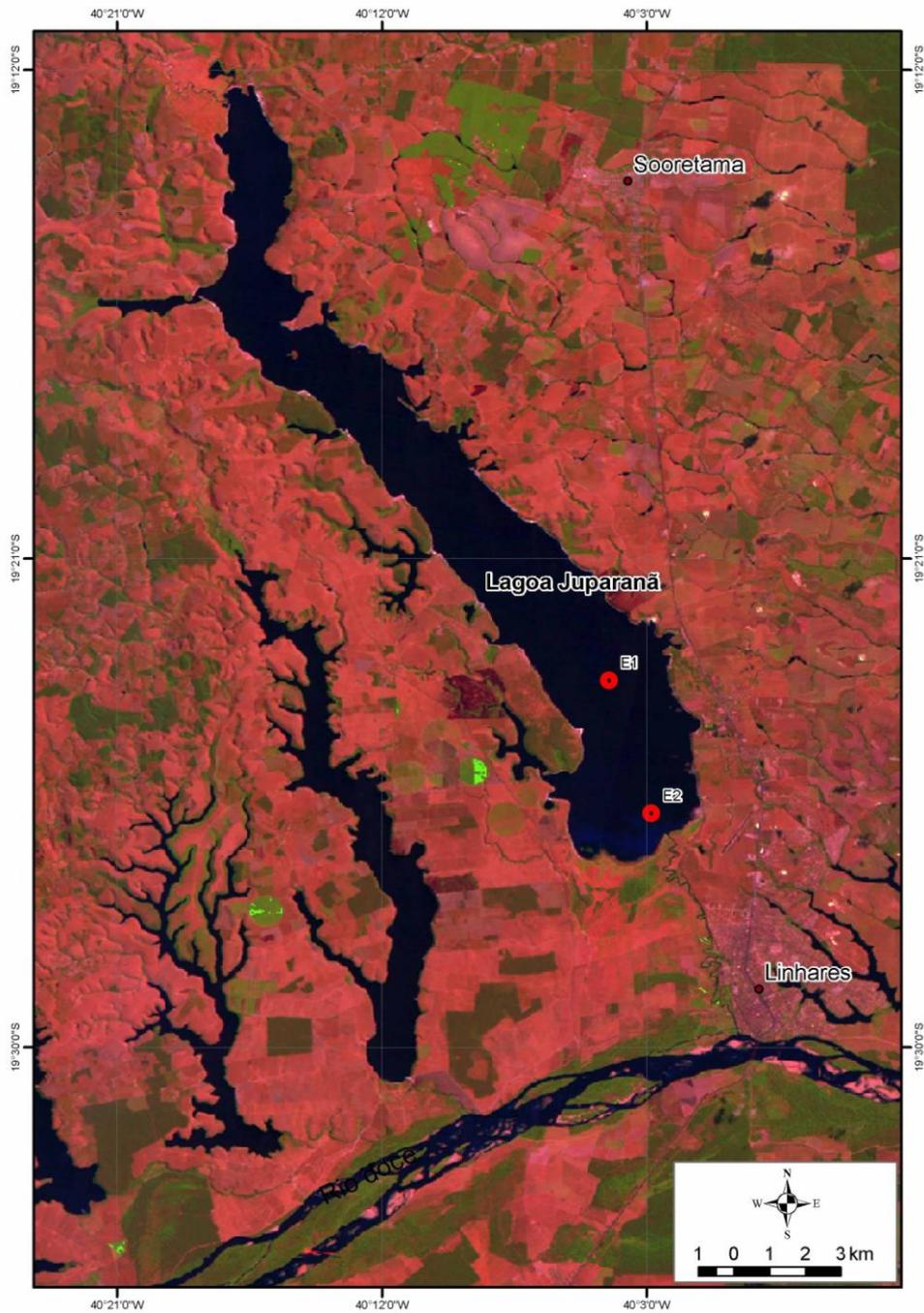


Figura 3: Imagem de satélite da área de estudo com a localização dos pontos de coleta. Fonte: Agência Nacional das Águas.



Figura 4: Vista parcial do ponto 1.



Figura 5: Vista parcial do ponto 2.

#### **4.2.1- Variáveis Físicas: temperatura, profundidade, transparência da água e profundidade da zona eufótica**

Foi determinado o perfil térmico em cada ponto de amostragem com temperatura da água sendo medida a cada metro no ponto 1 e a cada 0,5 metro no ponto 2 (quando esta estação de amostragem apresentou pequena profundidade), com o uso de um oxímetro Handylab OX1 / Set.

A profundidade da coluna d'água (m) foi determinada através de um medidor de profundidade Dephmate Portable Sounder. A transparência da água (m) foi determinada com o auxílio de disco de Secchi preto e branco, de 35 cm de diâmetro, sempre na sombra da embarcação. A profundidade da zona eufótica foi estimada indiretamente através dos valores da transparência da água (profundidade do disco de Secchi multiplicado por três, segundo Esteves (1988)).

#### **4.2.2- Variáveis Químicas e Físico-Químicas**

As amostras de água para determinação das diversas variáveis químicas e físico-químicas foram coletadas nas três profundidades determinadas, utilizando-se uma garrafa de Van Dorn com capacidade de 2 litros.

O oxigênio dissolvido foi determinado em campo, com o auxílio de um oxímetro handylab OX1 / Set. A condutividade elétrica da água e a salinidade foram

avaliadas através de um condutivímetro Schott Handylab LF1. O pH foi determinado através de um medidor de pH Schott Handylab 1 pHmeter. A turbidez foi obtida com o uso de um turbidímetro Lamotte 2020.

Os sólidos totais em suspensão foram determinados em laboratório de acordo com APHA (1989).

As amostras para análise do fosfato total dissolvido, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e nitrogênio total foram coletadas utilizando-se a garrafa de Van Dorn e imediatamente acondicionadas em frascos de polietileno, sendo transportadas para o laboratório em isopor com gelo e posteriormente analisadas, utilizando as metodologias descritas por Baumgartem *et al* (1996). As análises de nutrientes foram realizadas pelo Laboratório de Hidrogeoquímica do Departamento de Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo.

#### 4.2.3- Fitoplâncton

##### 4.2.3.1- Amostragens e tratamento das amostras

As amostras de fitoplâncton foram coletadas através de arrastos horizontais na sub-superfície da água com rede de plâncton de 20 e 30  $\mu\text{m}$  (análise qualitativa) e com garrafa de Van Dorn (análise quantitativa). Das primeiras, parte foi mantida viva e parte fixada com solução de formol 4%. As segundas, foram imediatamente fixadas com solução de lugol acético 5% e guardadas no escuro para posteriores análises em laboratório. As amostras vivas foram transportadas até o laboratório em isopor com gelo e conservadas em geladeira por até sete dias.

##### 4.2.3.2- Análise Qualitativa

A análise qualitativa do fitoplâncton foi realizada utilizando-se amostras vivas e fixadas coletadas com a rede de plâncton e também das amostras quantitativas, após estas terem sido contadas. Para as análises qualitativas foi utilizado microscópio óptico Olympus CX 41, equipado com câmara clara, ocular de medição

e máquina fotográfica. Os táxons foram identificados através das características morfológicas e morfométricas da vida vegetativa e utilizando-se bibliografia especializada, além de contatos com especialistas. As principais bibliografias utilizadas foram: Compère (1974), Bourrelly (1970), Anagnostidis & Komárek (1988) e Komárek & Anagnostidis (1999) para a Classe Cyanophyceae; Komárek (1983), Sant'Anna (1989), Nogueira (1991) e Gonzáles (1996) para Chlorophyceae; Torgan (1985) e Cunha (1990) para Bacillariophyceae; Bicudo (1969) e Compère (1977) para Zygnemaphyceae; Prescott (1975) e Huszar *et al.* (1994) para outros grupos.

A frequência de ocorrência foi calculada considerando-se como freqüentes as espécies que ocorreram em mais de 50% das amostras, comuns, aquelas que ocorreram entre 10% e 50% das amostras e raras, as que ocorreram abaixo de 10% (Lobo & Leighton, 1986).

A riqueza de táxons foi expressa pelo número de táxons presente em cada amostra.

A partir da composição do fitoplâncton foi calculada a riqueza de táxons e os Coeficientes de Nygaard (Nygaard, 1949). Estes coeficientes baseiam-se na composição de algas da comunidade e visa uma estimativa do estado trófico do ambiente. Foram calculados o Coeficiente Simples e o Coeficiente Múltiplo ou Composto.

Coeficiente Simples:

$Q = \text{N}^\circ \text{ de Espécies da Ordem Chlorococcales} / \text{N}^\circ \text{ de Espécies da Família Desmidiaceae.}$

Se  $Q < 1 = \text{Oligotrófico}$ ; se  $Q > 1 = \text{Eutrófico}$

Coeficiente Múltiplo ou Composto:

$Q = \text{N}^\circ \text{ de Espécies da Classe Cyanophyceae} + \text{Ordem Chlorococcales} + \text{Ordem Centrales} / \text{N}^\circ \text{ de Espécies da Família Desmidiaceae.}$

Se  $Q < 1 = \text{Oligotrófico}$ ; se  $Q > 1 = \text{Eutrófico}$

#### 4.2.3.3- Análise Quantitativa

A análise quantitativa do fitoplâncton foi realizada segundo Uthermohl (1958) utilizando-se câmara de sedimentação em microscópio invertido Nikon Eclipse TS

100 em aumento de 400 vezes. O procedimento de contagem foi o dos campos aleatórios, descrito por Uehlinger (1964). As coordenadas dos campos foram geradas por computador e os campos foram localizados na platina do microscópio. Os resultados foram expressos em indivíduos/mL (densidade de organismos), calculado pela fórmula proposta por Weber (1973):

$$N = n \cdot A/a \cdot 1/V$$

Onde: N = número de indivíduos por mL  
 n = número de indivíduos contados  
 A = área total da câmara  
 a = área contada  
 V = volume total sedimentado

Para a contagem, cada célula, colônia, cenóbio ou filamento foi considerado como um indivíduo.

A partir dos dados quantitativos foram calculadas as espécies abundantes e dominantes. Foram consideradas espécies abundantes aquelas cuja ocorrência numérica superou o valor médio do número total de indivíduos (densidade) de cada amostra e foram consideradas dominantes aquelas cuja ocorrência numérica superou 50% do número total de indivíduos em cada amostra (Lobo & Leighton, 1986).

#### 4.2.3.4- Diversidade Específica

A partir dos valores de densidade do fitoplâncton foi calculado o Índice de Diversidade Específica (Shannon-Weanner, 1963), através da seguinte fórmula:

$$H = - \sum p_i \log_2 p_i$$

sendo:  $p_i = n / N$

H = Diversidade específica da amostra (bits / indivíduo)

n = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos da amostra

A uniformidade ou equitabilidade foi avaliada a partir da fórmula:

$$E = H / H \text{ Max}$$

sendo: E = Equitabilidade

H = Diversidade da amostra

H max = Diversidade máxima da amostra ( $\text{Log}_e S$ )

#### 4.2.4- Clorofila a e Feopigmentos

Em campo, cerca de 200ml de água foram filtrados em filtro de acetato de celulose para posterior determinação das concentrações de clorofila a e feopigmentos. Os filtros foram acondicionados em frascos contendo sílica-gel e mantidos em freezer a  $-4^\circ\text{C}$  durante aproximadamente 10 dias. O solvente utilizado foi acetona 90% a frio e a metodologia seguiu APHA (1989). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g/L}$ .

#### 4.2.5- Análise Estatística

A partir dos valores obtidos para cada parâmetro analisado foi realizada análise estatística descritiva onde foram determinados os valores mínimo, máximo, média, desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude utilizando-se o programa Microsoft Excel 2000.

A análise fatorial em componentes principais foi aplicada considerando-se as variações da densidade numérica do fitoplâncton, concentrações de clorofila a e feofitina, diversidade específica e equitabilidade do fitoplâncton, bem como das diversas variáveis abióticas, tais como: pluviosidade, transparência da água, temperatura do ar, temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade

elétrica da água, turbidez, sólidos totais em suspensão, fosfato total dissolvido, nitrato, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrogênio total. Antes da análise, os dados, colocados em planilha, foram estandarizados. A metodologia utilizada foi a descrita por Ludwig & Reynolds (1988) e Ter Braak (1995) e o programa utilizado foi o Statistica 6.0.

## 5- RESULTADOS

### 5.1- Dados Climatológicos: Temperatura do ar, pluviosidade, velocidade e direção do vento

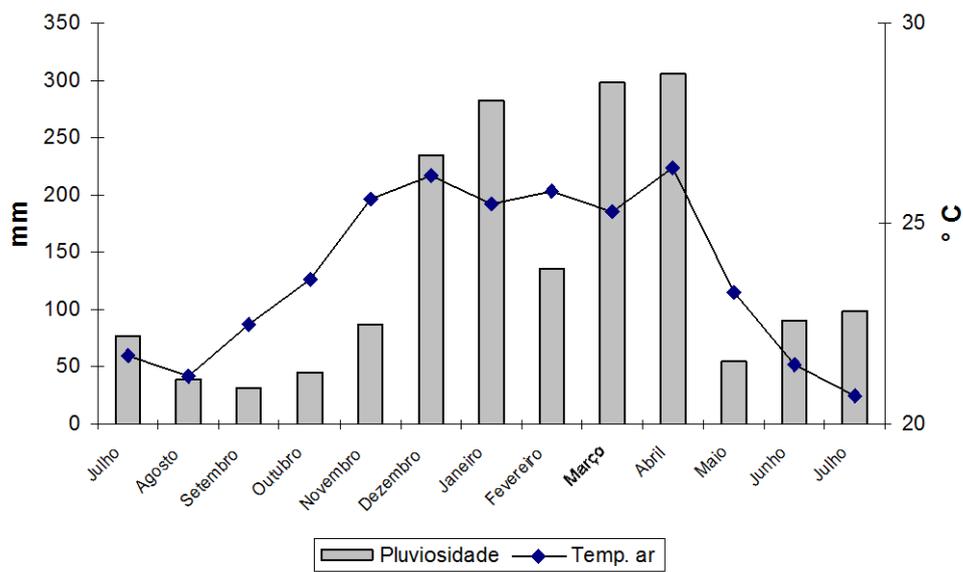
Na Tabela 1 pode-se observar os valores da temperatura do ar (média entre os dois pontos) nos dias amostrados. A Figura 6 mostra as variações da temperatura do ar e da precipitação total no período de julho de 2003 a julho de 2004. Observa-se que as menores temperaturas foram registradas em julho e agosto de 2003 e em junho e julho de 2004. A partir de agosto de 2003 os valores aumentaram gradativamente, sendo maiores em dezembro de 2003 e abril de 2004. Os menores índices de pluviosidade foram observados entre os meses de agosto e outubro de 2003, com o mínimo de 31,8 mm no mês de setembro. Os maiores valores foram atingidos nos meses de janeiro, março e abril/2004 com o valor máximo de precipitação de 305,8 mm (abril de 2004).

A velocidade média do vento esteve entre 0,7 m/s (Ponto 1) e 13,5 m/s (Ponto 2) na amostragem do dia 23/08/03. Durante a segunda amostragem os valores estiveram entre 7,3 m/s (Ponto 1) e 12,6 m/s (Ponto 2). O vento predominante foi nordeste (NE) nestas duas primeiras coletas. Nas amostragens de março e junho de 2004 a velocidade e a direção do vento não foram determinadas devido a problemas com o anemômetro (Tabela 2, Anexo).

Os dados climatológicos caracterizam a região com verão apresentando os maiores índices pluviométricos e maiores velocidades de vento, predominantemente nordeste, contrapondo-se ao inverno com baixa precipitação, com ocasionais chuvas devido à entrada de frentes frias e menores velocidades do vento.

Tabela 1: Temperatura do ar ( $^{\circ}$  C) nos dias amostrados (média entre os dois pontos).

Data	Temperatura
Agosto	26,0
Novembro	31,0
Março	28,0
Junho	27,2

Figura 6: Médias mensais de temperatura do ar ( $^{\circ}$  C) e totais mensais de pluviosidade (mm) (dados cedidos pelo Incaper).

## 5.2- Variáveis físicas, químicas e físico-químicas da água

### 5.2.1- Profundidade, transparência da água e zona eufótica

As variações do nível hidrométrico da lagoa, dos valores de transparência da água e da zona eufótica nos dois pontos de amostragem, no período de estudo, são mostradas na Figura 7.

A profundidade da lagoa variou de 11,0 a 13,0 metros no ponto 1 e de 1,2 a 3,3 metros no ponto 2. Os aumentos na profundidade foram registrados durante o período de chuva, sobretudo em março de 2004 quando a coleta foi realizada no final de um período em que as chuvas foram mais intensas, contabilizando 740 mm de novembro de 2003 a fevereiro de 2004.

Os maiores valores de transparência da água foram observados, em ambos os pontos, nos períodos de agosto e novembro de 2003, com o maior valor de 3,35 metros registrado no ponto 1 e de 1,35 metros no ponto 2. Nas duas amostragens subsequentes a transparência diminuiu bastante atingindo 1,05 metros no ponto 1 (05/06/04) e 0,70 metros no ponto 2 (13/03/04).

Desta forma, a zona eufótica atingiu maiores profundidades nas duas primeiras amostragens (9,8 metros), diminuindo de forma significativa a partir de março de 2004 (3,5 metros).

### 5.2.2- Temperatura da água

Os maiores valores para a temperatura da água foram registrados na amostragem do dia 13/03/04 (Figura 8).

Na primeira campanha, no ponto 1, foram registrados valores levemente mais elevados de temperatura no meio e no fundo da coluna d'água, mostrando ligeira inversão térmica. No ponto 2, a coluna d'água mostrou-se desestratificada termicamente. Nas demais campanhas, praticamente não foram registradas variações nos valores da temperatura da água nas três profundidades do ponto 1 e no ponto 2, evidenciando desestratificação térmica na lagoa.

Na amostragem de março de 2004, os maiores valores de temperatura foram registrados na superfície em ambos os pontos, mas as diferenças entre as

temperaturas da superfície e fundo foram relativamente pequenas, sendo de  $1,0^{\circ}\text{C}$  no ponto 1 e  $1,1^{\circ}\text{C}$  no ponto 2.

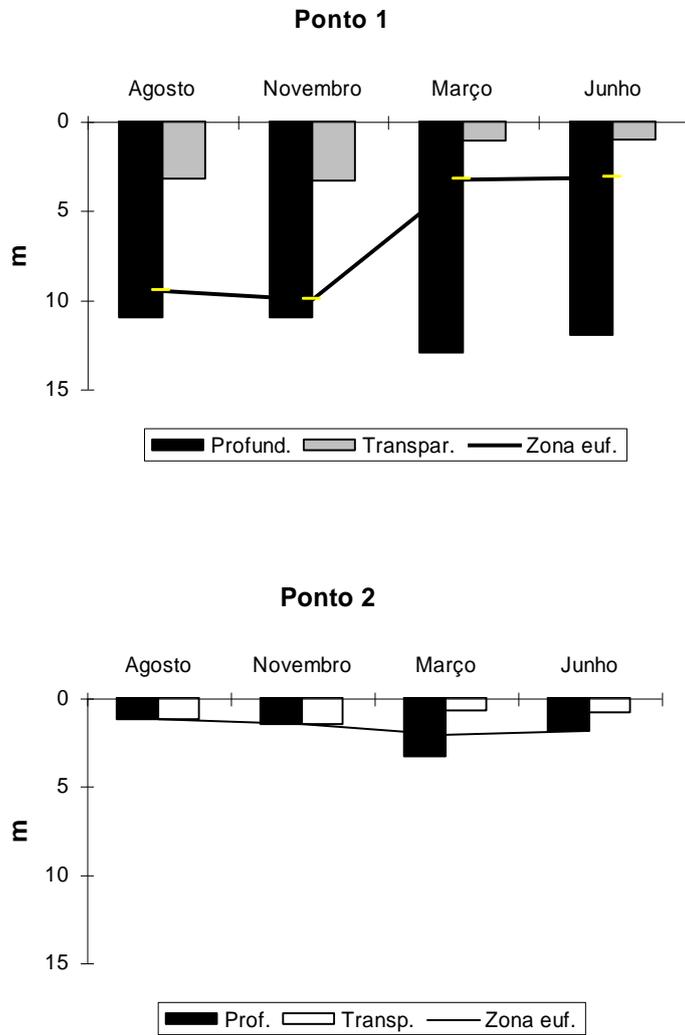


Figura 7: Variação dos valores da profundidade máxima (m), transparência (m) e profundidade da zona eufótica (m), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

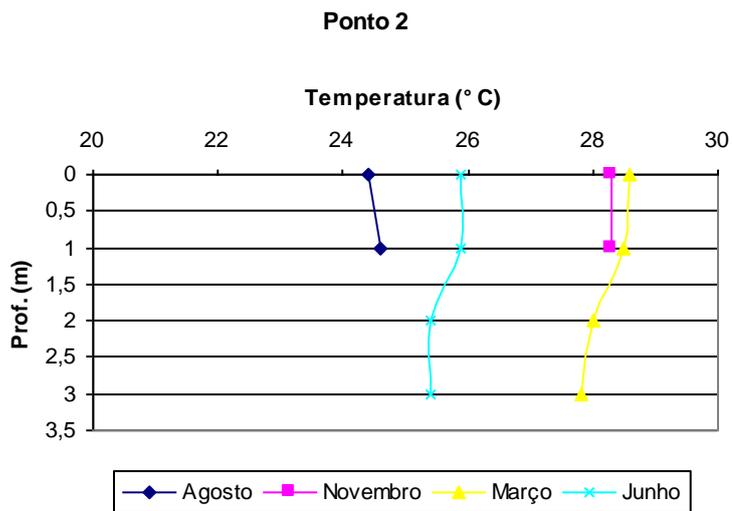
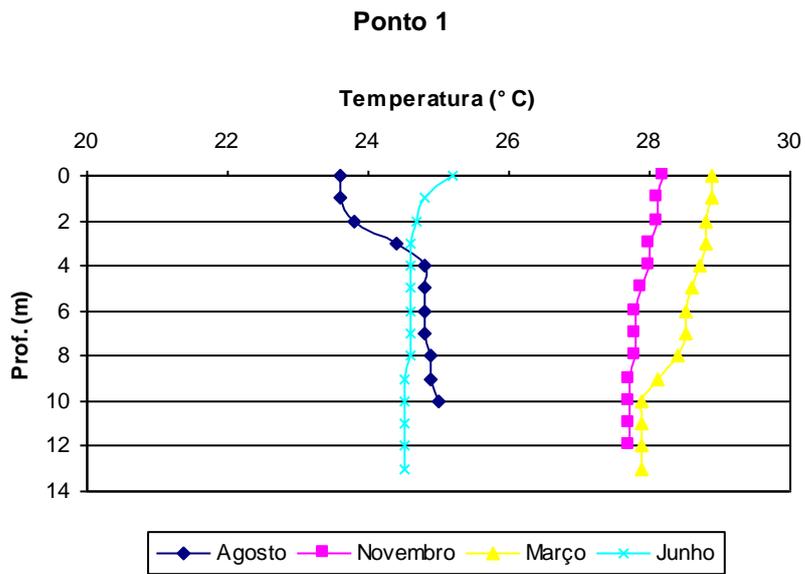


Figura 8: Variação dos valores da temperatura da água (° C), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.2.3- Oxigênio Dissolvido

As Figuras 9 e 10 apresentam a variação da concentração do oxigênio dissolvido (mg/L e % Sat.), nos dois pontos de amostragem durante o período de estudo.

Os maiores valores foram registrados na sub-superfície. Os valores máximos foram observados nas amostragens de novembro de 2003 e junho de 2004, sendo de 8,8 mg/L no ponto 1 e 9,6 mg/L no ponto 2, respectivamente. Já os valores mínimos foram registrados a 10 metros de profundidade no ponto 1 (4,9 mg/L) e a 3 metros no ponto 2 (5,1 mg/L), ambos na amostragem de março de 2004. A maior amplitude de variação entre superfície, meio e fundo também foi observada em março de 2004 em ambos os pontos de amostragem. Nas demais campanhas a lagoa sempre apresentou desestratificação química, denotando perfil ortogrado.

### 5.2.4- pH

A Figura 11 mostra a variação do pH nos dois pontos de amostragem ao longo do período estudado. Os maiores valores foram registrados no ponto 2, sendo 8,1 o valor máximo, registrado na superfície em 29/11/03, mostrando águas alcalinas nesta amostragem (valores variaram de 6,0 a 8,1). No ponto 1 os valores estiveram entre 6,0 e 6,8, com valor médio de 6,5 denotando águas levemente ácidas com tendência à neutralidade.

No período estudado não foram observadas grandes diferenças entre os valores de pH registrados entre superfície, meio e fundo em ambas as estações de amostragem, sendo exceção os valores encontrados no ponto 2 nas campanhas de agosto e novembro de 2003, onde foram registrados valores mais elevados.

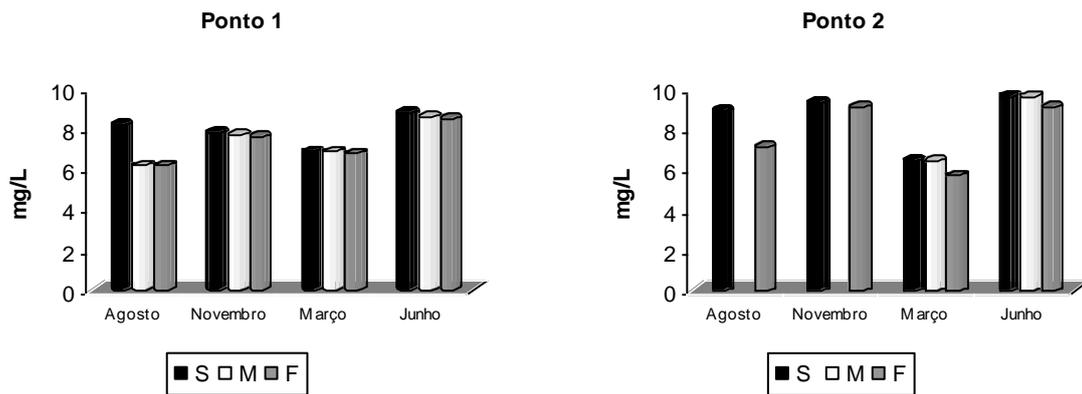


Figura 9: Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

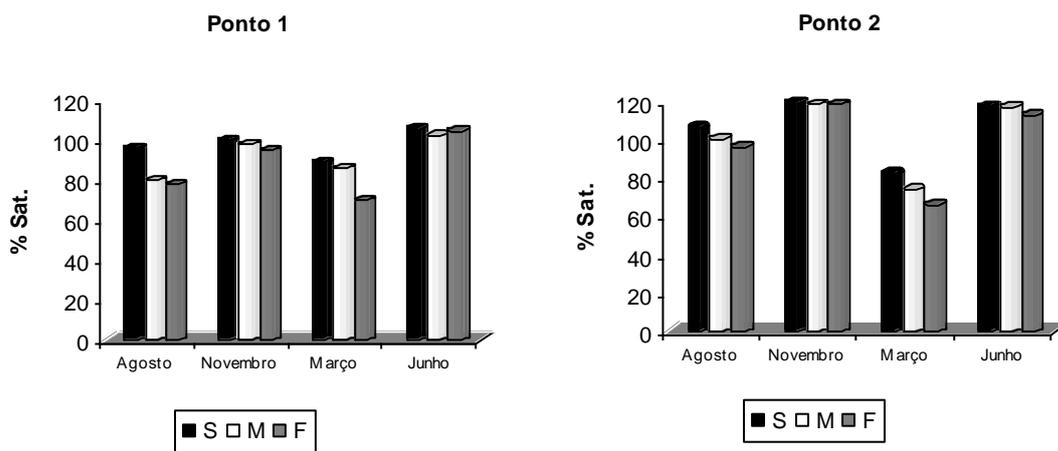


Figura 10: Variação das concentrações de oxigênio dissolvido (% Sat.), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

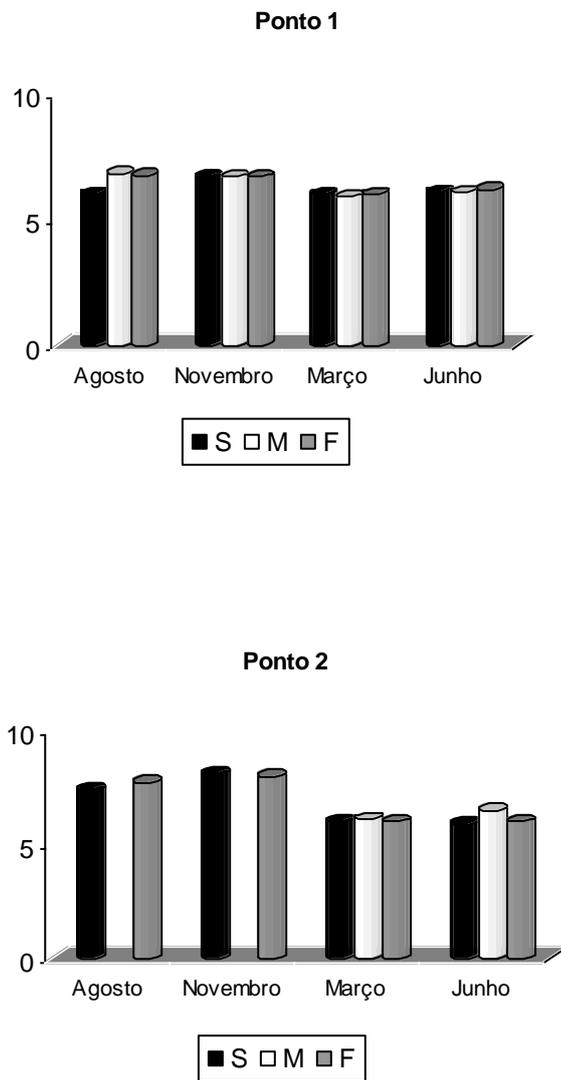


Figura 11: Variação dos valores de pH, nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.2.5- Condutividade elétrica da água

Na Figura 12 observa-se a variação da condutividade elétrica da água nos dois pontos de amostragem durante o período estudado. Esta variável não apresentou grandes diferenças ao longo do período de estudo, sendo os maiores valores registrados nas duas primeiras campanhas de amostragem. O valor mínimo encontrado para a condutividade elétrica da água foi de 79,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$  no ponto 2 (Meio) em junho de 2004 e o valor máximo registrado foi de 92,2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , no ponto 1 (meio) em agosto de 2003, sempre denotando baixos valores nos pontos avaliados.

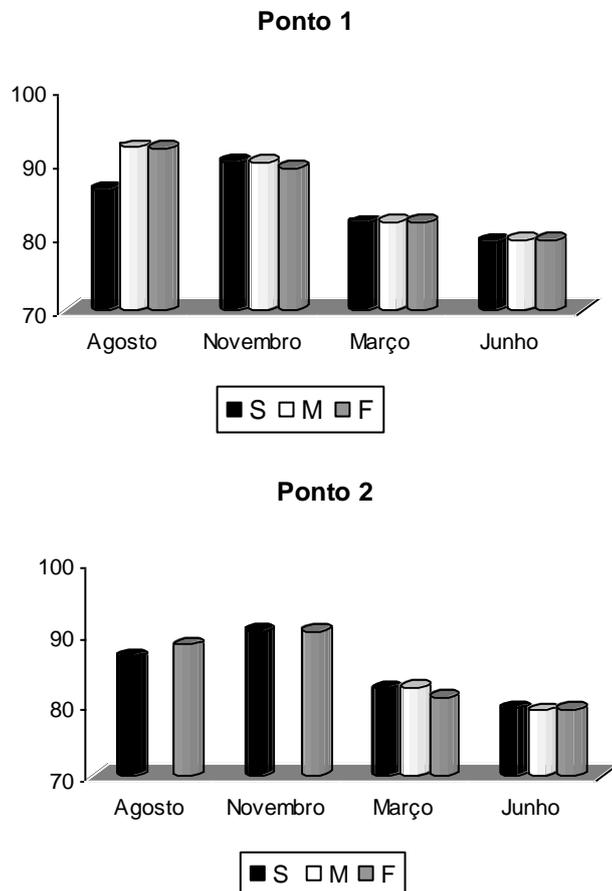


Figura 12: Variação dos valores da condutividade elétrica da água ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.2.6- Turbidez

A variação nos valores da turbidez pode ser verificada na Figura 13. Nas campanhas amostrais de agosto e novembro de 2003 os valores registrados foram baixos estando entre 1,84 (Ponto 1 – Fundo) e 11,3 UNT (Ponto 1 – Meio). Nas amostragens de março e junho de 2004 foi verificada elevação nos valores de turbidez. Em ambas campanhas (março e junho de 2004) os valores variaram de 11,4 (Ponto 2 – Superfície) a 21,1 UNT (Ponto 1 – Meio).

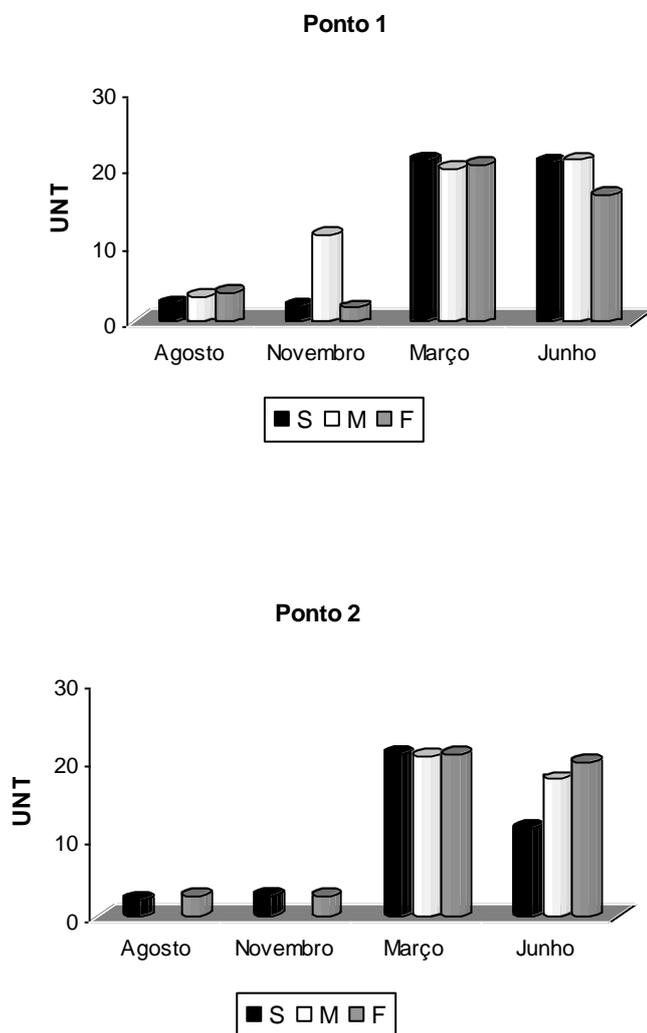


Figura 13: Variação dos valores da turbidez (UNT), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.2.7- Sólidos Totais em Suspensão (STS)

A representação gráfica dos valores de STS pode ser visualizada na Figura 14. Os valores de STS registrados durante o período estudado foram baixos nos dois pontos de amostragem. Os menores valores foram registrados na campanha de agosto de 2003, sendo o valor mínimo de 0,44 mg/L. Os maiores valores foram registrados em março e junho de 2004. Em ambas amostragens (março e junho de 2004) os valores estiveram entre 4 e 9,11 mg/L.

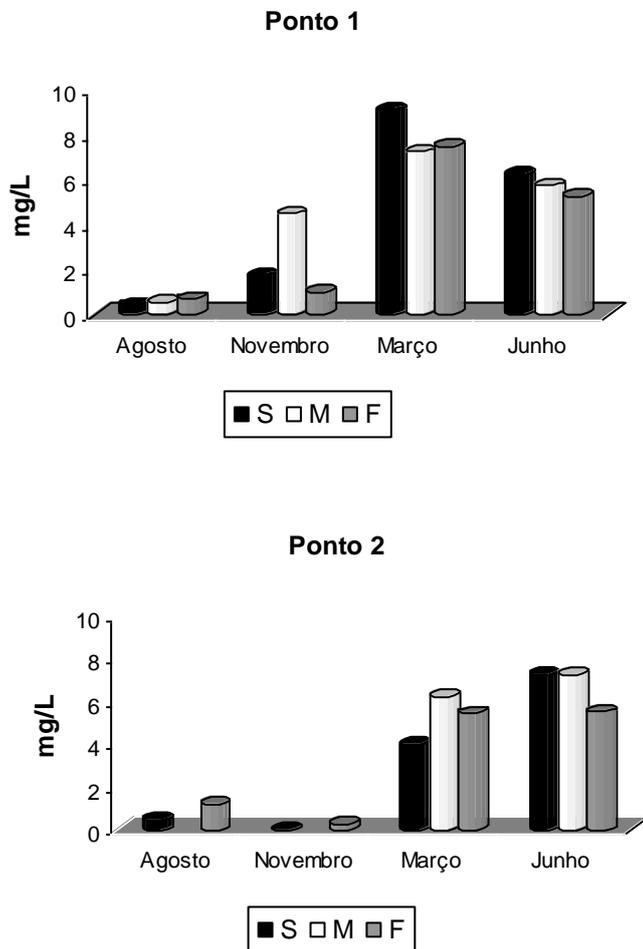


Figura 14: Variação dos valores dos STS (mg/L), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.2.8- Ortofosfato

Na Figura 15 pode-se observar a representação gráfica dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ) nos pontos 1 e 2 nas quatro amostragens realizadas. No ponto 1 os valores estiveram entre 1,5 e 105  $\mu\text{g/L}$  e no ponto 2 a variação foi de 1,2 a 119,8  $\mu\text{g/L}$ . Na amostragem de março de 2004, foram registrados valores abaixo do limite de detecção do método (0,02  $\mu\text{g/L}$ ) na amostra do ponto 1 fundo e do ponto 2 superfície, denotando valores muito baixos. Os maiores valores foram registrados na amostragem de novembro de 2003 em ambos os pontos de amostragem.

### 5.2.9- Nitrato

A Figura 16 mostra a variação dos valores de nitrato registrados nas duas estações de amostragem da lagoa Juparanã encontrados nas duas estações de amostragens durante o período estudado. Os menores valores foram encontrados em ambas estações de amostragem em novembro de 2004. Nas amostragens de agosto de 2003, março e junho de 2004 os valores apresentaram pequena diferença. No ponto 1 a variação foi de 23,6 a 222,6  $\mu\text{g/L}$  e no ponto 2 o valor mínimo foi de 16,7  $\mu\text{g/L}$  enquanto o valor máximo foi de 169,5  $\mu\text{g/L}$ .

### 5.2.10- Nitrogênio amoniacal

Na Figura 17 pode-se observar a variação dos valores do nitrogênio amoniacal nos pontos 1 e 2 nas amostragens de agosto, março e junho de 2004.

Na campanha amostral de agosto de 2003 o N-amoniacoal apresentou valores abaixo do limite de detecção (0,05  $\mu\text{g/L}$ ) do método nas amostras de superfície, meio e fundo do ponto 1 e na amostra do fundo no ponto 2. Na superfície deste ponto foi registrado 12,7  $\mu\text{g/L}$  deste nutriente, valor este, extremamente baixo. Na amostragem de novembro de 2004 todos os valores de N-amoniacoal estiveram abaixo do limite de detecção do método utilizado. Em março e junho de 2004 os valores de nitrogênio amoniacal ficaram entre 0,07 e 131,8  $\mu\text{g/L}$ .

### 5.2.11- Nitrito

Na Figura 18 é possível observar a variação dos valores de nitrito nas quatro campanhas amostrais

O nitrito apresentou valores abaixo do limite de detecção do método utilizado ( $0,01 \mu\text{g/L}$ ) nas amostras de superfície e fundo do ponto 1 e também nas duas amostras do ponto 2 em agosto de 2003. Apenas o meio (ponto 1) apresentou  $18,7 \mu\text{g/L}$  deste composto. Nas campanhas de novembro de 2003 e março e junho de 2004 os valores de nitrito também foram baixos. A variação foi de  $0,7$  a  $7,1 \mu\text{g/L}$ .

### 5.2.12- Nitrogênio Total

A Figura 19 mostra a variação dos valores de N-total no período estudado.

Na amostragem de agosto de 2003 as análises de N-total não foram realizadas por problemas na metodologia utilizada. Nas campanhas de novembro de 2003 e março e junho de 2004 os valores registrados ficaram entre  $515,5$  e  $753,0 \mu\text{g/L}$ .

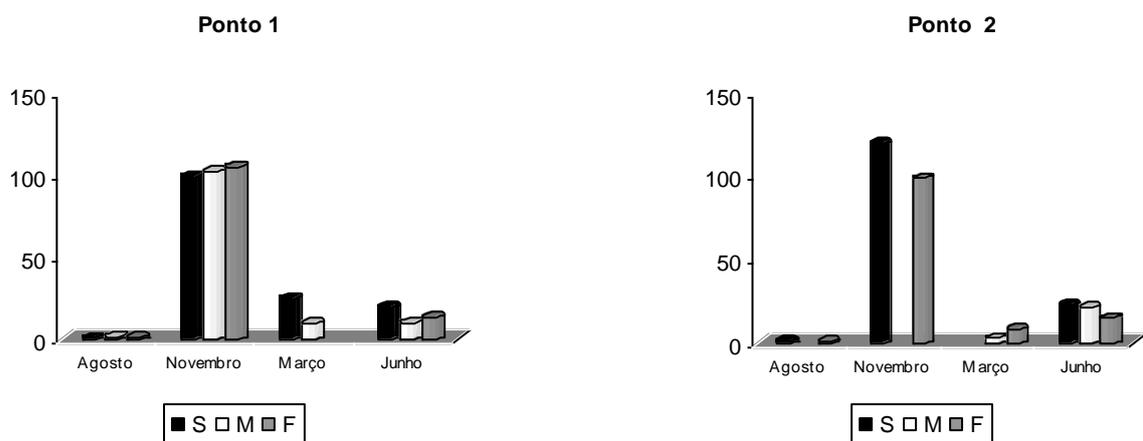


Figura 15: Variação dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

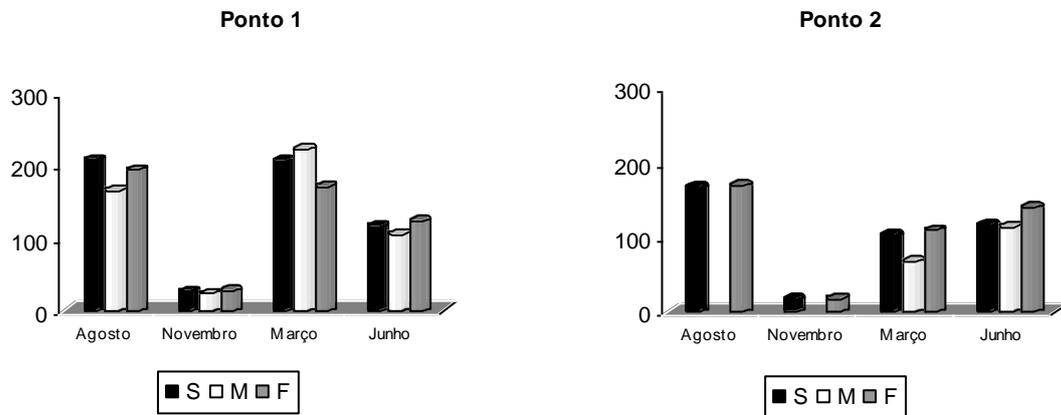


Figura 16: Variação dos valores do nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

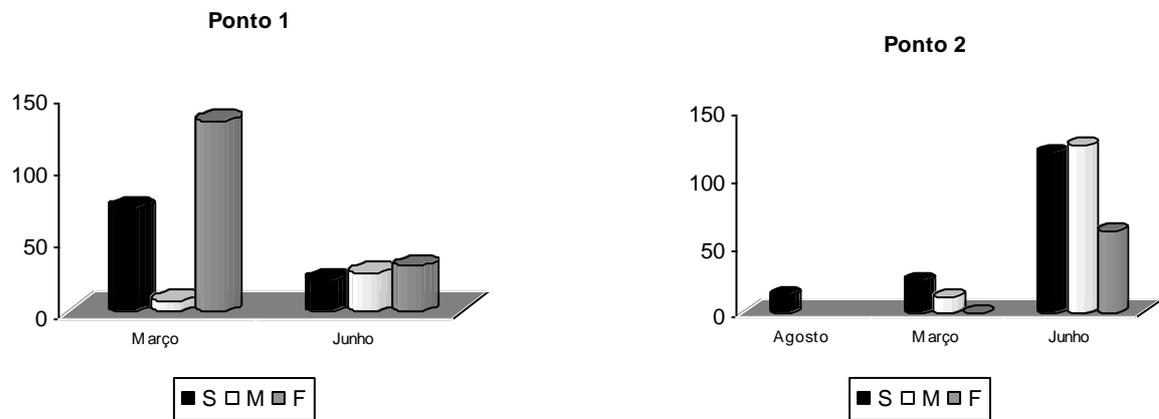


Figura 17: Variação dos valores de N-amoniacal ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

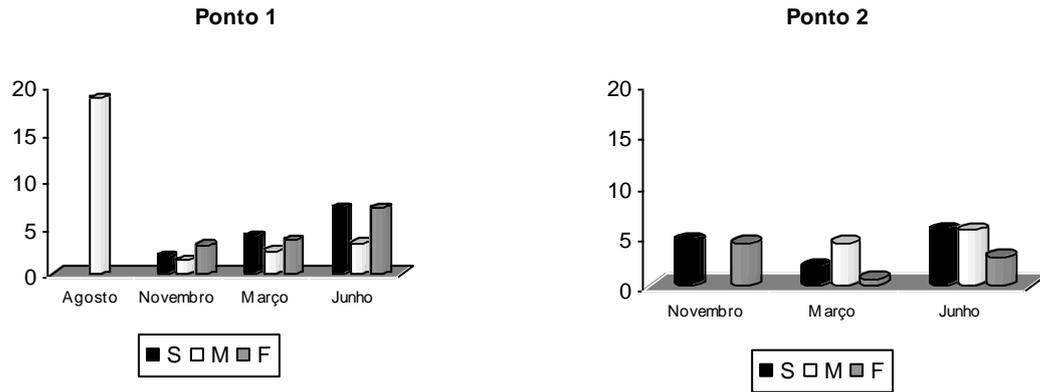


Figura 18: Variação dos valores de nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

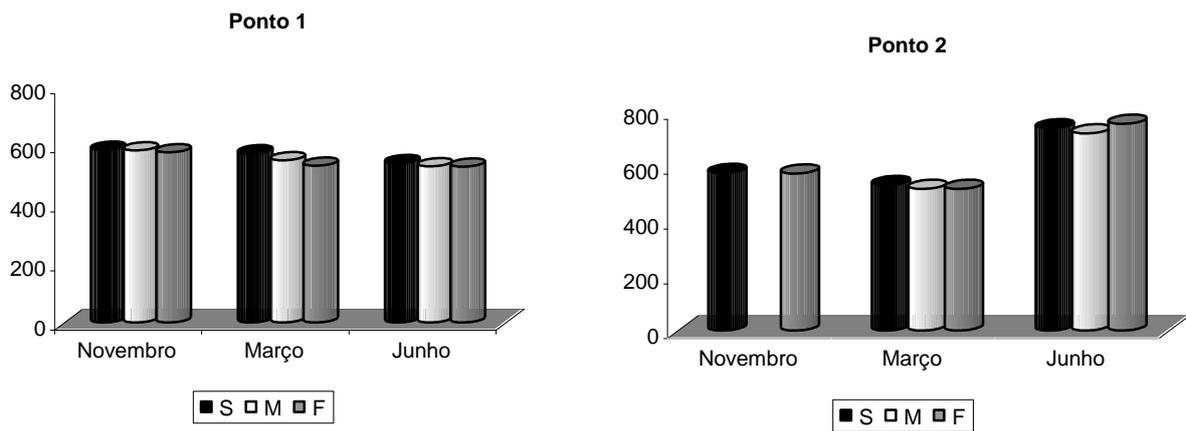


Figura 19: Variação dos valores de N-total ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### 5.3- Fitoplâncton

#### 5.3.1- Composição Qualitativa

Abaixo pode ser observada a lista de táxons registrados nas amostras coletadas durante o período estudado. Nesta relação estão incluídas não apenas as algas encontradas nas amostras qualitativas, mas também aquelas encontradas nas amostras quantitativas (ficoflórula total).

Algumas algas estão identificadas a nível de Espécie e outras estão identificadas a nível de Gênero. Foram identificados um total de 109 táxons, pertencentes a 9 Classes de algas, sendo 31 pertencentes à Classe Cyanophyceae que foi a Classe com o maior número de táxons, 26 Zygnemaphyceae, sendo a maioria das algas pertencentes à Família Desmidiaceae principalmente do Gênero *Staurastrum*, 24 Chlorophyceae, sendo 23 táxons pertencentes à Ordem Chlorococcales, 15 Bacillariophyceae, 4 Oedogoniophyceae, 2 Cryptophyceae, 3 Chrysophyceae, 2 Dinophyceae e 2 Euglenophyceae.

Lista dos táxons de algas fitoplanctônicas identificadas nos dois pontos de amostragem durante o período estudado.

#### CYANOPHYCEAE

*Anabaena ambigua* Rao \*

*Anabaena solitaria* Klebahn \*

*Aphanocapsa incerta* (Lemmermann) Cronberg et. Komárek \*

*Aphanocapsa parietina* Nägeli \*

*Calotrix braunii* Born. & Flah \*

Chroocaccales 1

Chroococcales 2

*Chroococcus limneticus* Lemmermann \*

*Chroococcus minutus* (Kützing) Nägeli \*

*Cilindrospermopsis* sp. \*

*Geitlerinema amphibium* (Gomont) Anagnostidis \*

*Gloeocapsa aeruginosa* Kützing \*

*Limnothrix / Planktothrix* sp. \*  
*Lyngbya* cf. *brasiliensis* Senna & Ferreira \*  
*Lyngbya birgei* Smith, G. M. Bull \*  
*Leptolyngbya perelegans* Anagnostidis et. Komárek  
*Merismopedia tenuissima* Lemmermann  
*Microcystis aeruginosa* Komárek et. Anagnostidis \*  
*Microcystis smithii* Komárek et Anagnostidis \*  
*Microcystis* sp. \*  
 Nostocales 1  
*Oscillatoria leonardii* Compère \*  
*Oscillatoria limosa* Gom. \*  
*Oscillatoria pseudogeminata* G. Schmid \*  
*Oscillatoria saneta* Gom. \*  
*Pseudonabaena* sp. \*  
*Raphidiopsis mediterranea* Skuja  
*Rhabdogloea linearis* (Geitler) Komárek  
*Synechococcus* sp.  
*Synechocystis aquatilis* f. *salina* (Wislouch) Komárek  
*Synechocystis* sp.

\* Gêneros e espécies já citados em literatura como potencialmente tóxicos.

#### ZYGNEMAPHYCEAE

*Cosmarium contractum* Kirch.  
*Cosmarium margaritatum* (Lund.) Roy & Biss  
*Cosmarium binum* Nordst.  
*Cosmarium* sp.  
*Desmidium baileyi* (Ralfs) Nordst.  
*Desmidium swartzii* Ag.  
*Gonatozygon* sp.  
*Mougeotia* sp.  
*Spirogyra* sp.<sub>1</sub>  
*Spirogyra* sp.<sub>2</sub>

*Staurastrum tetracerum* (Kütz.) Ralfs  
*Staurastrum micron* West. & West.  
*Staurastrum brasiliensis* Nordst.  
*Staurastrum margaritaceum* (Ehrenberg) Ralfs.  
*Staurastrum trifidum* Nordst.  
*Staurastrum laeve* Ralfs.  
*Staurastrum leptocladum* Nordst  
*Staurastrum pentacerum* Thom.  
*Staurastrum* cf. *brachioprominens* Borges  
*Staurastrum subamericanum* Grönb.  
*Staurastrum rotula* Nordst.  
*Staurastrum* sp.  
*Stauroidesmus subpygmaeum* West & West.  
*Stauroidesmus convergens* Nordst.  
*Stauroidesmus cuspidatus* (Bréb.) Teil. var. *curvatus* (W. West.)  
*Zygnema* sp.

#### CHLOROPHYCEAE

*Ankistrodesmus gracilis* (Reinsch) Korsikov  
 Chlorophyceae 1  
 Chlorococcales 1  
*Chlorella* cf. *vulgaris* Beijerinck  
*Chlorella* sp.  
*Closteriopsis* sp.  
*Coelastrum microporum* Nägeli  
*Coelastrum reticulatum* (Dangeard.) Senn.  
*Dictyochlorella globosa* (Kors.) Silva  
*Dictyosphaerium pulchellum* Wood.  
*Eutetramorus* / *Radiococcus* sp.  
*Golenkinia paucispina* West. & West.  
*Golenkinia radiata* (Chod.) Wille  
*Micractinium* cf. *pusillum* Fresenius  
*Monoraphidium* sp. 1  
*Monoraphidium* sp. 2

*Oocystis* cf. *lacustris* R. Chodat

*Oocystis* sp.

*Pediastrum simplex* Meyen

*Pediastrum duplex* Meyen

*Quadrigula closterioides* (Bohl.) Printz.

*Quadrigula pfitzeri* Schröd.

*Scenedesmus quadricauda* (Turpin) Brébisson R. Chodat

*Tetrastrum* sp.

#### BACILLARIOPHYCEAE

*Asterionella formosa* Hasall

*Aulacoseira* cf. *granulata* Ehrenberg

*Eunotia monodon* Ehrbg.

*Eunotia* sp. 1

*Eunotia* sp. 2

*Eunotia* sp. 3

*Fragillaria constricta* Ehrenberg

*Frustulia rhomboides* (Ehrenberg) De Toni

*Melosira ambigua* (Guinow) Otto Müller

*Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg

*Nitzschia* sp.

*Pleurosigma* / *Gyrosigma* sp.

*Rhizosolenia eriensis* H. L. Smith

*Rhizosolenia* sp.

*Tabellaria* sp.

#### OEDOGONIOPHYCEAE

*Oedogonium* sp. 1

*Oedogonium* sp. 2

*Oedogonium* sp. 3

*Oedogonium* sp. 4

## CRYPTOPHYCEAE

*Cryptomonas* sp.

*Gloeomonas* sp.

## CHRYSOPHYCEAE

*Dinobryon sertularia* Ehrenberg

*Dinobryon* sp.

*Mallomonas* sp.

## DINOPHYCEAE

Dinophyceae 1

Dinophyceae 2

## EUGLENOPHYCEAE

*Euglena* sp.

*Trachelomonas* sp.

### 5.3.2- Coeficiente de Nygaard

Os coeficientes de Nygaard (Nygaard, 1949) foram calculados a partir da composição de algas da comunidade visando uma estimativa do estado trófico do ambiente. Foram calculados os coeficientes Simples e Múltiplo ou Composto. Para o coeficiente Simples o valor encontrado foi igual a 1,04, que classifica o ambiente como mesotrófico a eutrófico. Para o coeficiente Composto o valor foi igual a 2,63 que classifica a lagoa Juparanã como um ambiente eutrófico.

### 5.3.3- Análise quantitativa

A Figura 20 apresenta os resultados da densidade fitoplanctônica expressos em indivíduos/mL e as Figuras 21 a 24 apresentam o percentual de contribuição de cada Classe de organismos nos dois pontos amostrais nas quatro campanhas realizadas. No ponto 1 os valores estiveram entre 102 e 1683 ind./mL e no ponto 2 entre 205 e 1887 ind./mL. Em ambos os pontos de amostragem as maiores densidades foram registradas em março e junho de 2004.

As Classes mais representativas quanto à densidade foram Cyanophyceae, seguida de Chlorophyceae e Cryptophyceae. Na Classe Cyanophyceae foram numericamente significativas as espécies *Synechocystis* sp. e *Raphidiopsis mediterranea*. As Chlorophyceae numericamente representativas foram todas da Ordem Chlorococcales. As Cryptophyceae com relevada importância numérica foram representadas por *Cryptomonas* sp.. Não foram verificadas significativas variações espaciais e temporais na densidade fitoplanctônica.

#### 5.3.3.1- Espécies Abundantes

A avaliação das espécies abundantes foi feita considerando-se a densidade dos diferentes táxons. Foram abundantes espécies das classes Cyanophyceae, Chlorophyceae, Cryptophyceae e Bacillariophyceae, sendo que, destas duas últimas classes, apenas uma única espécie foi abundante. Na Tabela 8 (Anexo) pode-se observar as espécies abundantes nas diferentes amostras durante o período de estudo. Apesar destas espécies serem consideradas abundantes, a densidade numérica de cada uma delas foi muito baixa, assim como a densidade total do fitoplâncton na lagoa. *Synechocystis* sp. foi abundante em 54,5% das amostras e sua densidade variou entre 60 e 1122 Ind./ml.

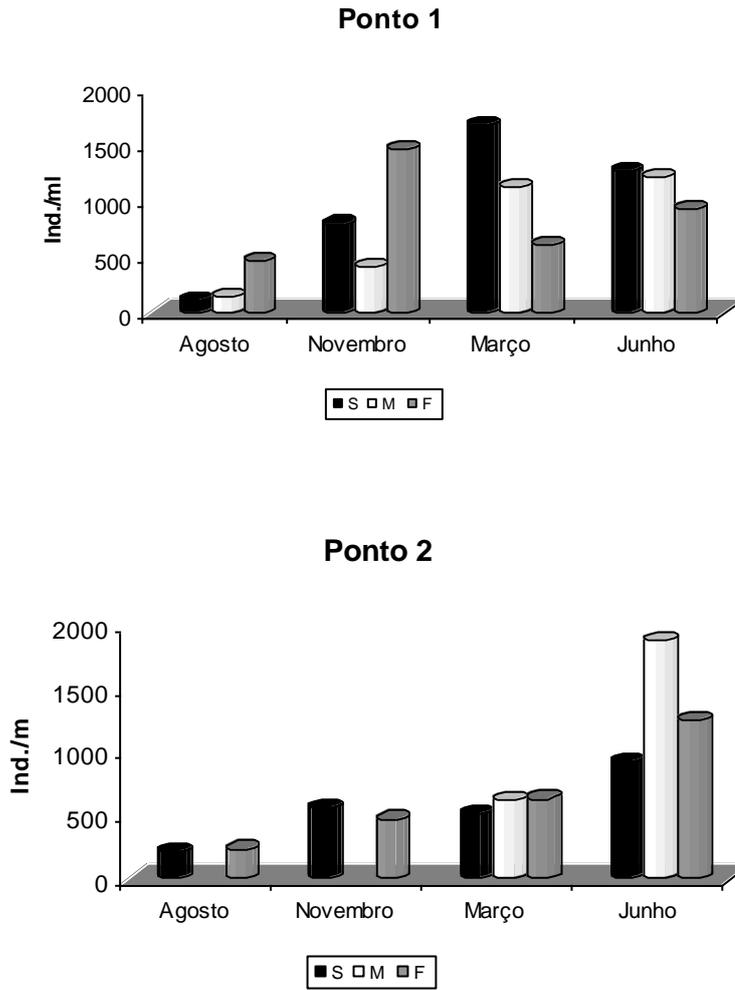


Figura 20: Variação dos valores da densidade fitoplanctônica (Ind./mL), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

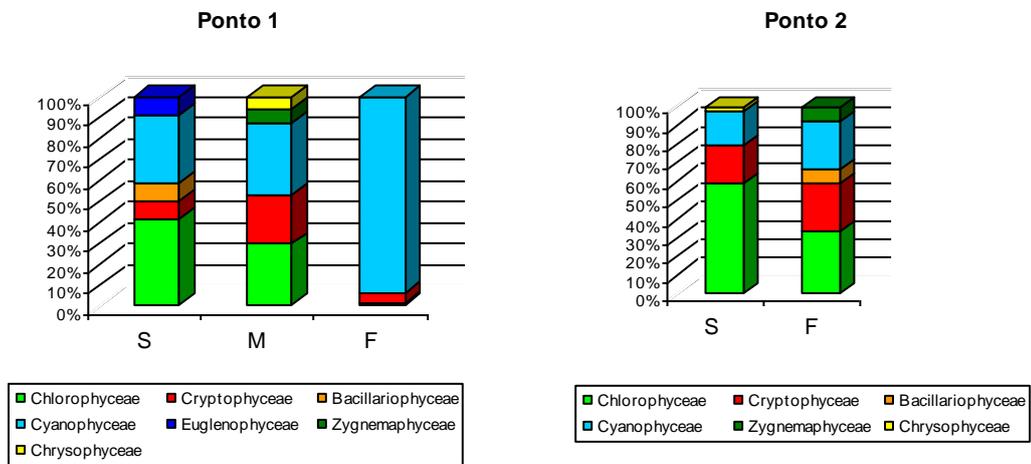


Figura 21: Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de agosto de 2003.

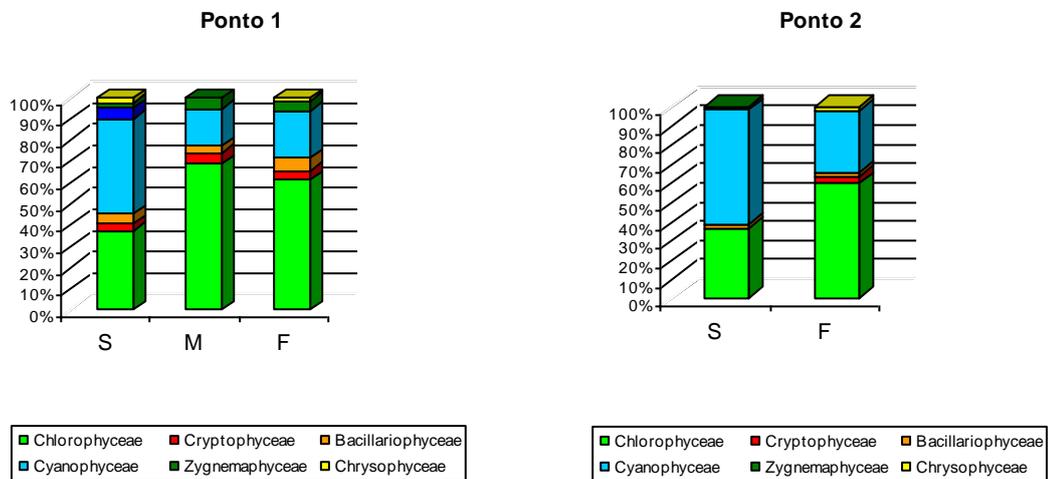


Figura 22: Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de novembro de 2003.

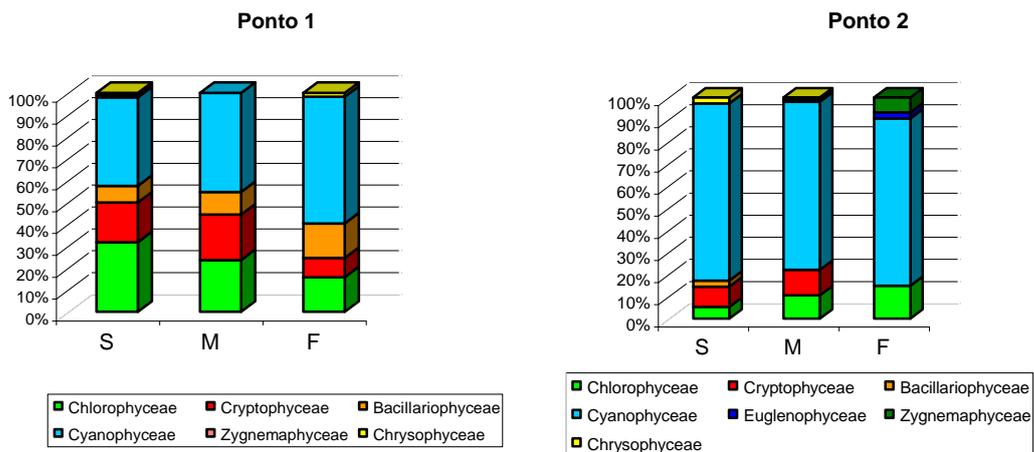


Figura 23: Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de março de 2004.

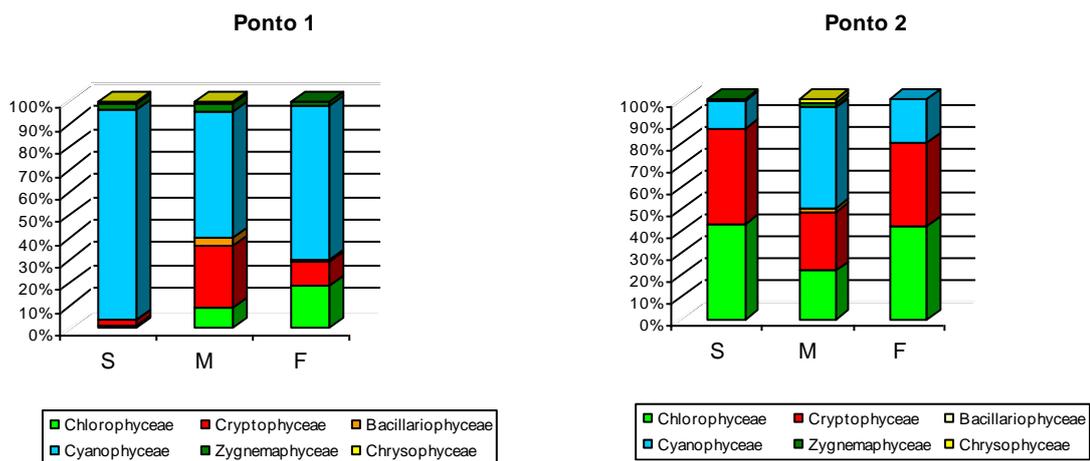


Figura 24: Contribuição percentual das classes de organismos fitoplanctônicos (número de indivíduos em relação ao total) nos pontos 1 e 2 na amostragem de junho de 2004.

### 5.3.3.2- Espécies Dominantes

*Synechocystis* sp. foi a única espécie dominante em todo o estudo. A dominância de *Synechocystis* sp. foi verificada em 22,7 % das amostras, sendo registrada nos pontos 1 e 2 nas três profundidades.

#### 5.3.3.3- Freqüência de ocorrência

Dos 109 táxons registrados na lagoa Juparanã apenas 34 foram encontrados nas amostras quantitativas. Destes, 7 foram constantes, 13 foram comuns e 14 foram raros. A Tabela 9 (Anexo) demonstra os táxons constantes, comuns e raros nas amostragens realizadas.

#### 5.3.3.4- Riqueza de táxons

A Figura 25 mostra a variação da riqueza de táxons na comunidade fitoplanctônica nos dois pontos de amostragem durante o período estudado. Os valores para a riqueza ficaram entre 5 e 16 táxons. Os menores valores foram registrados na amostragem de agosto de 2003 (em ambos os pontos) e os maiores foram encontrados na campanha amostral de novembro de 2003 (ponto 1) e junho de 2004 (ponto 2).

#### 5.3.3.5- Diversidade de espécies e Equitabilidade

Nas Figuras 26 e 27 pode ser observada a variação dos valores da diversidade específica e da equitabilidade do fitoplâncton nos dois pontos de amostragem durante o período de estudo.

Os valores estiveram entre 0,79 e 2,96 bits / Ind. O menor valor foi registrado na superfície do ponto 1 na amostragem de 05/06/04. Nesta amostra foram encontrados apenas 7 táxons e a espécie *Synechocystis* sp. foi dominante com uma densidade de 1122 Ind./ml. O valor máximo foi registrado também na superfície do ponto 1 na amostragem de março de 2004. Foram registrados nesta amostra 13 táxons e nenhuma espécie dominante. As espécies *Raphidiopsis mediterranea*, *Synechocystis* sp., *Eutetramorus/Radiococcus* sp. e *Cryptomonas* sp. foram abundantes nesta amostra.

Os valores de equitabilidade registrados neste estudo foram baixos variando de 0,28 a 1. Não houve variação significativa entre as amostragens realizadas ou entre os pontos de coleta.

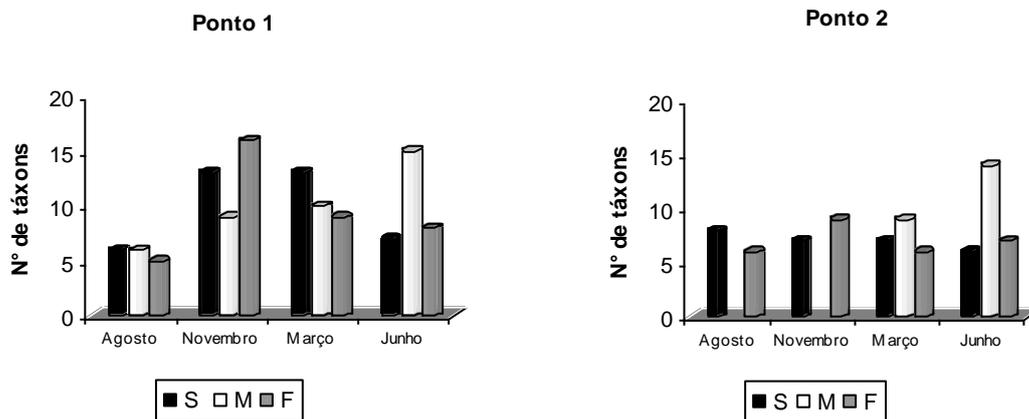


Figura 25: Variação dos valores da riqueza específica (número de táxons), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

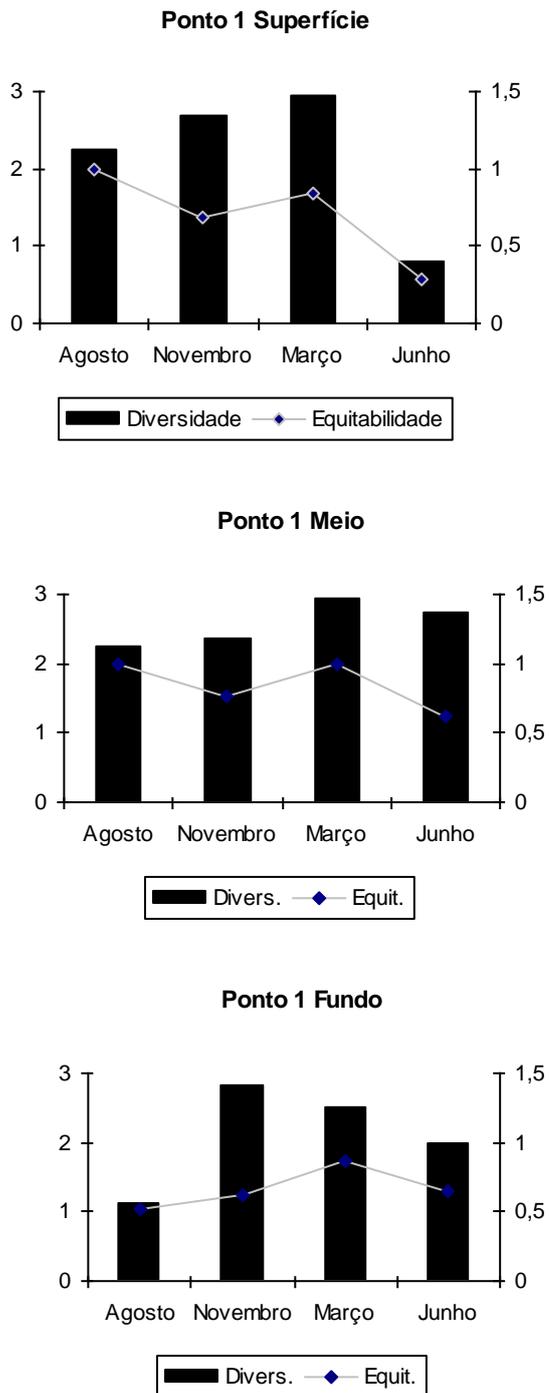


Figura 26: Variação da Diversidade específica (bits/ind.) e Equitabilidade, no ponto 1 durante o período de estudo.

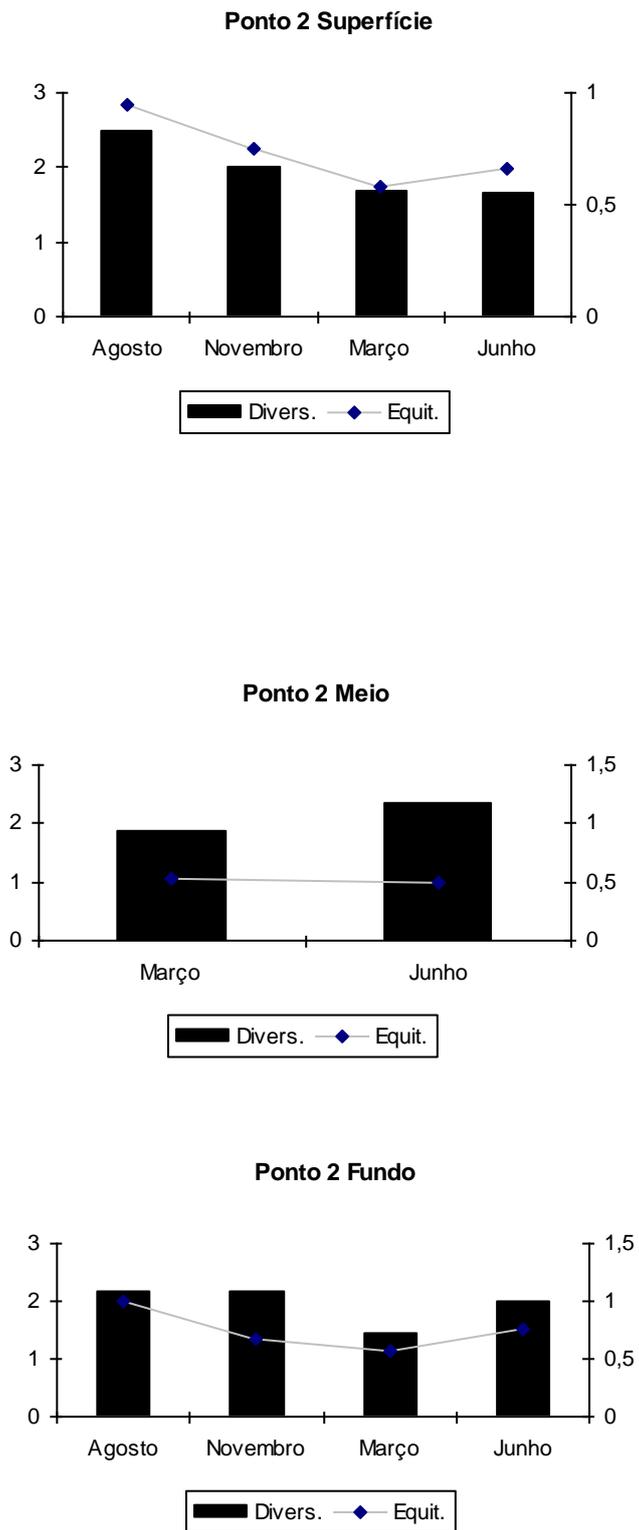


Figura 27: Variação da Diversidade específica (bits/ind.) e Equitabilidade, no ponto 2 durante o período de estudo.

#### 5.4- Clorofila a e feofitina

A Figura 28 mostra a representação gráfica dos valores da clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) e a Figura 29 mostra os valores da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ) nas amostragens realizadas durante o período de estudo. Os valores obtidos para clorofila a encontrados neste estudo foram baixos estando entre 0 e 5,3  $\mu\text{g/l}$ . Os maiores valores foram registrados na campanha amostral de março de 2004. Os valores de feofitina estiveram entre 0 e 6,6  $\mu\text{g/L}$ , com os maiores valores registrados na campanha amostral de junho de 2004.

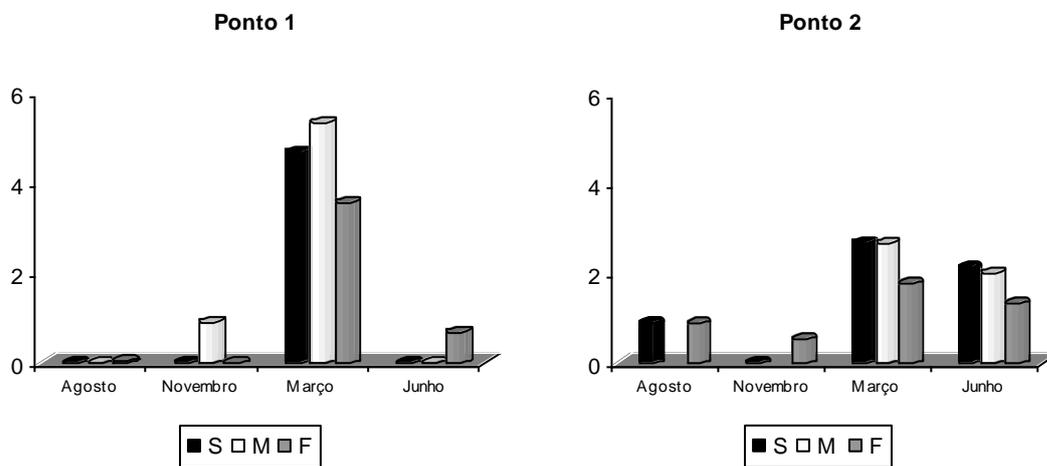


Figura 28: Variação dos valores da clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

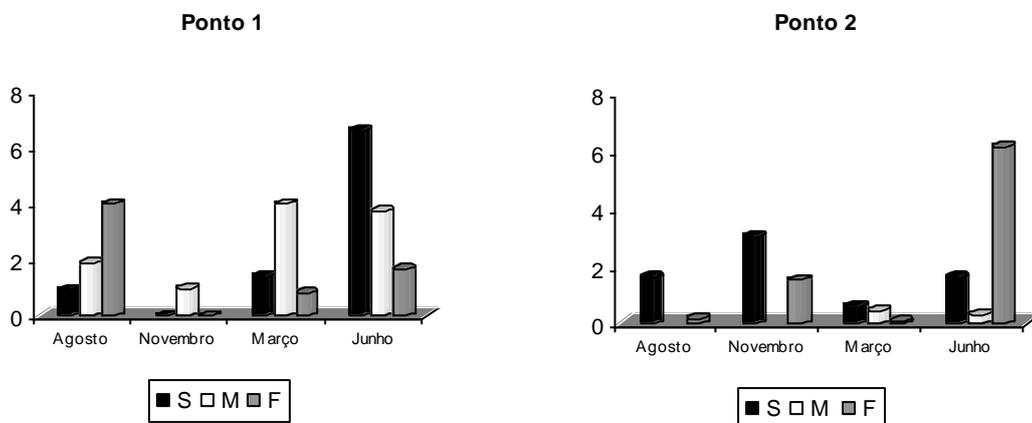


Figura 29: Variação dos valores da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ), nas duas estações de amostragem durante o período de estudo.

### **5.5- Análise estatística descritiva e análise fatorial em componentes principais**

As tabelas 12 a 29 (Anexo) apresentam os resultados da análise estatística descritiva realizada para os parâmetros ambientais, assim como para a densidade fitoplanctônica, riqueza e diversidade específica, equitabilidade, clorofila *a* e feofitina.

As Figuras 30 e 31 apresentam os resultados da análise fatorial em componentes principais aplicada sobre as variações, ao longo do período de estudo, da densidade numérica das 7 classes de algas encontradas nas amostras quantitativas, das concentrações de clorofila *a* e feofitina, da diversidade específica e equitabilidade do fitoplâncton, bem como das diversas variáveis abióticas, tais como: pluviosidade, transparência da água, temperatura do ar, temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica da água, turbidez, sólidos totais em suspensão (STS), fosfato total dissolvido, nitrato, fósforo total, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrogênio total.

A análise destacou três componentes principais, que juntos são responsáveis por 50,2% das variações do sistema. O primeiro componente explica 21,6% das variações e se relaciona com a densidade total do fitoplâncton e fatores abióticos como turbidez, STS, pH, condutividade elétrica da água e transparência da água. O segundo componente explica 15,6% das variações e se associa às variações da pluviosidade, temperatura da água e oxigênio dissolvido. O terceiro componente explica 12,9% das variações e se associa ao nitrato e à equitabilidade específica do fitoplâncton.

## 6- DISCUSSÃO

### 6.1- Caracterização físico-química da coluna d'água

As lagoas costeiras são, geralmente, ambientes rasos que têm sua dinâmica intimamente ligada aos fatores climáticos. A temperatura atmosférica, que exerce influência no processo de estratificação térmica, os ventos e a precipitação, são fatores decisivos para o estabelecimento do padrão de funcionamento destes ecossistemas (Branco, 1991).

O vento e a precipitação são de fundamental importância para as lagoas costeiras, pois além de promoverem a homogeneização da massa d'água, minimizando os efeitos da temperatura elevada, são também responsáveis pela elevada turbulência destes ambientes, resultando na constante ressuspensão do sedimento, com freqüente liberação de nutrientes para a coluna d'água (Bozelli *et al.*, 1992).

A série de dados climáticos da lagoa Juparanã revela pouca variabilidade na temperatura atmosférica entre os meses estudados. A relativa homogeneidade da coluna d'água foi favorecida pela presença predominante de ventos do quadrante NE que atingem a lagoa na maior parte do ano, proporcionando a circulação da massa d'água. A marcante precipitação durante o período de estudo influenciou na caracterização do padrão de funcionamento da lagoa ao longo do regime de chuvas.

A estrutura térmica da lagoa Juparanã mostra a existência de uma estratificação discreta nos meses quentes e chuvosos e isoterminia nos meses mais frios e secos. Huszar *et al.* (1994) em estudo sobre a variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã observaram um perfil levemente estratificado durante o período iluminado e homogêneo durante a noite. Assim como o resultado encontrado por estes autores, durante a maior parte do presente estudo, a lagoa Juparanã apresentou perfil térmico desestratificado (Figura 8, página 25).

Em geral, os lagos tropicais recebem grande quantidade de radiação solar que tem efeito de aquecimento principalmente nas camadas superiores. Embora as amplitudes térmicas dos lagos tropicais sejam muito menos pronunciadas do que em lagos temperados, as mudanças de temperatura geralmente estão relacionadas às mudanças térmicas nas camadas superiores, com aquecimento no verão e

resfriamento no inverno (Payne, 1986). Esta situação tem se mostrado bastante comum em alguns ambientes brasileiros, onde se observa processos rígidos de estratificação nos meses quentes e desestratificação nos meses frios (Giani & Leonardo, 1988; Dabés *et al.*, 1990; Rolla *et al.*, 1990; Dias Jr., 1990; Dias Jr., 1998; Lucas, 2002). Por outro lado também se observa que em ambientes rasos é freqüente a mistura completa de toda coluna d'água, provocada pelos ventos, causando isoterma durante praticamente todo o ano (Watanabe, 1981; Dantas, 1996; Fernandes, 1997; Martins, 2002; Nascimento, 2002; Liston, 2004) ou pelo menos uma pequena estratificação térmica (Franco, 1982 *apud* Dias Jr., 1998; Araújo *et al.*, 2000).

Huszar *et al.* (1994) verificaram a formação de uma termoclina superficial nas primeiras horas de luminosidade na lagoa Juparanã com mudanças no padrão de estratificação ao longo do dia e completa homogeneização da coluna d'água no início da noite, sendo que o gradiente de temperatura entre os limites inferior e superior da termoclina foi em média 0,6 °C.

A velocidade média do vento na lagoa Juparanã no período de estudo foi de 5,5 m/s e a direção predominante na região foi a NE – Nordeste, conforme estudo feito por Asmus *et al.* (1971). No presente estudo pode-se observar que as velocidades variaram desde situações de calmaria até 13,5 m/s (Tabela 2, Anexo). Os ventos têm uma função muito importante neste ecossistema, devido à sua ação de provocar ressuspensão dos sedimentos mais finos, aumentando a turbidez da água e causando desestabilizações constantes de temperatura e outros parâmetros. A ação do vento sobre a coluna d'água também pode provocar dispersão de material biótico e abiótico em suspensão por movimentos horizontais das massas de água (Odum, 1988, Margalef, 1983; Esteves, 1988). Assim, a ação do vento sobre as lagoas influenciam as características físico-químicas, os processos de ciclagem de nutrientes e a produtividade nestes ecossistemas, além de representar um importante fator controlador da dinâmica das comunidades planctônicas (Fernandes, 1997).

De acordo com Lewis (1986) ambientes aquáticos tropicais possuem maior suscetibilidade à ação dos ventos que os ambientes temperados, devido à maior uniformidade de temperatura, ao longo da coluna d'água naqueles ambientes, apresentando conseqüentemente maiores profundidades de mistura.

A transparência da água também tem sua importância reconhecida no estabelecimento da estrutura térmica de lagos e lagoas. A maior transparência da água normalmente leva o epilímnio até profundidades mais elevadas, reduzindo a estratificação térmica (Mazunder & Taylor, 1990).

Nos ambientes aquáticos em geral, a pluviosidade têm importância significativa pois altera a dinâmica destes ambientes, aumentando o nível da água e a diluição dos compostos dissolvidos, promove a ressuspensão do sedimento, o que diminui a transparência da coluna d'água, aumenta a turbidez e disponibiliza nutrientes (Schaefer, 1985). Durante o período de realização deste estudo houve um aumento considerável da precipitação entre os meses de dezembro de 2003 e abril de 2004, com o máximo de precipitação pluviométrica em abril (305,8 mm). Este fator influenciou o nível hidrométrico e a transparência da coluna d'água na lagoa Juparanã. No período de estudo foi registrado um aumento de 2 metros na profundidade do ponto 1 nos períodos de chuvas mais intensas e uma variação máxima de 2,1 metros no ponto 2 (Figura 7, página 24).

Com o aumento da pluviosidade houve diminuição da transparência da água. Segundo Esteves (1988) é bastante comum em sistemas aquáticos um aumento do escoamento superficial e da entrada de material alóctone para dentro do sistema durante os períodos de maior regime de chuvas, contribuindo para a redução da transparência da água. A entrada de material alóctone, causador da turbidez, durante a variação do regime de chuvas é um processo bastante comum para lagos e reservatórios tropicais ( Hino, 1979; Dias Jr., 1990; Huszar, 1994).

A alta intensidade de chuvas, ocorridas a partir de dezembro de 2003 foi suficiente para reduzir a transparência a um mínimo de 1,05 metros no ponto 1 e 0,7 metro no ponto 2. Na análise estatística em componentes principais a pluviosidade aparece como um dos fatores capazes de provocar mudanças nas características do ambiente estudado. Valores semelhantes de transparência da coluna d'água foram encontrados por Huszar *et al.* (1994) na lagoa Juparanã no mês de fevereiro durante avaliação nictemeral da comunidade fitoplanctônica.

A turbidez é a alteração da penetração da luz, provocada por substâncias em suspensão (Branco, 1991). Perez (1992) menciona que os ecossistemas aquáticos tropicais geralmente têm alta turbidez devido ao arraste de materiais propiciado pela alta lixiviação que ocorre nestas regiões. Na lagoa Juparanã os valores encontrados para turbidez foram baixos nas duas primeiras amostragens, aumentando de forma

significativa após o início do período de chuvas. Este aumento foi verificado até a última amostragem em junho de 2004. Os valores de turbidez foram evidenciados pelos teores de sólidos totais em suspensão que também aumentaram com a elevação da pluviosidade (Figuras 13 e 14, páginas 30 e 31).

Henry (1977) observou que a quantidade de material em suspensão varia sazonalmente sendo maior no período chuvoso e, que um aumento na concentração de material em suspensão, contribui para a diminuição da transparência da água, pois aumenta a absorção, reflexão e refração da luz.

A grande maioria dos corpos d'água continentais tem pH variando entre 6 e 8 (Esteves, 1988) e os critérios de proteção da vida aquática, fixam o pH entre 6 e 9, embora alguns organismos possam sobreviver a valores iguais ou menores que 5 (Branco, 1991). Neste estudo o ponto 1 apresentou pH levemente ácido tendendo à neutralidade (5,6 a 6,8 – Figura 11, página 28) e no ponto 2 os valores registrados foram quase sempre acima de 7 (6 a 8,1), sendo que o valor máximo foi de 8,1. Estes podem ser atribuídos a intensos processos fotossintéticos da comunidade fitoplanctônica, perifítica e de macrófitas aquáticas, sendo estas duas últimas comunidades muito abundantes, com macrófitas formando extensos bancos nesta estação de coleta e denso desenvolvimento do perifíton, embora também tenha sido verificada uma ligeira acidificação nas últimas amostragens.

No ponto 1, a constância dos valores de pH, evidencia a homogeneidade desta variável tanto em termos espaciais, quanto em termos temporais nesta estação de amostragem na lagoa Juparanã, enquanto no ponto 2 foram verificadas maiores diferenças. As lagoas de planície costeira na região norte do estado do Espírito Santo, estudadas por Bozelli *et al.*, (1992), apresentaram pH ligeiramente ácido, tendendo à neutralidade, como aqueles registrados no ponto 1. Valores semelhantes foram encontrados por vários pesquisadores em ambientes aquáticos do estado do Espírito Santo (Huszar *et al.*, 1990; Cavaca, 1994; Huszar *et al.*, 1994; Dias Jr., 1995)

A condutividade elétrica da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que dissociam-se em ânions e cátions, conferindo à água a capacidade de transmitir corrente elétrica. Na lagoa Juparanã, a condutividade elétrica da água variou pouco entre as amostragens e apresentou sempre valores relativamente baixos (Figura 12, página 29).

De acordo com Egborge (1979) mudanças significativas nos valores de condutividade, como uma indicadora de um número variável de íons presentes, não são esperadas para ambientes de água doce, a não ser que o ambiente receba considerável quantidade de efluentes domésticos. A condutividade elétrica da água é normalmente baixa em lagos com características oligotróficas, refletindo a pobreza de nutrientes (Dias Jr., 1998). Em geral ambientes que sofrem influências marinhas apresentam maiores valores de condutividade (Teubner, 1992; Dias Jr., 1993; Cavaca, 1994), o que não é o caso da lagoa Juparanã.

Os valores de condutividade encontrados na lagoa Juparanã se encontram entre os valores esperados para ambientes brasileiros entre 8 e 480  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Watanabe, 1981; Calijuri & Tundisi, 1990) e foram considerados baixos.

Em ambas amostragens os valores de salinidade foram iguais a zero, indicando que a lagoa apresenta água doce, sem influência marinha direta.

Dentre os gases dissolvidos na água o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos (Esteves, 1988). A concentração de oxigênio dissolvido em um determinado local varia em função de um somatório de fatores físico-químicos (temperatura, salinidade) e complexa interação dos processos biológicos (fotossíntese e respiração), além dos fatores meteorológicos e aqueles relacionados com a circulação da água (Brandini & Thamm, 1994; Tenenbaum, 1993). Estes dois últimos fatores podem alterar a dinâmica dos processos biológicos através da agitação da superfície da água por meio da ação dos ventos, liberação de oxigênio para a atmosfera nas águas supersaturadas e ascensão das águas profundas subsaturadas (Lucas, 2002).

Os valores obtidos para oxigênio dissolvido na lagoa Juparanã foram elevados (Média – 7,7 mg/L, Figuras 9 e 10, página 27), demonstrando que a lagoa, nos pontos estudados, é um ambiente de águas bastante oxigenadas. Os maiores valores de oxigênio dissolvido foram observados nas camadas superficiais, indicando possivelmente maior atividade dos produtores primários e maior difusão do oxigênio atmosférico. Valores um pouco menores foram verificados nas regiões mais profundas, sugerindo a atividade de decompositores no fundo da lagoa, embora neste estudo as diferenças obtidas das concentrações entre as profundidades tenham sido muito pequenas. Padrões semelhantes foram encontrados por vários autores em ambientes tropicais (Talling, 1957; Arcifa *et al.*, 1995; Huszar *et al.*, 1994)

Os perfis verticais de temperatura e oxigênio dissolvido realizados neste estudo, demonstraram valores bem parecidos destes dois parâmetros ao longo da coluna d'água, apresentando a lagoa um perfil ortogrado com movimentação e mistura das massas de água. Assim, a quantidade de oxigênio dissolvido na lagoa, pode ser considerada alta, na maior parte do período de estudo. Mesmo ocorrendo períodos de discreta redução do oxigênio nas camadas mais profundas da coluna d'água, nunca foram constatadas situações de anoxia.

Os maiores valores de oxigênio dissolvido foram registrados em períodos de maiores valores de transparência da água, levando a crer que a quantidade de oxigênio está relacionada com a atividade fotossintética. A discreta redução do oxigênio nas camadas mais profundas em março de 2004 pode ser creditada às atividades biológicas, como a redução da atividade fotossintética pelo fitoplâncton, aumento da respiração do zooplâncton e da decomposição microbiana do material alóctone trazido pelas chuvas. Padrões semelhantes foram registrados por Dantas (1996) na lagoa Feia (Guarapari/ES) e por Dias Jr. (1998) no reservatório Águas Claras (Aracruz/ES).

Os lagos oligotróficos, ao contrário do que ocorre com lagos eutróficos, não costumam mostrar depleções acentuadas de oxigênio, pois grande parte da mineralização é feita principalmente no epilímnio e estes não costumam apresentar uma zona completamente anaeróbia perto do fundo, como nos ambientes eutróficos (Goltermam *et al.*, 1978).

## 6.2- Nutrientes na coluna d'água

As concentrações de nutrientes em ambientes aquáticos geralmente estão relacionadas com o grau de poluição do ecossistema, onde baixos valores refletem condições oligotróficas e altos valores traduzem excesso de importação e coincidem com situações de eutrofização. (Carmouze, 1994). O ambiente estudado apresentou concentrações relativamente baixas de nutrientes, o que permite inferir que a lagoa é um ambiente com características de oligotrofia. No entanto, vale ressaltar que a avaliação do grau de trofia de um ecossistema não pode ser deduzida somente através da concentração de nutrientes, já que análises de elementos e atividades

biológicas também são indispensáveis em estudos desta natureza (Carmouze, 1994).

As concentrações de ortofosfato tem sido usadas como indicadoras de poluição em vários ambientes, principalmente em ecossistemas com características estuarinas (Ketchum, 1967 *apud* Lucas, 2002) Os valores de ortofosfato encontrados na área de estudo foram baixos, sendo que em 82 % das amostras os valores foram menores do que 25 µg/L (Figura 15, página 34). Huszar *et al.*, (1994) encontrou valores de ortofosfato sempre abaixo do limite de detecção do método (5 µg/L), na mesma área de estudo (lagoa Juparanã).

O fósforo é o principal fator limitante para os organismos aquáticos e através da sua concentração é possível regular o desenvolvimento de comunidades aquáticas, principalmente de produtores primários e, conseqüentemente de toda a cadeia trófica. Em geral, a produtividade de um ecossistema tem relação direta com sua concentração de fósforo, ou com o seu enriquecimento periódico de fosfato por importação ou despejo de efluentes (Margalef, 1989).

A concentração dos nutrientes mais importantes e limitantes (fósforo e nitrogênio) influem primordialmente sobre os produtores primários. A concentração destes nutrientes determinam a distribuição e a abundância de umas ou de outras espécies, porque certas espécies só prosperam em altas concentrações dos mesmos, como se pudessem regular a concentração destes elementos no interior das células: estes organismos absorvem rapidamente o fósforo do meio (Margalef, 1989). O Gênero *Asterionella*, por exemplo, assim como outras diatomáceas incapazes de se manter em águas com pouco fosfato, apresentam esse tipo de comportamento (Margalef, 1989). Muitas outras espécies, ao contrário, vivem crescendo lentamente, em águas com baixas concentrações de nutrientes, porque sua fisiologia é capaz de assegurar a retenção de uma quantidade suficiente destes elementos dentro das células. Espécies de *Ceratium* e dinoflagelados, assim como algumas diatomáceas, como as do Gênero *Rhizosolenia*, se encontram neste último caso (Margalef, 1989).

Dentre as formas de nitrogênio analisadas o nitrogênio amoniacal ocorreu em concentrações abaixo do limite de detecção do método (0,05 µg/L) em quatro amostras na campanha de agosto de 2003 e em todas as amostras da coleta de novembro de 2004 . A partir de março de 2004 foram verificadas concentrações deste nutriente em todas as amostras chegando ao máximo de 131,8 µg/L em

março de 2004 na amostra do ponto 1 fundo (Figura 17, página 35). Tundisi *et al.* (1987) *apud* Huszar *et al.*, (1994) encontraram altas concentrações de nitrogênio amoniacal apenas na parte inferior da coluna d'água em estudo abordando aspectos limnológicos de 15 lagos da região do Médio Rio Doce, enquanto Bozelli *et al.* (1992) encontraram valores inferiores a 25 µg/L em lagoas de planície na região do Baixo Rio Doce. Isto ocorre porque as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal, assim como de nitrito são mais comuns onde a decomposição da matéria orgânica é mais intensa, ou seja, nas regiões inferiores dos ecossistemas aquáticos (Esteves, 1988; Margalef, 1983).

De acordo com Margalef (1989) as algas assimilam nitrogênio amoniacal com uma velocidade maior do que elas assimilam nitrato, principalmente algumas diatomáceas. Este fato poderia explicar as baixas concentrações deste nutriente na lagoa Juparanã.

O nitrito ocorreu sempre em concentrações muito baixas na lagoa Juparanã (Figura 18, página 35). Este padrão é esperado, uma vez que o nitrito é um composto intermediário no processo biológico (Garcia de Emiliani, 1973; Silva *et al.*, 1988; Cunha, 2004). Além disso o nitrito normalmente não é abundante em águas naturais oxigenadas, podendo ser até tóxico se, por algum motivo, estiver presente em altas concentrações (Margalef, 1983; Esteves, 1988).

De acordo com os valores de nitrato observados na lagoa Juparanã, constata-se uma distribuição relativamente homogênea desta variável ao longo do período de estudo, sendo que, apenas na amostragem de novembro de 2003 foram registrados valores um pouco menores do que os padrões registrados neste trabalho (Figura 16, página 34). As concentrações de nitrato também podem ser consideradas muito baixas. Segundo a classificação de Vollenweider (1968) *apud* Esteves (1988) para lagos europeus as concentrações de nitrato entre 0,0 e 1,0 mg/L são registradas para lagos oligotróficos (Esteves, 1988).

Tanto o nitrato como o nitrito são formas resultantes da oxidação (nitrificação) do nitrogênio amoniacal. Este processo depende de condições ambientais propícias à reprodução e atividade bioquímicas das bactérias nitrificantes, que dizem respeito não só à temperatura e pH, mas também à presença de micronutrientes indispensáveis e à ausência de compostos orgânicos e tóxicos ou inibidores da sua atividade (Branco, 1986).

Segundo Margalef (1989) as proporções entre as diferentes formas de nitrogênio em ambientes aquáticos, representam o equilíbrio entre vários processos, inclusive processos biológicos. Se tudo ocorre normalmente, é natural encontrar maiores quantidades de nitrato, que é precisamente a forma mais oxidada.

O nitrogênio total apresentou homogeneidade na coluna d'água e todos os valores registrados estiveram acima de 500 µg/L (Figura 19, página 36). Huszar *et al.*, (1994) encontrou valores semelhantes de nitrogênio total na lagoa Juparanã, sendo esta forma de nitrogênio, a única que ocorreu acima do limite de detecção do método no trabalho supracitado.

Tundisi *et al.* (1987) *apud* Huszar *et al.*, (1994) encontraram baixas concentrações de fósforo total dissolvido, nitritos e nitratos em lagos da região do Médio Rio Doce. As águas epilimnéticas apresentam geralmente baixas concentrações de nitrogênio e fósforo, sendo que, concentrações um pouco mais elevadas são encontradas no fundo (Margalef, 1983). Este fato pode evidenciar fenômenos de decomposição no hipolímnio dos lagos (Huszar *et al.*, 1994). No entanto, tal fato não foi registrado na lagoa Juparanã nesta pesquisa.

A partir destes resultados é possível concluir que a região estudada da lagoa Juparanã tem em comum com os lagos do Médio Rio Doce, as baixas concentrações de nutrientes inorgânicos.

Huszar & Esteves, (1988) ao estudarem 14 lagoas do litoral do estado do Rio de Janeiro, apesar de encontrarem concentrações baixas das formas de nitrogênio e fósforo, registraram altos teores de clorofila *a*. Estes autores propõem que as altas temperaturas das regiões tropicais sejam responsáveis pela acelerada mineralização, que poderia ocorrer ainda na coluna d'água, sendo os nutrientes rapidamente absorvidos pelas algas. Também, segundo estes autores, ambientes rasos e sujeitos a intensa turbulência, causada pelo vento, teriam os nutrientes mineralizados no fundo dos lagos, ressuspensos rapidamente e tornados disponíveis na coluna d'água para o fitoplâncton.

Quando se avalia a produtividade aquática e eventualmente, as chances de eutrofização de um corpo d'água, deve-se lembrar que os íons nitrato e fosfato são normalmente nutrientes limitantes (Branco, 1991). Trabalhos realizados em ambientes hipereutróficos mostram valores de nitrato que ultrapassam 100 mg/L e nitrogênio amoniacal variando de 4,1 a 151,3 mg/L (Matsumura *et al.*, 1986). Em ambientes eutróficos os valores de nitrato podem oscilar entre 51,0 e 175,0 mg/L

enquanto os valores de nitrogênio amoniacal podem atingir até 1200 µg/L (Pinto-Coelho & Giani, 1985).

### **6.3- Comunidade Fitoplanctônica**

Nos últimos anos a degradação dos sistemas aquáticos vem ocorrendo de forma acelerada, em virtude do aumento da quantidade de despejos que chegam a estes ambientes. Isto contribui para fazer da determinação biológica da qualidade da água e do uso de bioindicadores uma medida cotidiana para avaliação de impactos ambientais e para o controle e manejo de ecossistemas. Dentro deste contexto, a análise da comunidade fitoplanctônica tem importante participação na aplicação do monitoramento biológico, definido como o uso sistemático de respostas biológicas para avaliar mudanças no meio ambiente. Isto porque o curto ciclo de vida das algas fitoplanctônicas permite respostas rápidas às variações ambientais (Branco, 1991).

Em águas interiores, podem ser encontrados representantes de praticamente todos os grupos de algas. A predominância de um ou outro grupo em determinado ecossistema é função, principalmente, das características predominantes no meio (Esteves, 1988).

Muitos são os fatores bióticos e abióticos que influem na distribuição horizontal, vertical e temporal do fitoplâncton em ecossistemas aquáticos continentais, sendo difícil sua interpretação conjunta. Também são de complexa análise os padrões dos processos fisiológicos da comunidade fitoplanctônica, os quais são causados tanto por fatores endógenos como exógenos à comunidade. Variações de luminosidade e outros parâmetros podem provocar respostas em termos de taxas fotossintéticas e respiratórias, absorção de nutrientes, liberação de enzimas e excretas bem como reprodução e outros processos fisiológicos (Tilzer, 1973).

Flutuações na concentração do fitoplâncton devem-se ao balanço entre perdas (herbivoria, sedimentação e correntes horizontais) e ganhos (reprodução e correntes horizontais) (Reynolds, 1984). Neste sentido o movimento ativo das espécies e de massas de água são primordiais para a compreensão desse processo (Garcia de Emiliani, 1976).

Turbulência da coluna de água, originada pela ação do vento, e movimentos horizontais e verticais de massas de água afetam a distribuição das espécies fitoplanctônicas, proporcionando a permanência destas em determinados estratos da coluna de água ou em sua totalidade (Ganf, 1974; Walsby & Reynolds, 1980).

Muitos estudos têm demonstrado a heterogeneidade espacial, temporal e sazonal do fitoplâncton em ambientes tropicais (Lewis, 1976; Hino, 1979; Sant'Anna & Martins, 1982; Talling, 1986; Branco & Senna, 1996). Estes estudos revelam que alguns processos básicos podem controlar as comunidades fitoplanctônicas nestas regiões, sendo estes, principalmente, as concentrações de nutrientes, a pluviosidade e outras condições da coluna d'água. Em regiões temperadas muitos autores têm demonstrado que a estrutura trófica também influencia as espécies de algas em lagos (Brook, 1965; Moss, 1973; Tilman *et al.*, 1982; Smith, 1983).

Dos táxons de algas identificados na lagoa Juparanã durante o período de estudo 31 foram da Classe Cyanophyceae, 26 pertencem à Classe Zygnemaphyceae e 24 à Classe Chlorophyceae, restando apenas 28 táxons para as outras 6 Classes de algas registradas neste estudo. Com relação às Classes Zygnemaphyceae e Chlorophyceae, foi verificada uma distribuição que é normalmente esperada tanto para lagos e reservatórios temperados como em ambientes tropicais: um número maior de táxons destes grupos em relação a outros grupos de algas (Huszar, 1994). De acordo com esta autora a Divisão Chlorophyta, nestes ambientes, geralmente contribui com a maioria das espécies.

Com relação ao número de táxons identificados na lagoa Juparanã pode-se afirmar que é semelhante aos registrados em outros ambientes brasileiros, embora seja complicado atingir uma comparação satisfatória em função das diferenças na frequência e na metodologia de amostragem (Dias Jr., 1998). Além disso, em muitos trabalhos realizados em ambientes de água doce (Hino, 1979; Huszar & Esteves, 1988; Dias Jr., 1990; Huszar *et al.*, 1990; Huszar *et al.*, 1994) as proporções entre os números de táxons identificados em cada ecossistema apresentam semelhanças com os resultados observados na lagoa Juparanã, sendo o maior número pertencendo às Classes Chlorophyceae e Zygnemaphyceae. É importante enfatizar que, na lagoa Juparanã, a maioria das espécies da Classe Zygnemaphyceae foram encontradas nas amostras de rede com pouca representatividade numérica, enquanto que entre as Chlorophyceae alguns táxons apresentaram relevada importância numérica nas amostras quantitativas.

A maioria das espécies observadas na lagoa Juparanã são cosmopolitas, encontradas em ecossistemas lacustres tanto de regiões tropicais como temperadas. Muitas espécies identificadas já foram registradas em lagoas costeiras da Região do Baixo Rio Doce (Huszar *et al.*, 1990; Huszar *et al.*, 1994) e outras também foram observadas em lagoas costeiras do litoral sul do estado do Espírito Santo (Dias Jr., 1993).

A densidade numérica do fitoplâncton na lagoa Juparanã mostrou valores variando de 102 a 1887 indivíduos/mL, valores estes, consideravelmente reduzidos quando comparados a outros ambientes lacustres brasileiros (Garcia de Emiliani, 1980; Huszar, 1989; Ribeiro, 1978 *apud* Dias Jr., 1998). Huszar *et al.* (1990) encontraram valores entre 441 e 5492 indivíduos/mL na lagoa Juparanã e, valores relativamente mais elevados em outras lagoas da região do Baixo Rio Doce. Densidades entre 2840 e 5592 indivíduos/mL foram encontrados na lagoa Juparanã no período de verão (Huszar *et al.*, 1994). Em alguns casos a comparação não pode ser feita devido ao fato de que em muitos estudos as contagens são feitas após filtragens em rede (Hino, 1979; Nogueira & Matsumura - Tundisi, 1996) e, em outros trabalhos a quantificação ter sido determinada através da clorofila *a*, ao invés da densidade numérica (Tundisi, 1983; Calijuri & Tundisi, 1990; Henry, 1990). Com base nos valores da densidade fitoplanctônica da lagoa, observa-se que os resultados relativos ao número total de indivíduos mostraram-se muito inferiores aos valores esperados em ambientes eutrofizados, onde é comum constatar números superiores a 100 000 indivíduos por mililitro de água (Wetzel, 1981).

A reduzida densidade numérica do fitoplâncton na lagoa Juparanã pode estar relacionada às condições de oligotrofia de suas águas ou às relações competitivas entre os organismos fitoplanctônicos e organismos perifícticos, sendo estes últimos muito abundantes na área estudada, especialmente no ponto 2 (Fernandes, com. pessoal). Em muitos momentos foi registrada a presença de espécies características do perifíton no fitoplâncton da lagoa Juparanã, tais como as espécies das classes Zygnemaphyceae e Oedogoniophyceae. De acordo com Komárek (1983), em lagos colonizados por macrófitas aquáticas é comum observar-se interrelações entre fitoplâncton e perifíton, com muitas espécies ocorrendo regularmente nos dois biótopos. Segundo Ramírez (1996) existe uma fronteira muito débil entre o fitoplâncton e o perifíton e que, ao se abordar as algas fitoplanctônicas, dever-se-ia considerar sua origem e tratar separadamente a estrutura das diferentes frações

comunitárias encontradas no ecossistema. Na lagoa Juparanã ocorre grande desenvolvimento de macrófitas aquáticas, comunidades perifíticas e metafíticas no ponto 2 e, existe a possibilidade de estas comunidades estarem competindo por recursos básicos para sobrevivência (nutrientes, por exemplo) com a comunidade fitoplanctônica neste local. Também é importante ressaltar que a utilização dos nutrientes sob forma iônica não ocorre apenas por parte do fitoplâncton. A sua absorção também se dá por parte das macrófitas aquáticas que, sendo abundantes no ponto 2, representam importantes competidores por estes recursos. Segundo Esteves (1988), estas plantas são capazes de absorver prontamente e estocar na biomassa o material alóctone solúvel carregado no período de chuvas.

No ponto 1 as baixas concentrações de nutrientes poderiam justificar a baixa densidade numérica do fitoplâncton. Como a comunidade fitoplanctônica está muito ligada a características ambientais, é possível que o aumento da pluviosidade e o aporte de material alóctone sejam, fatores decisivos para determinar as variações quantitativas do fitoplâncton. Em geral a limitação da produtividade do fitoplâncton se estabelece em relação a nutrientes como fosfato e nitrogênio (Margalef, 1983) e, de acordo com Esteves (1988), dentre as diferentes formas, o nitrato e o nitrogênio amoniacal representam as principais fontes de nitrogênio para os produtores primários. Em todo o período de estudo, as concentrações destes nutrientes foram baixas em ambas estações de amostragem.

De uma maneira geral algas Cyanophyceae representaram a Classe com maior número de táxons na lagoa estudada contribuindo com 28% dos táxons identificados. Estas algas também apresentaram importância muito significativa na densidade do fitoplâncton na lagoa Juparanã. Embora os valores de densidade tenham sido baixos, a participação das Cyanophyceae variou de 17 a 94%, sendo que foi verificado um aumento considerável na densidade desta classe de algas em março de 2004 no ponto 2 e em junho de 2004 no ponto 1. Até a amostragem realizada em novembro de 2003 nenhuma espécie havia apresentado relevada importância numérica. Na segunda amostragem foi registrada grande quantidade de *Oscillatoria limosa* nas amostras de rede, mas pouquíssimos indivíduos foram encontrados nas amostras quantitativas. É comum as Cyanophyceae mostrarem maiores densidades em meses quentes e chuvosos (Hutchinson, 1967) como verificado por Dias Jr. (1990) numa lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu em São Paulo e por Bicudo *et al.* (1999) no lago das Garças, também no município de São Paulo.

As Cyanophyceae são encontradas em vários ambientes e a maioria dos gêneros e espécies são cosmopolitas, sendo que em águas doces continentais constituem um grupo com ampla distribuição (Esteves, 1988; Bicudo & Parra, 1995). Estas algas apresentam formas celulares simples e as espécies que formam colônias, geralmente são protegidas por uma bainha mucilaginosa bem desenvolvida. A maioria dessas algas são de água doce e algumas espécies são capazes de realizar fixação biológica de nitrogênio. Esta capacidade permite que o grupo possa competir com êxito frente às demais algas (Bicudo & Parra, 1995). Huszar *et al.* (1994) registrou dominância de espécies heterocistadas, fixadoras de nitrogênio, em estudo sobre a variação nictemeral da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã.

Algumas algas desta classe apresentam adaptação cromática, o que permite que a alga, em determinadas condições de radiação, realize o máximo de assimilação e conseqüentemente obtenha o máximo de produtividade. A grande capacidade adaptativa explica a distribuição das Cyanophyta em todos os biótopos do ecossistema lacustre (interface água-ar, toda coluna d'água, sedimento, sobre macrófitas aquáticas, etc.) (Esteves, 1988).

Apenas dois táxons de Cyanophyceae se apresentaram em número e frequência significativos durante o período de estudo: *Synechocystis* sp. e *Raphidiopsis mediterranea*. A espécie *Synechocystis* sp. foi abundante em 54,5 % das amostras e dominante em 22,7 %, sendo que sua densidade numérica ficou entre 60 e 1122 indivíduos/mL. Trata-se de uma Cyanophyceae da ordem Chroococcales pertencente à Família Chroococcaceae, de acordo com o sistema de classificação proposto por Bourrelly (1970). São células esféricas a elipsóides, solitárias ou em pares (2 células unidas como resultado da divisão celular), de tamanho reduzido, descrita por Caljon (1983) e Komárek e Anagnostidis (1999) como sendo uma espécie planctônica de pequenos corpos d'água doce e lagoas freqüentemente poluídas ou com alta concentração de nutrientes. Espécies deste gênero podem mostrar densidades elevadas em corpos d'água eutrofizados (Schaeffer, 2002; Liston, 2004; Oliveira, em prep.) e são também muito comuns em ETEs (Lucas, 2002).

*Raphidiopsis mediterranea* não foi dominante no período de estudo, mas foi considerada como espécie freqüente e foi abundante em 36,3 % das amostras, sendo encontrada apenas a partir de março de 2004.

As Cyanophyceae são organismos adaptados a ambientes impactados e elevadas concentrações celulares são encontradas em ambientes eutrofizados. Um dos vários fatores que favorecem seu desenvolvimento nesses ambientes é a sua capacidade de se desenvolver em baixas concentrações de gás carbônico, condição muito comum em águas com alta densidade de algas resultantes de enriquecimento por nutrientes (Peinador, 1999). A dominância desta classe de algas foi relatada em vários trabalhos em corpos d'água com características de eutrofização (Barroso & Dias Jr., 1997; Fernandes *et al.*, 2005; Sartori *et al.*, 2004; Delazari-Barroso & Azevedo, 2004; Liston, 2004; Oliveira *et al.*, 2004). Estas algas também são descritas como dominantes em águas quentes de valores de pH elevados e de maior concentração de matéria orgânica (Hutchinson, 1967; Shilo, 1980). No entanto, já ficou comprovado que várias espécies podem se adaptar a águas pobres em nutrientes, bem como a ambientes ácidos e a outras circunstâncias ambientais adversas (Pearl, 1988).

A presença de pseudovacúolos em muitas espécies de Cyanophyceae permite que as células regulem a sua flutuação em resposta à disponibilidade de luz e nutrientes (Klemer & Konopka, 1989). Este mecanismo possibilita a manutenção destas algas na zona eufótica, de forma muito mais eficiente que outros grupos fitoplanctônicos. Além disso, elas têm a capacidade de regular sua posição na coluna d'água para melhor se adequarem à intensidade luminosa, controlando o aumento ou diminuição do número de pseudovacúolos nas células (Klemer, 1991). Segundo este autor, tal capacidade está relacionada às baixas concentrações de carbono inorgânico dissolvido na água e também ao fato de que num espaço de tempo limitado, podem melhorar a flutuação evitando o aumento da turgescência celular e conseqüente colapso dos pseudovacúolos. Outra vantagem competitiva das cianofíceas refere-se à sua capacidade de também assimilar o bicarbonato quando o CO<sub>2</sub> se encontra em baixas concentrações (Sant'Anna *et al.*, 1997). Em virtude de tais estratégias, estas algas podem dominar de tal modo na zona eufótica chegando a formar florações (Kappers, 1984 *apud* Sant'Anna *et al.*, 1997; Klemer & Konopka, 1989; Sant'Anna *et al.*, 1997)

Apesar da baixa densidade, quase todos os táxons de Cyanophyceae registrados nesta pesquisa são citados em literatura como potencialmente tóxicos.

As Zygnemaphyceae contribuíram com 26 dos táxons identificados neste estudo, participando com 23,8 % das espécies descritas na lagoa Juparanã. O Gênero *Staurastrum* foi o que contribuiu com o maior número de táxons em todo o trabalho. Este fato também foi registrado por Huszar *et al.* (1994) na mesma área de estudo.

As Zygnemaphyceae são algas geralmente unicelulares, formadas por duas semicélulas idênticas, com cloroplastídeos ocupando quase todo volume das células (Esteves, 1988). Apesar do relativo grande número de táxons registrados para este grupo na lagoa Juparanã, a maioria das espécies de Zygnemaphyceae apareceram apenas nas amostras coletadas com rede (amostras qualitativas). Esse tipo de observação tem sido freqüente em alguns trabalhos em ambientes tropicais onde esta classe é abundante e diversificada nas amostras de rede, mas com pequena importância numérica (Talling, 1986; Dias Jr., 1990; Dias Jr., 1998; Gonçalves, 2002). As espécies da classe Zygnemaphyceae encontradas nas amostras quantitativas foram consideradas comuns com relação à freqüência de ocorrência, sendo que nenhuma espécie foi abundante ou dominante. A participação das Zygnemaphyceae na densidade numérica do fitoplâncton variou entre 1 e 7 %.

A presença de macrófitas aquáticas é também considerada como fator importante na riqueza e abundância deste grupo de algas, já que grande parte das espécies são caracteristicamente perifíticas (Komárek, 1983; Brook, 1981). Na lagoa Juparanã, o ponto 2, situado próximo ao rio Pequeno, que conecta a lagoa Juparanã ao rio Doce, apresenta o sedimento completamente colonizado por macrófitas aquáticas, o que pode estar favorecendo a presença destas algas.

Neste estudo a classe Zygnemaphyceae esteve principalmente representada por algas da Família Desmidiaceae. As Desmidiaceae encontram seu melhor habitat em lagos distróficos, que possuem pH menor que 7,0 e oligotróficos, onde podem se desenvolver em grandes populações (Esteves, 1988). As desmídias são descritas por Haphey-Wood (1988) como organismos persistentes e presentes nas populações fitoplanctônicas durante a maior parte do ano, mas sempre em número reduzido, sendo que freqüentemente elas são derivadas de comunidades algais bentônicas ou perifíticas. Já é bem conhecida a posição dessas algas como típicas de águas ácidas, diluídas e pobres em nutrientes (Hutchinson, 1967; Cole, 1975; Margalef, 1983; Moss, 1988). Moss (1973), ao analisar os efeitos da temperatura e da disponibilidade de nutrientes sobre as algas de água doce, colocou a maioria

dessas algas como pertencente ao “grupo de bioindicadores de águas oligotróficas”, embora reconheça que algumas espécies sejam típicas de ambientes eutróficos. Quanto a isto, Brook (1981) ressalta que cerca de um quarto das espécies de desmídias teriam afinidade com águas eutróficas.

Na lagoa Juparanã, a Família Desmidiaceae está principalmente representada por espécies do Gênero *Staurastrum*. Outros gêneros encontrados foram *Staurodesmus*, *Cosmarium* e *Desmidium*. Também foi registrada a presença de algas Zygnemaphyceae filamentosas, apenas no ponto 2, como os gêneros *Mougeotia*, *Spirogyra* e *Zygnema*.

As Chlorophyceae, de acordo com Lewis (1978), constituem o grupo mais diverso de algas planctônicas nos lagos tropicais. Em geral, elas correspondem à maioria dos gêneros na listagem do fitoplâncton tropical e a variação dessa composição entre diferentes ambientes lacustres é bastante pequena. Essa composição é, portanto, uma característica geral e evidente de caráter tropical. Em regiões temperadas, as clorofíceas podem ser importantes componentes do plâncton em qualquer época (Haphey-Wood, 1988).

As Chlorophyceae foram a terceira classe com o maior número de táxons presentes na composição florística da lagoa Juparanã, representando 22 % das algas identificadas neste estudo. A classe Chlorophyceae têm sido considerada como um dos grupos de algas dos mais diversos, que crescem desde águas continentais oligotróficas e eutróficas, até águas com características marinhas e estuarinas (Bicudo & Parra, 1995), sendo a maioria das espécies cosmopolitas e 90 % encontradas em água doce (Esteves, 1988). Algumas Chlorophyceae são algas muito oportunistas e desenvolvem-se bem em condições extremas, principalmente em águas com grau elevado de eutrofização (Haphey-Wood, 1988).

23 das 24 espécies de Chlorophyceae encontradas neste estudo são da Ordem Chlorococcales, representadas principalmente pelas espécies *Eutetramorus/Radiococcus* sp., *Monoraphidium* sp.<sup>1</sup> e *Oocytis* cf. *lacustris*. Segundo Haphey-Wood (1988) algas desta ordem, em situações de oligotrofia, podem formar o maior componente entre populações fitoplanctônicas, em termos numéricos e em termos de biomassa. De acordo com este mesmo autor, o sucesso destas algas deve-se, em parte, à morfologia da célula e ao seu pequeno tamanho. Células pequenas e com grande relação superfície/volume possuem grande capacidade

para a absorção ativa e não ativa de nutrientes dissolvidos, além de mostrarem baixa taxa de sedimentação, minimizando as perdas por afundamento.

Huszar (1989, 1994) e Dias Jr. (1990) afirmam que as Chlorococcales constituem, dentre as Chlorophyceae, o grupo que apresenta a maior riqueza de espécies de grande parte dos lagos brasileiros, sendo algas encontradas, em todos os corpos de água doce, podendo ocorrer também em pequenas densidades. Excluídas as diatomáceas, as Chlorophyceae estariam melhor representadas no plâncton do que qualquer outra classe de algas (Reynolds, 1984). Um inóculo importante destas algas são populações derivadas de outros nichos ecológicos dentro do ecossistema, como as derivadas do perifíton da zona litorânea e que podem se apresentar temporariamente no fitoplâncton (Happey-Wood, 1988). Assim é até complicado se estabelecer uma separação verdadeira entre espécies realmente planctônicas e as que são litorâneas ou perifíticas (Margalef, 1983).

Um estudo sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica no lago Paranoá, revelou a presença marcante das Chlorococcales no fitoplâncton (Branco & Senna, 1996). Vários trabalhos mostram que espécies desta ordem são muito comuns em ambientes eutróficos onde podem se desenvolver em grandes densidades ( Brook, 1965, 1981; Margalef, 1983; Kilham & Kilham, 1984). Gêneros de Chlorococcales como *Scenedesmus* e *Ankistrodesmus* foram encontrados em grandes densidades na lagoa Jacuném, ambiente em processo de eutrofização (Dias Jr., 1995) e em densidades muito baixas no rio Pardo, um ambiente com baixas concentrações de nutrientes (Gonçalves, 2002). Estes dois gêneros são apontados por Palmer (1977) como indicadores de águas eutrofizadas e que recebem descargas de esgotos domésticos. Na lagoa Juparanã o gênero *Ankistrodesmus* não foi encontrado nas amostras quantitativas e o gênero *Scenedesmus* foi registrado apenas em três amostras quantitativas com o máximo de 14 indivíduos/mL.

Na lagoa Juparanã a contribuição das Chlorophyceae variou entre 2 e 70%, sendo mais significativa em novembro de 2003 em ambas estações de amostragem e em junho de 2004 no ponto 2. As algas verdes podem ocorrer durante longos períodos no fitoplâncton de ambientes continentais e altas densidades podem ser verificadas em estações secas ou chuvosas, geralmente associadas com a estratificação da coluna d'água ou com as concentrações de nutrientes (Shapiro *et al.*, 1975; Branco & Senna, 1996). *Eutetramorus/Radiococcus* sp. foi abundante em 50% das amostras quantitativas e sua densidade variou de 34 a 686 indivíduos/mL.

As outras espécies citadas foram abundantes em um número bem menor de amostras, mas todas as três espécies foram consideradas constantes com relação à frequência de ocorrência neste estudo. No entanto, nenhuma Chlorophyceae foi considerada dominante na lagoa Juparanã e não foram verificadas diferenças significativas com relação às profundidades de coleta.

Em muitos ambientes tropicais as Chlorophyceae têm participação tão importante na densidade numérica do fitoplâncton que sua densidade chega a ser correspondente à densidade total do fitoplâncton. Dias Jr. (1998) em estudo realizado no reservatório Águas Claras (ES) registrou participação destas algas no fitoplâncton com densidades variando de 53,2 a 99,7%. O mesmo autor observou que, apesar da ocorrência de várias espécies, houve dominância de apenas dois táxons, sendo estes pertencentes à ordem Chlorococcales. Na Represa do Broa a representatividade das Chlorophyceae no fitoplâncton chegou a 94% (Watanabe, 1981). Garcia de Emiliani (1976) também encontrou densidade de Chlorophyceae próxima à densidade do fitoplâncton total em um lago represado na Argentina. Até mesmo em ambientes com condições adversas estas algas podem atingir densidades consideráveis (Franken & Franken, 1977; Dias Jr., 1998).

As Bacillariophyceae foram representadas por 15 táxons na lagoa Juparanã, contribuindo com 13,7% das algas identificadas neste estudo. Foram registrados representantes das duas principais ordens de diatomáceas: as Pennales e as Centrales.

As diatomáceas são algas que podem ser encontradas em águas continentais e ambientes marinhos. O fitoplâncton dos oceanos é constituído principalmente por diatomáceas, que são os principais organismos responsáveis pela produtividade primária nestes ecossistemas (em águas temperadas e subtropicais) (Bicudo & Parra, 1995). Nas águas continentais as Bacillariophyceae, também podem apresentar importante papel na produção primária do fitoplâncton (Bicudo & Parra, 1995; Esteves, 1988). Essas algas, que constituem fração importante do fitoplâncton lacustre, quando se desenvolvem em grandes populações extinguem rapidamente a sílica das camadas iluminadas do ambiente, acumulando-a nas camadas mais profundas através da sedimentação das próprias diatomáceas (Margalef, 1983). Assim, entre as diatomáceas, pode-se verificar a desvantagem de ser dependente da sílica, embora isso possa ser contrabalanceado pelo fato de que as

Bacillariophyceae são boas competidoras por outros nutrientes, especialmente por fósforo, podendo, em alguns casos, aumentar sua densidade, quando há limitação por fósforo (Sommer, 1983). De acordo com Werner (1977) *apud* Margalef (1983) a sílica atuaria como um agente adsorvente de substâncias dissolvidas em baixas concentrações no ecossistema.

A maioria das Bacillariophyceae identificadas na lagoa Juparanã pertencem à Ordem Pennales. Estas algas podem constituir a maior parte da comunidade perifítica ou de algas aderidas nos ambientes de água doce, além de apresentar grande significado ecológico entre os sistemas biológicos de qualidade das águas (Bicudo & Parra, 1995, Reynolds, 1984). As Pennales também são normalmente encontradas em ambientes fluviais (Gonçalves, 2002), que constituem ambientes muito favoráveis para as diatomáceas devido à turbulência dos rios que as mantêm em suspensão (Reynolds, 1984). Por isso as diatomáceas pennadas podem ser dominantes em ambientes com características de sistemas lóticos (Gonçalves, 2002). Na lagoa Juparanã, a maioria das Pennales foram registradas nas amostras de rede, com pouquíssima representatividade numérica, sendo consideradas como comuns ou raras na frequência de ocorrência.

Foram encontrados neste estudo quatro táxons da ordem Centrales. Destes, *Rhizosolenia eriensis* foi considerada espécie constante, sendo, no entanto, considerada abundante em apenas uma amostra quantitativa. Este táxon, foi a única espécie da Classe Bacillariophyceae registrado por Huszar *et al.* (1994) em estudo sobre a variação nictemeral da comunidade fitoplânctônica na lagoa Juparanã.

Neste estudo também foram registrados quatro táxons da classe Oedogoniophyceae, todos do Gênero *Oedogonium*. Estas algas são filamentosas, essencialmente perifíticas e foram encontradas nas amostras qualitativas de superfície e fundo do ponto 2, não sendo registradas no ponto 1 nem nas amostras quantitativas. Possivelmente foram desagregadas do perifíton que coloniza densamente macrófitas submersas e do metafíton, especialmente no ponto 2.

As Chrysophyceae foram representadas na lagoa Juparanã por três táxons: *Dinobryon sertularia*, *Dinobryon* sp e *Mallomonas* sp., sendo sua contribuição nas

amostras quantitativas de 1 a 6%, demonstrando, portanto, baixa representatividade numérica. Com relação à frequência de ocorrência estas espécies foram consideradas comuns na lagoa Juparanã.

Apenas *Dinobryon sertularia* e *Mallomonas* sp. ocorreram nas amostras quantitativas. *Dinobryon* é citado na literatura como típico de lagos oligotróficos, devido ao seu baixo requerimento de fósforo (Hutchinson, 1967; Margalef, 1989), sendo que *Dinobryon sertularia* pode ser significativa numericamente no fitoplâncton de ambientes de águas ácidas e pobres em nutrientes (Auclair; 1995 *apud* Dias Jr., 1998). Em geral as Chrysophyceae estão associadas a concentrações baixas de nutrientes e maiores intensidades luminosas, apresentando, com, frequência, desenvolvimento temporário, ou em determinadas épocas do ano (Hutchinson, 1967; Margalef, 1983).

As Cryptophyceae formam um grupo de algas cujos membros são encontrados em quase todos os ecossistemas aquáticos do mundo, marinhos ou de águas continentais, em lagos tropicais, temperados e, até mesmo, em lagos da Antártica (Sandgreen, 1988; Bicudo & Parra, 1995). Na lagoa Juparanã foram encontradas apenas dois táxons de Cryptophyceae: *Cryptomonas* sp. e *Gloemonas* sp.. Algas desta classe são descritas por alguns autores como típicas de águas menos eutrofizadas (Wetzel, 1981; Tundisi, 1977 *apud* Dias Jr., 1998).

Numericamente as Cryptophyceae foram representadas apenas pela espécie do gênero *Cryptomonas*. Este gênero é característico tanto de ambientes marinhos como de ambientes continentais (Bicudo & Parra, 1995). As Cryptophyceae são consideradas difíceis para discriminar ao nível de espécie, mesmo através de modernas técnicas de microscopia eletrônica.

Na lagoa Juparanã a densidade de *Cryptomonas* sp. apresentou uma variação de 3 a 44%, sendo encontrada na lagoa durante todo o período de estudo. Fato semelhante foi registrado por Bicudo *et al.* (1999) no lago das Garças em São Paulo, sendo que algas desse gênero foram encontradas mesmo quando houve dominância de uma única espécie de Cyanophyceae. Isso enfatiza uma característica ecofisiológica típica dos organismos da classe Cryptophyceae, que é a sua presença intermitente ou perene em baixas densidades mesmo entre pulsos de outras algas (Stewart & Wetzel, 1986). As densidades de *Cryptomonas* sp.

encontradas na lagoa Juparanã também foram muito baixas, ficando entre 9 e 519 indivíduos/mL, embora possam ser consideradas numericamente representativas.

*Cryptomonas* também foi registrado em estudo sobre as comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do Baixo Rio Doce (Huszar *et al.*, 1990). Branco & Senna (1996), em estudo sobre a estrutura da comunidade fitoplanctônica no lago Paranoá encontraram espécies de *Cryptomonas* como dominantes e ocasionalmente abundantes. As Cryptophyceae podem ser encontradas durante todo o ano nos ambientes aquáticos, com baixas densidades e baixa diversidade de espécies (Reynolds, 1980). Vários autores (Lewis & Weibezhan, 1976; Lewis 1978) afirmam que as Cryptophyceae estão presentes, quase que universalmente, nos lagos tropicais, mas raramente chegam a apresentar altas abundâncias. Em lagos de regiões temperadas, no entanto, elas podem apresentar maiores diversidades e densidades na ocupação de nichos temporais e espaciais sob as mais diversas condições (Sandgreen, 1988).

Estas algas podem ser consideradas como espécies oportunistas, aumentando em densidade quando há queda na concentração de outras algas por distúrbios ocorridos no ambiente. No entanto, elas nunca persistem em altas densidades, devido à intensa predação do zooplâncton (Reynolds, 1980; Sandgren, 1988). Estas espécies podem ainda apresentar nutrição heterotrófica, absorvendo compostos orgânicos em baixas condições luminosas, e viver na termoclina durante períodos de estratificação térmica, onde o pH é baixo e os níveis de CO<sub>2</sub> são altos (Moss, 1973).

Na lagoa Juparanã não foram registradas variações espaciais significativas de *Cryptomonas* sp.. Outros autores (Sandgreen, 1988; Bicudo *et al.*, 1999) apontam a presença marcante de algas desta Classe abaixo da superfície. Isso ocorre, possivelmente, porque as Cryptophyceae são organismos fototácteis, ou seja, organismos que migram durante as primeiras horas diurnas para a superfície do ambiente, evitando, no entanto, as camadas superficiais durante a maior parte do dia por causa do excesso de luz. De acordo com Arvola *et al.* (1991) o tipo de resposta migratória também é dependente do estado fisiológico das células e das condições de luminosidade na coluna d'água.

Yan (1979) ressalta que as Cryptophyceae são algas que podem permanecer presentes durante todo o ano em diversos tipos de ecossistemas aquáticos. Pequenos e grandes picos populacionais dessas algas não estão necessariamente relacionados com a sazonalidade. Elas costumam mostrar aumento de densidade quando as outras populações estão em declínio e um “nicho” temporário está sendo aberto, mostrando-se como espécies oportunistas. Segundo Reynolds (1984) as Cryptophyceae podem tolerar grande variedade de condições nutricionais por que simplesmente estão presentes na coluna d’água o ano inteiro. Como consequência pode-se concluir que a presença ou a ausência de Cryptophyceae não está diretamente relacionada com o estado trófico do ecossistema, ou seja, as Cryptophyceae não são reguladas por ciclos sazonais de disponibilidade de nenhum nutriente, não sendo portanto, bons bioindicadores do estado trófico em ecossistemas aquáticos. No entanto, alguns autores afirmam, que estas algas podem ser favorecidas em ambientes eutróficos pela sua capacidade de movimentação (Ollrik, 1994).

As classes Euglenophyceae e Dinophyceae foram representadas por apenas dois táxons cada neste estudo. As Euglenophyceae são consideradas importantes no fitoplâncton de ecossistemas lacustres em geral, mas principalmente em corpos d’água pequenos e ricos em matéria orgânica, pois são organismos mixotróficos (Hutchinson, 1967). Espécies da classe Euglenophyceae, portanto, indicam eutrofia do ambiente (Xavier, 1988). Quando a densidade dessas espécies é pouco representativa, isto leva a crer que, no que diz respeito às espécies indicadoras de poluição orgânica, não ocorrem bioindicadores em quantidade suficiente para atestar-se, por esse parâmetro, poluição orgânica na área estudada (Araújo *et al.*, 2000). Talvez a baixa densidade destas algas indique justamente a oligotrofia do ambiente.

Na lagoa Juparanã as algas desta classe foram registradas apenas em duas amostras quantitativas e com baixíssimas densidades (9 e 42 indivíduos/ml).

As Dinophyceae representam uma classe composta por inúmeros gêneros de espécies oceânicas, mas também é uma classe com espécies dulcícolas. Na lagoa Juparanã foram encontradas apenas duas espécies de Dinophyceae nas amostras de rede, sendo que estas algas não foram registradas nas análises quantitativas.

O Coeficiente de Nygaard, calculado a partir da composição de algas da comunidade fitoplanctônica, classifica a lagoa Juparanã como um ambiente mesotrófico a eutrófico. Todavia, é importante ressaltar que o Coeficiente de Nygaard leva em conta grandes grupos taxonômicos, o que não é muito apropriado em estudos de bioindicação.

Dos 109 táxons identificados neste estudo, apenas 34 foram encontrados nas amostras quantitativas. A riqueza de espécies na lagoa Juparanã ficou entre 5 e 16, sendo relativamente maior a partir de novembro de 2003. Huszar & Esteves (1988) encontraram valores de riqueza específica entre 6 e 23 táxons em estudo sobre o fitoplâncton de 14 lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro. Estes autores separaram os ambientes estudados em dois grupos, quanto à composição de cada ficoflórula e abundância relativa de espécies. Um grupo foi formado por lagoas de águas doces e outro por lagoas com águas variando entre doces e mesohalinas. As lagoas do primeiro grupo apresentaram-se com maior riqueza de espécies ao longo do período de estudo, evidenciando o fato de que em águas doces a riqueza específica é normalmente mais elevada que em águas marinhas.

A diversidade específica é uma função do número de espécies presentes e da equitabilidade com que os indivíduos estão distribuídos entre as espécies (Margalef, 1983). A ocorrência de um número elevado de indivíduos de uma mesma espécie resulta em uma diversidade reduzida (Dias Jr., 1990). A determinação da diversidade depende da riqueza de espécies (número de táxons) e uniformidade (proporção quantitativa dos indivíduos de cada espécie). No caso da diversidade em relação à densidade numérica pode ocorrer a predominância numérica de algumas espécies sobre outras (Figueiredo, 2000; Gonçalves, 2002).

Os valores do índice de diversidade específica na lagoa Juparanã variaram de 0,79 a 2,96 bits/indivíduo e, em 68,2% das amostras os valores apresentaram-se acima de 2 bits/indivíduo. A baixa diversidade observada em algumas amostras coincidiu com a dominância de *Synechocystis* sp.. Valores baixos de diversidade são, geralmente, o resultado da ocorrência de um grande número de indivíduos pertencentes a poucas espécies. Garcia de Emiliani (1976) afirma que baixos valores do índice de diversidade (inferiores a 2 bits/indivíduo) são comuns em lagos cujo fitoplâncton é dominado por apenas uma espécie.

Roberto & Abreu (1991) esclareceram que resultados do índice de diversidade podem ser considerados altos quando mostram resultados superiores a 3 bits/indivíduo, o que comumente ocorre em águas limpas ou pouco poluídas e que existem regiões, com características oligotróficas que naturalmente apresentam baixa diversidade. Resultados acima de 3 bits/indivíduo foram verificados em um estudo de caracterização do fitoplâncton e da possibilidade do uso das algas como bioindicadores na lagoa Jacuném Serra/ES, um ambiente em grau mediano de eutrofização. Nesta lagoa, a diversidade, considerada alta, foi de 3,4 a 4 bits/indivíduo (Dias Jr., 1995). Em lagoas de estabilização Barroso *et al.* (1998) encontraram índices de diversidade entre 0,3 e 1,4 bits/indivíduo, evidenciando que, nestes ambientes, a diversidade geralmente é baixa e pode estar associada à elevada densidade fitoplanctônica de uma mesma espécie. Huszar *et al.* (1994) encontrou valores entre 3,2 e 3,5 bits/indivíduo em 73% das amostras em estudo da variação nictemeral do fitoplâncton na lagoa Juparanã. A autora afirma que a pequena variação da diversidade específica para as amostras, foi um reflexo da estabilidade de organização da comunidade fitoplanctônica durante o curto intervalo de tempo estudado.

A clorofila *a* é um parâmetro estimativo da biomassa de algas. Este pigmento encontra-se presente em todos os grupos de algas e sua degradação resulta em feopigmentos. Portanto, a relação entre a concentração de clorofila *a* e feopigmentos permite estimar se esta comunidade encontra-se em atividade, ou seja, a proporção entre clorofila *a* e feofitina reflete o estado fisiológico da comunidade (Margalef, 1983).

Normalmente em águas doces os valores de clorofila *a* são superiores aos valores encontrados em regiões marinhas. Na maior parte das observações os números variam entre 0,1 e 100 µg/L e, geralmente, as águas oligotróficas têm menos clorofila *a* do que as águas eutróficas. A quantidade e a distribuição da clorofila *a* também tem relação com as propriedades ópticas da água que se verificam na transparência do disco de Secchi (Margalef, 1983).

No período de estudo os valores encontrados para a clorofila *a* e para a feofitina foram muito baixos. Os baixos índices verificados para a clorofila *a* são compatíveis com os valores de densidade fitoplanctônica que também foram baixos. Pompêo *et al.* (1998) encontraram valores elevados para a clorofila *a* em estudo

sobre a heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório Boa Esperança localizado nos estados do Maranhão e Piauí. Neste trabalho, os valores elevados da clorofila *a* estavam associados a altos índices de densidade fitoplanctônica naquele ambiente. Com relação à feofitina apenas em 13,6% das amostras foram detectados valores relativamente mais elevados (entre 4,0 e 6,6 µg/L) denotando senescência na comunidade fitoplanctônica.

Os resultados da análise fatorial em componentes principais mostram que a distribuição das variáveis ambientais e da densidade das classes fitoplanctônicas foram influenciadas principalmente pelo regime pluviométrico. A pluviosidade aparece como um dos componentes principais, fator que leva à diminuição da transparência da água e ao aumento de variáveis como turbidez, STS, condutividade elétrica da água e concentração de nutrientes. Estas variáveis podem levar ao aumento da densidade fitoplanctônica, principalmente de algas da classe Cyanophyceae, como mostram os resultados deste trabalho. As Cyanophyceae tiveram relação direta com os períodos de maior pluviosidade, quando suas densidades acompanharam as maiores concentrações de nitrogênio amoniacal (março e junho de 2004). Neste período a maior parte da densidade da classe Cyanophyceae foi marcada pela densidade de uma única espécie – *Synechocystis* sp. – fator que contribuiu para a diminuição dos valores da diversidade fitoplanctônica. Os fatores climáticos, assim, podem ser considerados transformadores de origem externa, capazes de alterar as condições bióticas e abióticas da lagoa, promovendo a distinção das duas condições mostradas pelo primeiro componente. Dentre os fatores climáticos a pluviosidade se destacou, principalmente pela sua capacidade de carrear material alóctone para a lagoa, como um importante transformador externo capaz de induzir mudanças internas como as que foram produzidas sobre a transparência e a composição química das águas da lagoa, assim como, sobre as variáveis bióticas relacionadas ao fitoplâncton. Com relação a este fator alguns autores (Tundisi, 1983; Esteves, 1988; Dias Jr., 1990; Dias Jr., 1998) destacam que a pluviosidade e o escoamento superficial são fatores de grande influência nas características de corpos d'água continentais.

## 9- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMÁREK, J. Modern approach to the classification system of Cyanophytes – Oscillatoriales. *Arch. Hydrobiol. Suppl. 80 1-4 (Algological Studies 50-53)*. 327-472. Stuttgart, Mäiz. 1988.
- APHA. *Standards Methods for examination of water and wastewater*. 20 ed. Baltimore : APHA/AWWA/WEF.1989.
- ARAÚJO, M. F. F., Costa, I. A. S. & CHELLAPPA, N. T., Comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais na lagoa de Extremoz, Natal-RN, Brasil. *Acta Limnol. Brasil*, São Paulo, v. 12: 127-140. 2000.
- ARCIFA, M. S.; GOMES, E.T. & MESCHIATTI, J. Composition and fluctuations of the zooplankton of a tropical Brazilian reservoir. *Arch. Hydrobiol.* 123: 478-495. 1995.
- ARVOLA, L.; OJALA, A.; BARBOSA, F. A. R. & HEANEY, S. I. Migration behaviour of three cryptophytes in relation to environmental gradients: an experimental approach. *Br. Phycol. J.* 26: 361-373. 1991.
- ASMUS, H. E., GOMES, J.B., & DERCINA, A.C., Integração Geológica Regional da bacia do Espírito Santo. *Anais XXV Congr. bras. Geog.*, São Paulo, 1971. 3: 235-254.
- ATTAYDE, J. L. *Limnologia da lagoa de Carapebus e a estrutura de sua composição zooplanctônica*. PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro. 1996. 81p. (Dissertação).
- BARNES, R.S.K., *Coastal lagoons: The natural history of a neglected habitat*. Cambridge. Cambridge University Press, 1980. 106p.
- BARROSO, G. F. & DIAS Jr., C. Avaliação preliminar da qualidade da água do Canal da Passagem – Manguezal do Lameirão, Vitória – ES. *An. Simp. Regional Ecologia*. VII: 221-232. 1997.
- BARROSO, G. F.; DIAS Jr., C. & GÜNTZEL, A. Preliminary assessment of the eutrophication potential of sewage affluents of four wastewater treatment plants in Espírito Santo State (Brazil). *Ver. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 666:670. 1998.
- BAUMGARTEN, M. G. Z.; ROCHA, J. M. B.; NIENCHESKI, L. F. H. *Manual de análises em oceanografia química*. Rio Grande: Editora da FURG, 1996.
- BICUDO, C. E. M. Contribution to the knowledge of the Desmids of the State of São Paulo, Brazil Including a few from the state of Minas Gerais) *Nova Hedwigia*, Dresden, 17. 433-459p. 1969.
- BICUDO, C. E. M. & PARRA, O. O., *Introducción a la biología y sistemática de las algas continentales* – Ediciones Universidad de Concepción. Santiago: Chile. 268p. 1995.
- BICUDO, C. E. M.; RAMÍREZ R., J. J.; TUCCI, A. & BICUDO, D. C., *Dinâmica de populações fitoplanctônicas em ambiente eutrofizado: o Lago das Garças, São Paulo*. 1999. In: HENRY,R. *Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais*. FAPESP / FUNDIBIO. 1999.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C. & MOURA, A. N. Influence of abiotic variables and polluting source in the structure of the phytoplankton community in the Tibagi river, Paraná State, south Brazil. *Algological Studies*. Stuttgart, v.101, p. 75-95, 2001.

- BORTOLIN, A. A. *Estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais de uma lagoa situada no complexo industrial da Companhia Siderúrgica de Tubarão (lagoa dos Irerês, Serra-ES)*. Vitória. UFES. 65p. 2004. (Monografia).
- BORGES, P. A. F.; RODRIGES, L. C.; PAGIORO, T. A.; TRAIN, S., Spatial variation of phytoplankton and some abiotic variables in the Pirapó River-PR (Brazil) in August 1999: a preliminary study. *Acta Scientiarum: Biological Sciences*. v. 25, n. 1, p. 1-8, 2003.
- BOURRELLY, P. *Les Algues deau douce – Initiation à la systématique*. Tome III: lês algues bleues et rouges. Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. Paris. Ed. N. Boubée. 606p. 1970.
- BOZELLI, R.L. *et al.* Padrões de funcionamento das lagoas do Baixo Rio Doce: Variáveis abióticas e clorofila a (Espírito Santo-Brasil). *Acta Limnol. Bras.* São Paulo, v.3, p. 13-31. 1992.
- BRANCO, S. M. *Hidrobiologia aplicada à Engenharia Sanitária*. 3. ed. CETESB/ASCETESB. São Paulo. 616p. 1986.
- BRANCO, S.M., *Hidrobiologia Ambiental*. São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 434p. 1991.
- BRANCO, C. W. C. *A comunidade planctônica e a qualidade da água no lago Paranoá, Brasília-DF, Brasil*. UnB. Brasília-DF (Dissertação). 341p. 1991.
- BRANCO, C. W. C. & SENNA, P. A. C., Phytoplankton composition, community structure and seasonal changes in a tropical reservoir (Paranoá Reservoir, Brazil). *Algological Studies*. 81: 69-84. Stuttgart. 1996.
- BRANDINI, F. P. & THAMM, C. A. Variações diárias e sazonais do fitoplâncton e parâmetros ambientais na Baía de Paranaguá. *Nerítica*, Curitiba, 8 (1-2): 55-72. 1994.
- BRASIL, SEPLAN/ FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. *Levantamento de Recursos Naturais*. V. 34. Folhas SE – 24, Rio Doce. Rio de Janeiro. IBGE, 584p. 1987.
- BROOK, A. J., Planktonic algae as indicators of lake types, with special reference to the Desmidiaceae. – *Limnol. Oceanogr.* 10: 403-411. 1965.
- BROOK, A.J., *The Biology of Desmids*. Oxford, Black. Sci. Publ. 276p. 1981.
- CALIJURI, M. C. & TUNDISI, J. G. 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.*, 50(4): 893-913. 1990.
- CARMOUZE, J. P. *O metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas*. Editora Edgard Blücher/ FAPESP. São Paulo. 253p. 1994.
- CAVATI, B., *Avaliação da comunidade perifítica e sua relação com a qualidade da água na lagoa Juparanã e no rio Pequeno, Linhares-ES*. UFES. Vitória-ES. 2005. (em prep.).
- CAVACA, H. *Caracterização limnológica da lagoa de Caraís, ES*. Vitória. UFES. 68p. 1994. (Monografia de Especialização).

- COLE, G., *Textbook of limnology*, Saint Louis, the C.V. Mosby. 1975. 283p.
- COMPÈRE, P. Algues de la région du L'Ac Tchad II: Cyanophycees. *Hydrobiol.* vol. 8, n. 314. 165-198. 1974.
- COMPÈRE, P. Algues de la région du L'Ac Tchad – Chlorophycophytes (3<sup>a</sup> Partie: Desmidiées) (1). *Coh. O. R. S. T. O. M. Sèr. Hydrobil.*, vol. XI, n. 2, 77-177. 1977.
- COUTINHO, I.M.V. O Pré-Cambriano do Vale do Rio Doce como fonte alimentadora de sedimentos costeiros. *Anais XXVIII Cong. Bras. Geol.*, Porto Alegre, 5: 43-56. 1974.
- CUNHA, M. G. G. S. *Catálogo das diatomáceas (Bacillariophyceae) da Plataforma Continental de Pernambuco*. Enide Eskinazi – Leça. Convênio SUDENE/UFPE. Recife. 1990.
- CUNHA, K. J. O. *Variações espaciais e temporais da biomassa fitoplanctônica no trecho final dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim, Aracruz-ES*. Vitória-ES, UFES. 74p. 2004 (Monografia).
- CRUZ, U. R. F. *Caracterização da comunidade fitoplanctônica no trecho final dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim. Aracruz-ES*. Vitória-ES, UFES. 65p. 2004 (Monografia).
- DABÉS, M. B. C. S.; FRANÇA. R. C.; GOMES, M. C. S. ; JUNQUEIRA, M. V.; ROLLA, M. E.; ROSA, S. G. Caracterização limnológica da represa do Pontal, Itabira (MG). *Acta Limnol. Brasil.*, 3(1): 173-200. 1990.
- DANTAS, M. P. *Caracterização limnológica da lagoa Feia, Guarapari-ES: Aspectos físico-químicos e microbiológicos*. UFES. 84p. 1996. (Monografia de Especialização).
- DELAZARI, A. & BARROSO, G. F., Variáveis físico-químicas do reservatório da Reserva Biológica de Duas Bocas: estudo preliminar. *Cadernos de Pesquisa da UFES*. 1998. 8: 81-92.
- DELAZARI-BARROSO, A., *Comunidade fitoplanctônica do reservatório Duas Bocas (Reserva Biológica de Duas Bocas-ES): Variação vertical e temporal em duas épocas distintas*. São Carlos-SP, UFSCar. 112p. 2000 (Dissertação).
- DELAZARI-BARROSO, A. & AZEVEDO, S. M. F. O., Estrutura e dinâmica das populações de cianobactérias (Cyanophyceae) e sua relação com variáveis ambientais em um reservatório de abastecimento público (Reservatório Duas Bocas, Cariacica-ES). In: *Caderno de Resumos Simpósio Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista. 11 a 14 de julho de 2004.
- DIAS Jr., C. *Ciclo anual do fitoplâncton e algumas variáveis ambientais na lagoa do Infernã (SP)*. São Paulo, UFSCar. 108p. 1990. (Dissertação).
- DIAS Jr., C. Estudo preliminar do fitoplâncton e algumas variáveis ambientais em lagoas costeiras do litoral sul do Espírito Santo. In: *Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*. 1993, São Paulo. *Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira*, São Paulo, v.1, p. 236-245. 1993.
- DIAS Jr., C. Caracterização do fitoplâncton e possibilidade de seu uso como indicador das condições ambientais na lagoa Jacuném. *Cadernos de pesquisa da UFES*, Vitória, n. 4, p. 27-35. 1995.

- DIAS Jr., C. & BARROSO, G.F. Limnological studies of coastal lagoons in the south of Espírito Santo State (Brazil). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* Stuttgart, v.26, p. 1433-1437, 1998.
- DIAS Jr., C., *Estudo do fitoplâncton em um reservatório de águas ácidas na região litorânea do Espírito Santo (Reservatório Águas Claras, Aracruz, ES)*, UFSCar. 150p. 1998. (Tese).
- DYBERN, B. Water pollution – a problem with global dimensions. *AMBIO*, v.3, n. 34, p. 139-145. 1974.
- EGBORGE, A. B. M. Observations on the diurnal changes in some physicochemical variables of Lake Asejire – a new impoundment in Nigéria. *Poliskie. Archwm. Hydrobiol.*, 26(3): 301-311. 1979.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA / SERVIÇO NACIONAL E CONSERVAÇÃO DE SOLOS. *Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo*. Rio de Janeiro. 1978.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, FINEP, 575p. 1988.
- ESTEVES, F.A.; ROLAND, F. & BOZELLI, R. L. Lagoas costeiras do Rio de Janeiro: até quando? *Ciência Hoje*, v. 12 (68), p. 68-69. 1990.
- ESTEVES, F. A. *Ecologia das lagoas costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do município de Macaé*. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 464p. 1998.
- FERNANDES, V. O. *Variação temporal da estrutura e dinâmica da comunidade perifítica, em dois tipos de substrato, na lagoa Imboassica, Macaé (RJ)*. PPG-ERN/UFSCar, São Carlos, SP. 198p. 1997. (Tese).
- FERNANDES, V. O.; SOUZA, B. D.; SILVA, J. P. A.; OLIVEIRA, E. C. M. A.; PEREIRA, T. A., *Potencial de florações de cianobactérias em um reservatório de abastecimento doméstico no estado do Espírito Santo (Reservatório Duas Bocas, Cariacica)*. Relatório Final – Projeto de Pesquisa FUNASA. 100p. 2005.
- FIGUEIREDO, C. C. *Estudo da comunidade fitoplanctônica em dois pontos do trecho final do Canal da Passagem (Vitória/ES)*. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Vitória/ES. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. 48p. 2000.
- FRANKEN, V. M. & FRANKEN, W., Limnological studies on the Groben Bullensee, an acid heath-lake in Northern Germany. I. Chemistry, hydrology, phytoplankton. *Arch. Hydrobiol.* 53(3): 364-403. 1977.
- GANF, G.G., Diurnal mixing and the vertical distribution of phytoplankton in a shallow equatorial lake (Lake George, Uganda). *J. Ecol.*, 62(2): 611-629, 1974.
- GARCIA de EMILIANI, M.O., Fitoplancton de la laguna del Vilá (Gerona – España). *Oecol. Aquat.*, 1: 107-155. 1973.
- GARCIA DE EMILIANI, M. O. Sistemática y variaciones cualicuantitativas diurnas del fitoplâncton en el Lago del Parque General Belgrano (Santa Fé – Argentina). *Physis, Sér. B.*, 35(90): 17-38. 1976.
- GARCIA DE EMILIANI, M. O., Fitoplancton de una laguna del Vale Aluvial del Paraná Médio (Los Matadores, Santa Fé – Argentina). I. Estructura y distribución en relación a factores ambientales. *Ecologia*, 4: 127-140. 1980.

- GIANI, A. & LEONARDO, I. Distribuição vertical da algas fitoplanctônicas no reservatório da Pampulha (Belo Horizonte-MG). *Acta Limnol. Brasil.*, 2: 387-404. 1988.
- GONÇALVES, M. A. *Variáveis limnológicas, comunidade fitoplanctônica e influência antrópica em um trecho do rio Pardo (município de Ibatiba-ES)*. Vitória. UFES. 60p. 2002. (Monografia de Especialização).
- GOLTERMAN, H.L., CLIMO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. *Methods for physical and chemical analysis of freshwaters*. 2 ed. Oxford, Blackwell, 315 p. (IBP Handbook, 8). 1978.
- GONZÁLES, A. C. *Las Chlorococcales dulciacuícolas de Cuba*. Biblioteca Phycologica. Band. 99. J. Cramer. In: *Der gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung* – Berlin. Stuttgart. 1996.
- HAPPEY-WOOD, C.M., Ecology of freshwater planktonic green algae. In SANDGREW, C.D. ed. *Growth and reproduction strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press, 442p. 1988.
- HENRY, R., *Ciclo sazonal e variação diurna de fatores ecológicos na represa do rio Pardo (Botucatu-SP)*. USP. São Paulo. 250p. 1977. (Dissertação).
- HENRY, R., Amônia ou fosfato como agente estimulador de crescimento do fitoplâncton na Represa de Jurumirim (Rio Paranapanema – SP). *Revta Brasil. Biol.*, 50: 883-892. 1990.
- HINO, K. & Tundisi, J. G. *Atlas de algas da Represa do Broa*. UFSCar, São Carlos. 1977.
- HINO, K. *Análise qualitativa e quantitativa do microfitoplâncton da Represa do Lobo (Broa), São Carlos/SP*. DCB/UFSCar, São Carlos, SP. 119p. 1979. (Dissertação).
- HUSZAR, V.L.M. & ESTEVES, F.A. Considerações sobre o fitoplâncton de rede de 14 lagoas do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnol. Bras.* 2: 323-345. 1988.
- HUSZAR, V. L. M. Considerações sobre o fitoplâncton da lagoa de Juturnaíba, Araruama, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, v. 49, p. 107-123. 1989.
- HUSZAR, V.L.M., SILVA, L.H.S., ESTEVES, F.A. Estrutura das comunidades fitoplanctônicas de 18 lagoas da região do Baixo rio Doce Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Revista Bras. Biol.*, v.50, n.3, p.585-598, 1990.
- HUSZAR, V. L. M. & SILVA, L. H. S. Composição fitoplanctônica de quatro lagoas costeiras do Norte do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Acta Limnol. Brasil.* V.4, p. 219-314. 1999.
- HUSZAR, V.L.M., WERNECK, A.M., ESTEVES, F.A., Dinâmica nictemeral (48h) da comunidade fitoplanctônica em relação aos principais fatores abióticos na Lagoa Juparanã, Linhares, Espírito Santo, Brasil: fevereiro de 1987. *Revista Bras. Biol.* V.54(1): 111-134. 1994.
- HUSZAR, V. L. M. *Fitoplâncton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (Lago Batata, Pará-Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais*. UFSCar – São Carlos-SP. 219p. 1994. (Tese).
- HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S.; DOMINGOS, P.; MARINHO, M. & MELO, S. Phytoplankton species composition in more sensitive than OECD criteria to the

- trophic status of three Brazilian tropical lakes. *Hydrobiologia*. 369/370. p. 169-181. 1998.
- HUTCHINSON, G.E., *A treatise on Limnology*. Vol.II, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1115p. 1967.
- KENNISH, M. J. *Ecology of Estuaries: Physical and Chemical Aspects*, v. I. CRC Press, Boca Raton, Boston, 254p. 1986.
- KILHAM, S. S. & KILHAM, P. The importance of resources supply rates in determining phytoplankton community structure. In: Trophic interactions within aquatic ecosystems. p. 7-27, AAAS. *Selected Symposium*. 1984.
- KLEMER, A. R. & KNOPKA, A. E., Causes and consequences of blue-green algae (Cyanobacterial) blooms. *Lake and Reservoir management* 5(1): 9-19. 1989.
- KLEMER, A. R., Effects of nutritional status on Cyanobacterial buoyancy, blooms, and dominance, with special reference to inorganic carbon. *Canadian Journal of Botany* 69: 1133-1138. 1991.
- KOMAREK, J., *Aan phytoplankton der sübwassers: Chlorococcales* E. Schweizeibart'sche Verlage, Stuttgart. 1042p. 1983.
- KOMAREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. *Cyanoprokaryota: 1. Teil: Chroococcales*. Gustav Fischer, Germany. 548p. 1999.
- LAGOA Juparanã. c2004. Disponível em: [www.linhares.es.gov.br](http://www.linhares.es.gov.br). Acesso em: 4 jun. 2003.
- LEWIS Jr., W. M. & Weibezham, F. Chemistry, energy and community structure in some Venezuelan fresh waters. *Arch. Hydrobiol.* 50: 145-207. 1976.
- LEWIS Jr., W. M. A compositional phytogeographical and elementary structural analysis of the phytoplankton in a tropical lake: Lanao Lake, Philipines. *J. Ecol.* 66: 213-226. 1978.
- LEWIS Jr., W. M., Analysis of succession in a tropical phytoplankton community and a new measure of succession rate. *Am. Nat.* 112: 401-414. 1978.
- LEWIS Jr., W.M. Tropical Limnology, *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 159-184. 1986.
- LISTON, G. S. *Variação espacial e temporal da comunidade fitoplanctônica em uma lagoa costeira utilizada para o abastecimento doméstico no estado do Espírito Santo (lagoa Maimbá, Guarapari-ES)*. Vitória. UFES. 57p. 2004. (Monografia).
- LOBO, E. & LEIGHTON, G. Estructuras comunitarias de las fitocenosis planctonicas de los sistemas de desembocaduras y esteros de rios de la zona central de Chile. *Rev. Biol. Mar.*, v. 22 (1), p. 1-29. 1986.
- LUCAS, P. S. *Influência de uma estação de tratamento de esgoto sobre um sub-sistema estuarino (Canal da Passagem, Vitória/ES): Comunidade fitoplanctônica e nutrientes*. UENF – Campos dos Goytacazes-RJ. 120p. 2002. (Dissertação).
- LUDWIG, J. A. & REYNOLDS, J. F. *Statistical ecology: a primer on methods and computing*. John Wiley & Sons. 337p. 1988.
- MARGALEF, R., *Limnologia*. Barcelona, Omega, 1010p. 1983.
- MARGALEF, R., *Ecologia*. Barcelona, Omega, 951p. 1989.

- MARTINS, F. C. O. *Estrutura das comunidades perifítica (em substrato natural) e fitoplanctônica na lagoa da UFES (Vitória-ES) e utilização destas comunidades como bioindicadores das qualidade da água Vitória*. UFES. 67p. 2002. (Monografia).
- MATSUMURA, T.; HINO, K. & ROCHA, O., Características limnológicas da lagoa do taquaral (Campinas-SP), um ambiente hipereutrófico. *Cienc. Cult.*, São Paulo. V. 38, p. 420-425, 1986.
- MAZUNDER, A. & TAYLOR, W. D. Thermal structure of lakes varying in size and water clarity. *Limnol. Oceanogr.*, 39(4): 968-976.1990.
- MELO, S. & HUSZAR, V. L. M. Phytoplankton in an Amazonian flood-plain lake (Lago Batata, Brasil): diel variation and species strategies. *Journal of Plankton Research*. v. 22, n. 1, p. 63-76. 2000.
- MOSS, B. The influence of environmental factors on distribution of freshwater algae: an experimental study. II The role of pH and the carbon dioxide- bicarbonate system. *J. Ecol.*, 61: 172-192. 1973.
- MOSS, B., *Ecology of freshwaters, man and medium*. 2 Ed. Oxford, Blackwell Sci. Publ. 417p. 1988.
- NASCIMENTO, J. D. *Caracterização limnológica da lagoa de Carapebus, Serra-ES: Aspectos físicos, físico-químicos e biológicos*. Vitória. UFES. 64p. 2002. (Monografia de Especialização).
- NOGUEIRA, I. S. *Chlorococcales Sensu lato (Chlorophyceae) do município do Rio de Janeiro e arredores, Brasil: Inventário e considerações taxonômicas*. Rio de Janeiro. UFRJ. 356p. 1991. (Dissertação).
- NOGUEIRA, M. G. & MATSUMURA-TUNDISI, T. Limnologia de um sistema artificial raso (Represa do Monjolinho, São Carlos-SP): dinâmica das populações planctônicas. *Acta Limnol. Brasil*. 8: 149-168. 1996.
- NYGAARD, G. Hidrobiological studies of some Danish ponds and lakes. II The content hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. *Kgl. Dansk Videnskab. Biol. Skrifter*. v.7, n.1, p. 288-293, 1949.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara S. A. 434p. 1988.
- OLIVEIRA, A.I., LEONARDOS, O.H. *Geologia do Brasil*. 3 ed., Coleção Mossorensense, vol. LXXII, Mossoró. 1978.
- OLIVEIRA, L. B.; CAVATI, B. & FERNANDES, V. O. Estrutura das comunidades fitoplanctônica e perifítica do rio Pequeno – Linhares/ES. *Simpósio de Meio Ambiente: terra, solo, ar. 14 a 17 de setembro de 2004. Viçosa. Anais*.
- OLIVEIRA, L. B., *Dinâmica temporal da comunidade fitoplanctônica na lagoa Juparanã e no seu principal tributário, baseado em variações nictemerais*. UFES. Vitória-ES. 2005. (em prep.)
- OLRIK, K. *Phytoplankton Ecology*. Denmark, Danish Environmental Protection Agency. 183p. 1994.
- PALMER, M. C., *Algae and water pollution*. Cincinnati: National Technical Information Service, 1977.

- PAYNE, A. *The ecology of tropical lakes and rivers*. Chichester. John Willwy & Sons. 301p. 1986.
- PEARL, H. W. Growth and reproductive strategies of freshwater blue-green algae. In: SANDGREEN, K. ed. *Growth and reproductive strategies of freshwaters phytoplankton*. 261-315p. Cambridge University Press. 1988.
- PEINADOR, M. Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgânica. *Ver. Biol. Trop.*, 47 (3); 381-391. 1999.
- PEREZ, G.R., *Fundamentos de limnologia neotropical*. (ed) Colômbia: Universidade de Antioquia, 529p. 1992.
- PINTO-COELHO, R. M. & GIANI, A., Variações sazonais do fitoplâncton e fatores físico-químicos da água no reservatório do Lago Paranoá, Brasília-DF. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 37, p. 2000-2006. 1985.
- POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. COSTA NETO, J. P.; CAVALCANTE, P. R. S.; IBANEZ, M. S. R.; FERREIRA-CORREIA, M. M. & BARBIERI, R. Heterogeneidade espacial do fitoplâncton no reservatório de Boa Esperança (Maranhão-Piauí, Brasil). *Acta Limnol. Brasil.* São Paulo, v. 10. n. 2, p. 101-113, 1998.
- PRESCOTT, G. W. *Algae of the Western Great lakes Area*. Revised Edition. Wm. C. Brown Company Publishers. Michigan. 1975.
- RAMÍREZ R., J. J. *Variações espacial, vertical e nictemeral da estrutura da comunidade fitoplanctônica e variáveis ambientais em quatro dias de amostragem de diferentes épocas do ano no Lago das Garças, São Paulo*. USP, São Paulo-SP. 284p. 1996. (Tese).
- REYNOLDS, C. S., Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarct. Ecol.*, 3: 141-159. 1980.
- REYNOLDS, C.S. *The ecology of freshwater phytoplankton*. Cambridge. Cambridge University Press, 1984. 384p.
- ROBERTO, S. & ABREU, R. M., Utilidade dos indicadores de água. *Ambiente*. V. 5, p. 47. 1991.
- ROJO, C., Differential attributes of phytoplankton across the trophic gradient: a conceptual landscape with gaps. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 369-370, p. 1-9, 1998.
- ROLLA, M. E. *et al.* Composição físico-química e biológica e o sedimento do reservatório de Volta Grande, Minas Gerais / São Paulo. *Acta Limnol. Brasil.* 3(1): 201-218. 1990.
- SANDGREEN, C. D. *Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton*. Cambridge, Cambridge University Press. 442p. 1988.
- SANT'ANNA, C. L. *Chlorococcales (Chlorophyceae) do estado de São Paulo, Brasil – Bibliotheca Phycologica* Herausgegeben von J. Cramer. In: *der A. R. Gantner Verlag Kommanditgesells – FL – 9490 vaduz*. Printed in Germany Band 67. 1989.
- SANT'ANNA, C. L. & MARTINS, D. V. Chlorococcales (Chlorophyceae) dos lagos Cristalino e São Sebastião, Amazonas, Brasil: taxonomia e aspectos limnológicos. *Revta. Bras. Bot.*, 5: 67-82. 1982.

- SANT'ANNA, C. L.; SORMUS, L.; TUCCI, A. & AZEVEDO, M. T. P., Variação sazonal do fitoplâncton do Lago das Garças, São Paulo, SP, Brasil. *Hoehnea*. 24: 67-86. 1996.
- SANT'ANNA, C. L.; SORMUS, L.; TUCCI, A.; AZEVEDO, M. T. P., Variação sazonal do fitoplâncton do lago das Garças, São Paulo-SP. *Hoehnea* 24(1): 67-86. 1997.
- SARTORI, G.; CETRANGOLO, C. & FERNANDES, V. O., Algas perifíticas uma ameaça aos reservatórios e tanques de ETAs? In: *Caderno de Resumos Simpósio Ecologia de Reservatórios: Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata*. Instituto de Biociências Universidade Estadual Paulista. 11 a 14 de julho de 2004.
- SCHAEFER, A. *Fundamentos de Ecologia e biogeografia das águas continentais*. I. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade. UFRGS, 532p. 1985.
- SCHAEFFER, J. K. *Estudo da comunidade fitoplanctônica e algumas variáveis ambientais na lagoa de Carapebus (Serra-ES)*. Vitória. UFES. 67p. 2002. (Monografia).
- SCHAEFFER, J. K. *Variação da comunidade fitoplanctônica na região estuarina dos rios Piraquê-Açu e Piraquê-Mirim (Aracruz-ES) e suas relações com os fatores ambientais*. Vitória-ES, UFES. 2005.
- SEMIONATO, S., *Variação temporal da comunidade perifítica (em substrato artificial) e sua utilização como bioindicador da qualidade da água na lagoa da UFES*. UFES. Vitória-ES. 84 p. 2002. (Monografia).
- SHANNON, C. E. WEANNER, W. *The mathematical theory of communication*. Urbana, University of Illinois Press. 173p. 1963.
- SHAPIRO, J.; LAMARRA, V. & LYNCH, M., Biomanipulation: an ecosystems approach to lake restoration. In: BREZOCK, P. L. & FOX, J. L. (eds.): *Symposium on Water Quality Management through Biological Control*. P. 85-96, Univ. of Flórida, Gainesville. 1975.
- SHILO, M. *Factores implicados en la dinamica de las proliferaciones de algas en la naturaleza*. In: VAN DOBBEN, W. H. & LOWE-McCONNELL, R. H. ed. *Conceptos unificadores en ecología*. Barcelona, Editorial Blume. 397p. 1980.
- SILVA, S. M. A.; et al., O microfitoplâncton das águas costeiras do litoral fluminense (RJ): Lista de espécies e aspectos ecológicos. *Bolm. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 36: 1-12. 1988.
- SLÁDECEK, V. Continental system for assessment of river water quality. In: International Symposium of biological indicators of quality. New Castle, 1979. *Anais...* New Castle: Upon Tyne, p. 3-31. 1979.
- SMITH, V. H., Low nitrogen to phosphorus ratios favor dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. – *Science*. 221: 669-680. 1983.
- SOMMER, U. Nutrient competition between phytoplankton species in multispecies chemostat experiments. *Arch. Hydrobiol.*,96(4): 399-416. 1983.
- STEWART, A. J. & WETZEL, R. G. Cryptophytes and other microflagellates as couplers in planktonic community dynamics. *Arch. Hydrobiol.* 106: 1-19. 1986.
- SUGUIO, K. MARTIN, L. & DOMINGUEZ, J., Evolução da Planície Costeira do Rio Doce (ES) durante o Quaternário; Influência das flutuações do Nível do Mar. *Atas IV Simp. Quat. Brasil*. 93-116. 1982.

- TALLING, J. F., Diurnal changes of stratification and photosynthesis in some tropical African Waters. *Proc. R. Soc., Sér. B.* 1147: 57-83. 1957.
- TALLING, J., The phytoplankton of lake Victoria (East Africa). *Arch. Hidrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 25: 229-256. 1986.
- TENENBAUM, D. R. *O fitoplâncton numa região tropical costeira impactada pelo efluente de uma fábrica de celulose Espírito Santo/Brasil*. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – São Carlos/SP. Universidade Federal de São Carlos. 245p. 1993.
- TER BRAAK, C. J. F. *Ordination*. In: Jogman, R. H. G., TER BRAAK, C. J. F. & VAN TONGEREN, O. F. R. eds. *Data analysis in community and landscape ecology*. Cambridge Press. Chap. 5: 91-173. 1995.
- TEUBNER, E. R. *Estudos limnológicos na lagoa Guanandy (ES)*. Vitória. UFES. 78p. 1992. (Monografia de Especialização).
- TILMAN, D.; KILHAM, S. S. & KILHAM, P., Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients – *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 13: 349-372. 1982.
- TILZER, M.M., Diurnal Periodicity in the phytoplankton assemblage of a high mountain lake. *Limnol. Oceanogr.*, 18: 15-30. 1973.
- TORGAN, L. C. Estudo taxonômico de diatomáceas (Bacillariophyceae) da represa de Águas Belas, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Heringia. Sér. Bot.*, Porto Alegre (33): 17-104, 1985.
- TUNDISI, J. G. A review of basic ecological processes interacting with production and standing-stock of phytoplankton in lakes and reservoirs in Brazil. *Hydrobiologia*, 100: 223-243. 1983.
- UEHLINGER, V. Étude statistique des méthodes de dénombrement planctonique. *Arch. Sci.*, 17 (2): 121-123. 1964.
- UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommung der quantitativen phytoplankton Metodik. *Mitt. Int. Ver. Theor. Argew. Limnol.*, 9: 1-38. 1958.
- WALSBY, A.E. & REYNOLDS, C.S., Sinking and floating In: I. Morris (ed.). *The physiological ecology of phytoplankton*. Oxford., Blackwell. Sei. Publ. P. 371-412 (Studies in Ecology, v.7), 1980.
- WATANABE, T. *Flutuação sazonal e distribuição espacial do nano e microfitoplâncton na Represa do Lobo (Broa), São Carlos-SP*. São Carlos. UFSCar. 160p. 1981. (Dissertação).
- WEBER, C. I. *Plankton*. In: National Environmental Research Center Office of Research and Development U. S. Environmental Protection Agency Cincinnati (Ed.). Biological field and laboratory methods for measuring the quality surface water and effluents. U. S. A. p.1-17. 1973.
- WETZEL, R.G. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1981. 679p.
- YAN, N.D. Phytoplankton community of an acidified, heavy-metal contaminated lake near Sudbury, Ontario; 1973-1977. *Wat. Air. Soil. Pollut.* 11: 43-55. 1979.
- XAVIER, M. B. Euglenaceae pigmentadas (Euglenophyceae) do rio Grande, Represa Billings, São Paulo, Brasil: Estudo limnológico. *Acta Limnol. Brasil.* São Pulo, v. 2, p. 303-321, 1988.

**ANEXOS**

Tabela 1: Dados meteorológicos - temperatura média (°C), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (° C), pluviosidade (mm) e número de dias chuvosos, no período de julho de 2003 a julho de 2004, para o município de Linhares, obtidos na estação meteorológica do Incaper/Linhares-ES.

Meses - 2003 / 2004	Temp. Média	Temp. Máxima	Temp. Mínima	Pluviosidade	Número de dias chuvosos
Julho	21,7	27,8	17,3	76,7	13
Agosto	21,2	27,1	17,1	39,2	9
Setembro	22,5	28,1	18,6	31,8	12
Outubro	23,6	29,0	19,5	45,0	11
Novembro	25,6	30,4	22,1	86,8	15
Dezembro	26,2	31,3	22,6	234,9	17
Janeiro	25,5	29,7	20,0	282,3	22
Fevereiro	25,8	30,8	22,3	135,5	19
Março	25,3	30,0	21,8	298,3	22
Abril	26,4	29,4	21,3	305,8	19
Maio	23,3	28,4	20,0	54,3	9
Junho	21,5	27,1	17,6	90,1	10
Julho	20,7	25,9	17,4	99,0	14

Tabela 2: Velocidade do vento (m/s) nas amostragens de agosto e março de 2003.

Meses	Ponto 1	Ponto 2
Agosto	0,7	13,5
Novembro	7,3	12,6

Tabela 3: Valores da profundidade (m), da transparência da água (m) e da profundidade da zona eufótica (m) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo.

Meses	Profundidade		Transparência		Zona Eufótica	
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 1	Ponto 2
Agosto	11	1,2	3,25	1,2	9,75	1,2
Novembro	11	1,5	3,35	1,5	10	1,5
Março	13	3,3	1,1	0,7	3,3	2,1
Junho	13	3,3	1,05	0,85	3,15	2,55

Tabela 4: Variação da temperatura da água (° C) e do oxigênio dissolvido (mg/L e % Sat.) no ponto 1 durante o período estudado.

Profundidade	Agosto		Novembro		Março		Junho	
	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.
0 m	23,6	8,2 / 96	28,2	7,8/99	28,9	6,9/89	25,2	8,8/105
1 m			28,1	7,7/99	28,9	6,9/89	24,8	8,6/103
2 m			28,1	7,7/99	28,8	6,8/87	24,7	8,6/102
3 m			28,0	7,7/99	28,8	6,7/86	24,6	8,5/103
4 m	25,0	6,2 / 96	28,0	7,7/98	28,7	6,7/86	24,6	8,4/101
5 m			27,9	7,7/98	28,6	6,7/86	24,6	8,5/102
6 m			27,8	7,7/98	28,5	6,8/86	24,6	8,5/103
7 m			27,8	7,7/97	28,5	6,8/87	24,6	8,6/103
8 m			27,8	7,7/97	28,4	6,7/86	24,5	8,4/103
9 m	24,8	6,2 / 95	27,7	7,6/97	28,1	5,5/76	24,5	8,6/103
10 m			27,7	7,6/95	27,9	4,9/70	24,5	8,8/104

Tabela 5: Variação da temperatura da água (° C) e do oxigênio dissolvido (mg/L) no ponto 2 durante o período estudado.

Profundidade	Agosto		Novembro		Março		Junho	
	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.	Temp.	O.D.
0 m	24,4	8,9/105	28,3	9,3/97	28,6	6,4/82	25,9	9,6/117
1 m	24,6	7,1/96	28,3	9,1/97	28,5	6,4/83	25,9	9,6/117
2 m					28,0	5,7/74	25,4	9,1/116
3 m					27,8	5,1/66	25,4	9,1/112

Tabela 6: Variação dos valores do pH, da condutividade elétrica da água ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), da turbidez (UNT) e dos sólidos totais em suspensão ( $\text{mg}/\text{L}$ ) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo.

<b>Meses/ Pontos</b>	<b>pH</b>	<b>Condutividade</b>	<b>Turbidez</b>	<b>STS</b>
<b>AGO / 1 S</b>	6,0	86,3	2,3	0,44
<b>AGO / 1 M</b>	6,8	92,2	3,2	0,58
<b>AGO / 1 F</b>	6,7	92,1	3,84	0,7
<b>AGO / 2 S</b>	7,4	86,8	2,18	0,48
<b>AGO / 2 F</b>	7,7	88,5	2,64	1,2
<b>NOV / 1 S</b>	6,7	90,2	1,94	1,75
<b>NOV / 1 M</b>	6,7	90,1	11,3	4,5
<b>NOV / 1 F</b>	6,7	89,4	1,84	1
<b>NOV / 2 S</b>	8,1	90,3	2,75	0
<b>NOV / 2 F</b>	8,1	90,3	2,72	0,25
<b>MAR / 1 S</b>	6,0	81,9	21,0	9,11
<b>MAR / 1 M</b>	5,6	82,0	20,0	7,25
<b>MAR / 1 F</b>	6,1	82,0	20,5	7,5
<b>MAR / 2 S</b>	6,0	82,3	20,9	4
<b>MAR / 2 M</b>	6,1	82,5	20,6	6,19
<b>MAR / 2 F</b>	6,0	82,7	20,9	5,42
<b>JUN / 1 S</b>	6,1	79,3	20,8	6,25
<b>JUN / 1 M</b>	6,2	79,6	21,1	5,75
<b>JUN / 1 F</b>	6,2	79,6	16,5	5,25
<b>JUN / 2 S</b>	6,0	79,5	11,4	7,25
<b>JUN / 2 M</b>	6,5	79,2	17,7	7,25
<b>JUN / 2 F</b>	6,0	79,4	19,8	5,5

Sendo: S – Superfície

M – Meio

F - Fundo

Tabela 7: Variação dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ), do nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ), do nitrogênio amoniacal ( $\mu\text{g/L}$ ), do nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ) e do N-total ( $\mu\text{g/L}$ ) na lagoa Juparanã durante o período de estudo.

Meses/ Pontos	Ortofosfato	Nitrato	Nitrogênio amoniacal	Nitrito	N-total
<b>AGO / 1 S</b>	1,2	207,9	-	-	-
<b>AGO / 1 M</b>	1,2	166,1	-	18,8	-
<b>AGO / 1 F</b>	1,5	194,0	-	-	-
<b>AGO / 2 S</b>	1,2	166,5	12,7	-	-
<b>AGO / 2 F</b>	1,2	169,5	-	-	-
<b>NOV / 1 S</b>	99,1	26,5	-	1,8	583,9
<b>NOV / 1 M</b>	102,0	23,6	-	1,5	582,4
<b>NOV / 1 F</b>	105,0	26,9	-	3,0	576,0
<b>NOV / 2 S</b>	119,7	16,7	-	4,5	573,7
<b>NOV / 2 F</b>	99,1	17,7	-	4,2	571,8
<b>MAR / 1 S</b>	24,8	205,4	70,5	3,9	571,8
<b>MAR / 1 M</b>	9,9	222,6	6,9	2,5	549,1
<b>MAR / 1 F</b>	-	170,6	131,7	3,6	530,4
<b>MAR / 2 S</b>	-	102,7	22,7	1,8	528,9
<b>MAR / 2 M</b>	3,3	67,9	11,4	4,2	515,4
<b>MAR / 2 F</b>	8,2	109,9	0,07	0,7	515,5
<b>JUN / 1 S</b>	19,7	116,6	20,7	7,1	539,2,
<b>JUN / 1 M</b>	10,3	103,5	26,6	3,2	528,5
<b>JUN / 1 F</b>	13,5	123,0	30,9	7,1	527,2
<b>JUN / 2 S</b>	22,9	115,9	117,9	5,5	736,5
<b>JUN / 2 M</b>	21,3	114,5	123,9	5,5	717,9
<b>JUN / 2 F</b>	15,0	140,9	60,5	2,8	753,0

Sendo: S – Superfície

M – Meio

F - Fundo



Tabela 9: Frequência de ocorrência dos táxons, durante o período de estudo.

Espécies	Constante	Comum	Rara
<b>CYANOPHYCEAE</b>			
<i>Anabaena ambigua</i>			X
<i>Anabaena solitaria</i>		X	
<i>Aphanocapsa incerta</i>		X	
<i>Aphanocapsa parietina</i>		X	
<i>Calotrix braunii</i>			X
Chroococcales 1		X	
Chroococcales 2		X	
<i>Chroococcus limneticus</i>		X	
<i>Chroococcus minutus</i>			X
<i>Cilindrospermopsis</i> sp.			X
<i>Geitlerinema amphibium</i>		X	
<i>Gloeocapsa aeruginosa</i>			X
<i>Limnothrix / Planktothrix</i> sp.			X
<i>Lyngbya</i> cf. <i>brasiliensis</i>			X
<i>Lyngbya birgei</i>			X
<i>Leptolyngbya perelegans</i>		X	
<i>Merismopedia tenuissima</i>		X	
<i>Microcystis aeruginosa</i>			X
<i>Microcystis smithii</i>			X
<i>Microcystis</i> sp.			X
Nostocales 1			X
<i>Oscillatoria leonardii</i>			X
<i>Oscillatoria limosa</i>		X	
<i>Oscillatoria pseudogeminata</i>			X
<i>Oscillatoria sancta</i>			X
<i>Pseudonabaena</i> sp.			X
<i>Raphidiopsis mediterranea</i>	X		
<i>Rhabdogloea linearis</i>			

Espécies	Constante	Comum	Rara
<i>Synechocystis aquatilis</i>		x	
<i>Synechocystis</i> sp.	x		
<b>ZYGNEMAPHYCEAE</b>			
<i>Cosmarium contractum</i>		x	
<i>Cosmarium margaritatum</i>			x
<i>Cosmarium binum</i>			x
<i>Cosmarium</i> sp.		x	
<i>Desmidium baileyi</i>			x
<i>Desmidium swartzii</i>			<b>x</b>
<i>Gonatozygon</i> sp.			x
<i>Mougeotia</i> sp.			x
<i>Spirogyra</i> sp.1			x
<i>Spirogyra</i> sp.2			x
<i>Staurastrum tetracerum</i>			
<i>Staurastrum micron</i>		x	
<i>Staurastrum brasiliensis</i>		x	
<i>Staurastrum margaritaceum</i>			x
<i>Staurastrum trifidum</i>			x
<i>Staurastrum laeve</i>			<b>x</b>
<i>Staurastrum leptocladum</i>			x
<i>Staurastrum pentacerum</i>			x
<i>Staurastrum</i> cf. <i>brachioprominens</i>			x
<i>Staurastrum subamericanum</i>			x
<i>Staurastrum rotula</i>		x	
<i>Staurastrum</i> sp.		x	
<i>Stauroidesmus subpygmaeum</i>	x		
<i>Stauroidesmus convergens</i>	x		
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i>	x		

Espécies	Constante	Comum	Rara
<i>Zygnema</i> sp.			x
<b>CHLOROPHYCEAE</b>			
<i>Ankistrodesmus gracilis</i>			x
Chlorophyceae 1	x		
Chlorococcales 1		x	
<i>Chlorella</i> cf. <i>vulgaris</i>		x	
<i>Chlorella</i> sp.	x		
<i>Closteriopsis</i> sp.			x
<i>Coelastrum microporum</i>		x	
<i>Coelastrum reticulatum</i>		x	
<i>Dictyochlorella globosa</i>			x
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	x		
<i>Eutetramorus</i> / <i>Radiococcus</i> sp.	x		
<i>Golenkinia paucispina</i>		x	
<i>Golenkinia radiata</i>		x	
<i>Micractinium</i> cf. <i>pusillum</i>		x	
<i>Monoraphidium</i> sp. 1	x		
<i>Monoraphidium</i> sp. 2	x		
<i>Oocystis</i> cf. <i>lacustris</i>	x		
<i>Oocystis</i> sp.		x	
<i>Pediastrum simplex</i>			x
<i>Pediastrum duplex</i>			x
<i>Quadrigula closterioides</i>		x	
<i>Quadrigula pfitzeri</i>			x
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			x
<i>Tetrastrum</i> sp.			x
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>			
<i>Asterionella formosa</i>			x

Espécies	Constante	Comum	Rara
<i>Aulacoseira cf. granulata</i>		x	
<i>Eunotia monodon</i>			x
<i>Eunotia sp. 1</i>		x	
<i>Eunotia sp. 2</i>		x	
<i>Eunotia sp. 3</i>		x	
<i>Fragillaria constricta</i>			x
<i>Frustulia rhomboides</i>			x
<i>Melosira ambigua</i>			x
<i>Navicula viridula</i>			x
<i>Nitzschia sp.</i>			X
<i>Pleurosigma / Gyrosigma sp.</i>			x
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	x		
<i>Rhizosolenia sp.</i>		x	
<i>Tabellaria sp.</i>			<b>x</b>
<b>OEDOGONIOPHYCEAE</b>			
<i>Oedogonium sp. 1</i>			x
<i>Oedogonium sp. 2</i>			x
<i>Oedogonium sp. 3</i>			x
<i>Oedogonium sp. 4</i>			x
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>			
<i>Cryptomonas sp.</i>	x		
<i>Gloeomonas sp.</i>			x
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>			
<i>Dinobryon sertularia</i>		x	
<i>Dinobryon sp.</i>			x
<i>Mallomonas sp.</i>		x	

Espécies	Constante	Comum	Rara
<b>DINOPHYCEAE</b>			
Dinophyceae 1			x
Dinophyceae 2			x
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>			
<i>Euglena</i> sp.			x
<i>Trachelomonas</i> sp.			x

Tabela 10: Variação dos valores da densidade fitoplanctônica (ind./mL), da riqueza de espécies (número de táxons), da diversidade específica (bits/ind.) e da equitabilidade na lagoa Juparanã, durante o período de estudo.

Meses/ Pontos	Densidade	Riqueza	Diversidade	Equitabilidade
<b>AGO / 1 S</b>	102	6	2,24	1
<b>AGO / 1 M</b>	145	6	2,25	1
<b>AGO / 1 F</b>	466	5	1,12	0,52
<b>AGO / 2 S</b>	205	8	2,49	0,95
<b>AGO / 2 F</b>	230	6	2,17	1
<b>NOV / 1 S</b>	794	13	2,69	0,68
<b>NOV / 1 M</b>	408	9	2,36	0,77
<b>NOV / 1 F</b>	1467	16	2,84	0,62
<b>NOV / 2 S</b>	555	7	2,00	0,75
<b>NOV / 2 F</b>	468	9	2,18	0,67
<b>MAR / 1 S</b>	1683	13	2,96	0,84
<b>MAR / 1 M</b>	1122	10	2,95	1
<b>MAR / 1 F</b>	602	9	2,51	0,86
<b>MAR / 2 S</b>	509	7	1,68	0,58
<b>MAR / 2 M</b>	624	9	1,89	0,53
<b>MAR / 2 F</b>	629	6	1,45	0,57
<b>JUN / 1 S</b>	1275	7	0,79	0,28
<b>JUN / 1 M</b>	1207	15	2,74	0,62
<b>JUN / 1 F</b>	930	8	1,98	0,65
<b>JUN / 2 S</b>	918	6	1,65	0,66
<b>JUN / 2 M</b>	1887	14	2,36	0,49
<b>JUN / 2 F</b>	1249	7	2,01	0,76

Sendo: S – Superfície, M – Meio, F- Fundo

Tabela 11: Variação dos valores da clorofila *a* ( $\mu\text{g/L}$ ) e da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ) na lagoa Juparanã, durante o período de estudo.

Meses/ Pontos	Clorofila <i>a</i>	Feofitina
AGO / 1 S	0	0,93
AGO / 1 M	0	1,87
AGO / 1 F	0,036	4,00
AGO / 2 S	0,89	1,60
AGO / 2 F	0,89	0,98
NOV / 1 S	0	0
NOV / 1 M	0,89	0,98
NOV / 1 F	0	0
NOV / 2 S	0	3,00
NOV / 2 F	0,53	1,51
MAR / 1 S	4,67	1,40
MAR / 1 M	5,35	4,00
MAR / 1 F	3,56	0,80
MAR / 2 S	2,67	0,60
MAR / 2 M	2,67	0,44
MAR / 2 F	1,78	0,08
JUN / 1 S	0	6,61
JUN / 1 M	0	3,74
JUN / 1 F	0,67	1,67
JUN / 2 S	2,13	1,60
JUN / 2 M	2,00	0,33
JUN / 2 F	1,33	6,14

Sendo: S – Superfície  
M – Meio  
F - Fundo

Tabela 12: Análise Estatística Descritiva dos valores da temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante o período de estudo.

Média	27,8
Desvio Padrão	1,76
Mínimo	23,6
Máximo	28,9
CV %	6,3
Amplitude	5,3

Tabela 13: Análise Estatística Descritiva dos valores do oxigênio dissolvido (mg/L) durante o período de estudo.

Média	<b>7,7</b>
Desvio Padrão	<b>1,17</b>
Mínimo	<b>4,9</b>
Máximo	<b>9,6</b>
CV %	<b>15,2</b>
Amplitude	<b>4,7</b>

Tabela 14: Análise Estatística Descritiva dos valores do pH durante o período de estudo.

Média	<b>6,5</b>
Desvio Padrão	<b>0,7</b>
Mínimo	<b>5,6</b>
Máximo	<b>8,1</b>
CV %	<b>10,7</b>
Amplitude	<b>2,5</b>

Tabela 15: Análise Estatística Descritiva dos valores da condutividade elétrica da água ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>84,8</b>
Desvio Padrão	<b>4,78</b>
Mínimo	<b>79,2</b>
Máximo	<b>92,2</b>
CV %	<b>5,63</b>
Amplitude	<b>13</b>

Tabela 16: Análise Estatística Descritiva dos valores da turbidez (UNT) durante o período de estudo.

Média	<b>12,08</b>
Desvio Padrão	<b>8,5</b>
Mínimo	<b>1,84</b>
Máximo	<b>21,1</b>
CV %	<b>70,3</b>
Amplitude	<b>19,26</b>

Tabela 17: Análise Estatística Descritiva dos valores dos sólidos totais em suspensão (mg/L) durante o período de estudo.

Média	<b>3,98</b>
Desvio Padrão	<b>2,99</b>
Mínimo	<b>0</b>
Máximo	<b>9,11</b>
CV %	<b>75,1</b>
Amplitude	<b>9,11</b>

Tabela 18: Análise Estatística Descritiva dos valores do ortofosfato ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>34,04</b>
Desvio Padrão	<b>42,86</b>
Mínimo	<b>1,16</b>
Máximo	<b>119,76</b>
CV %	<b>125,9</b>
Amplitude	<b>118,6</b>

Tabela 19: Análise Estatística Descritiva dos valores do nitrato ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>118,59</b>
Desvio Padrão	<b>66,19</b>
Mínimo	<b>16,67</b>
Máximo	<b>222,62</b>
CV %	<b>55,8</b>
Amplitude	<b>205,95</b>

Tabela 20: Análise Estatística Descritiva dos valores de nitrogênio amoniacal ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>48,96</b>
Desvio Padrão	<b>47,45</b>
Mínimo	<b>0,07</b>
Máximo	<b>131,75</b>
CV %	<b>96,9</b>
Amplitude	<b>131,68</b>

Tabela 21: Análise Estatística Descritiva dos valores do nitrito ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>4,55</b>
Desvio Padrão	<b>3,97</b>
Mínimo	<b>0,67</b>
Máximo	<b>7,06</b>
CV %	<b>87,2</b>
Amplitude	<b>6,39</b>

Tabela 22: Análise Estatística Descritiva dos valores do N-total ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>550,7</b>
Desvio Padrão	<b>78,7</b>
Mínimo	<b>515,5</b>
Máximo	<b>753</b>
CV %	<b>62</b>
Amplitude	<b>237,5</b>

Tabela 23: Análise Estatística Descritiva dos valores da densidade fitoplanctônica (ind./mL) durante o período de estudo.

Média	<b>794</b>
Desvio Padrão	<b>504,6</b>
Mínimo	<b>102</b>
Máximo	<b>1887</b>
CV %	<b>63,5</b>
Amplitude	<b>1785</b>

Tabela 24: Análise Estatística Descritiva dos valores da riqueza específica (número de táxons) durante o período de estudo.

Média	<b>8,9</b>
Desvio Padrão	<b>3,25</b>
Mínimo	<b>5</b>
Máximo	<b>16</b>
CV %	<b>36,5</b>
Amplitude	<b>11</b>

Tabela 25: Análise Estatística Descritiva dos valores da diversidade específica (bits/ind.) durante o período de estudo.

Média	<b>2,15</b>
Desvio Padrão	<b>0,56</b>
Mínimo	<b>0,79</b>
Máximo	<b>2,96</b>
CV %	<b>26,04</b>
Amplitude	<b>2,17</b>

Tabela 26: Análise Estatística Descritiva dos valores da equitabilidade durante o período de estudo.

Média	<b>0,71</b>
Desvio Padrão	<b>0,19</b>
Mínimo	<b>0,28</b>
Máximo	<b>1</b>
CV %	<b>26,7</b>
Amplitude	<b>0,72</b>

Tabela 27: Análise Estatística Descritiva dos valores da clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>1,36</b>
Desvio Padrão	<b>1,58</b>
Mínimo	<b>0</b>
Máximo	<b>5,35</b>
CV %	<b>116,1</b>
Amplitude	<b>5,35</b>

Tabela 28: Análise Estatística Descritiva dos valores da feofitina ( $\mu\text{g/L}$ ) durante o período de estudo.

Média	<b>1,92</b>
Desvio Padrão	<b>1,88</b>
Mínimo	<b>0</b>
Máximo	<b>6,61</b>
CV %	<b>97,9</b>
Amplitude	<b>6,61</b>

