

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E RECURSOS NATURAIS

**ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO FITOPLÂNCTON NOS  
SISTEMAS LÓTICOS E LÊNTICOS DA BACIA DO TIETÊ-  
JACARÉ (UGRHI-TIETÊ-JACARÉ) EM RELAÇÃO À  
QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO**

**Anna Paula Luzia**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências (Ciências Biológicas), área de concentração em Ecologia e Recursos Naturais.

São Carlos – SP  
2009

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

L979eo

Luzia, Anna Paula.

Estrutura organizacional do fitoplâncton nos sistemas lóticos e lênticos da bacia do Tietê-Jacaré (UGRHi-Tietê-Jacaré) em relação à qualidade da água e estado trófico / Anna Paula Luzia. -- São Carlos : UFSCar, 2009.  
169 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2009.

1. Limnologia. 2. Fitoplâncton. 3. Tietê/Jacaré, Bacia (SP).  
4. Indicadores (Biologia). 5. Eutrofização. 6. Frentes frias. I.  
Título.

CDD: 574.52632 (20<sup>a</sup>)

**Anna Paula Luzia**

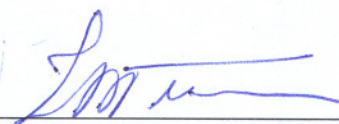
**ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DO FITOPLÂNCTON NOS SISTEMAS  
LÓTICOS E LÊNTICOS DA BACIA DO TIETÊ-JACARÉ (UGRH-TIETÊ-  
JACARÉ) EM RELAÇÃO À QUALIDADE DA ÁGUA E ESTADO TRÓFICO**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Carlos, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências.

**Aprovada em 28 de agosto de 2009**

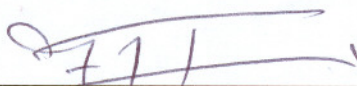
**BANCA EXAMINADORA**

Presidente



Prof. Dra. Takako M. Tundisi  
(Orientadora)

1º Examinador



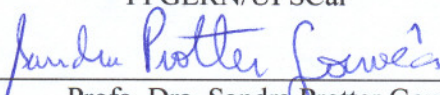
Prof. Dr. José Galizia Tundisi  
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



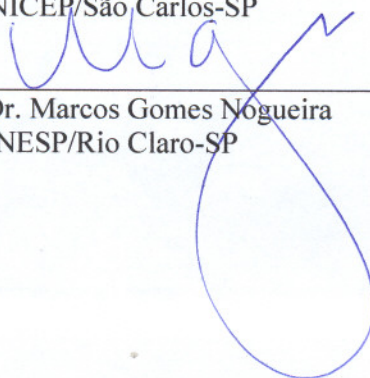
Prof. Dra. Odete Rocha  
PPGERN/UFSCar

3º Examinador



Prof. Dra. Sandra Protter Gouvêa  
UNICEP/São Carlos-SP

4º Examinador



Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira  
UNESP/Rio Claro-SP



Prof. Dra. Dalva Maria da Silva Matos  
Coordenadora  
PPGERN/UFSCar

## **AGRADECIMENTOS**

Ao CNPQ CT-Hidro pela bolsa de doutorado concedida (Processo no. 142509/2004-3).

À FINEP/CT-Hidro pelo suporte financeiro que tornou possível este trabalho (Número do Convênio: 01.04.0999.01).

Ao Instituto Internacional de Ecologia (IIE), principalmente ao diretor José Eduardo, pela infra-estrutura fornecida e todo suporte para que este trabalho pudesse ser realizado.

À Profa. Dra. Takako Matsumura Tundisi pela orientação, amizade, lições de limnologia e oportunidade de fazer este trabalho.

Ao Prof. Dr. José Galizia Tundisi pelas lições limnológicas, oportunidades concedidas, amizade e preciosas sugestões.

Ao Prof. Carlos Eduardo Bicudo (Instituto de Botânica) pela ajuda com as identificações do fitoplâncton.

Ao Prof. Peret (Departamento de Hidrobiologia - UFSCar) pela ajuda nas análises estatísticas.

À toda equipe do IIE que participou ativamente das atividades de campo e laboratório, em especial: Daniela, Guilherme, Deyves, Fernando Blanco, Ari, Fernando Calura, Valéria, Gabi, Ligia, Duzão e Elaine.

E a toda equipe técnico-científica do IIE e IIEGA pelas contribuições.

À minha família, principalmente minha mãe e irmãs que de longe ou de perto sempre me apoiaram.

Ao meu querido Gengis por toda ajuda com gráficos, traduções, conselhos e paciência.

A Mary e Pedro Kamimura pelo apoio e incentivo sempre.

A minhas queridas amigas Valeria Teixeira da Silva, Débora Ferri Viviane Chiari, Daniela Cambesis e Mirna Helena pelo apoio e carinho.

Ao PPGERN, principalmente aos coordenadores e secretários por toda ajuda durante o curso.

Enfim, a todos que de alguma forma me apoiaram para que eu conseguisse chegar até aqui.

**Muito obrigada!!!**

Dedico este trabalho as pessoas que mais amo nessa vida, minha mãe, minhas irmãs e irmão, minhas sobrinhas, meu pai, meu querido Gengis e meu querido Avô Antônio que me incentivaram para que eu conseguisse chegar até aqui.

... "Eu quase que nada não sei. Mas desconfio de muita coisa." (Guimarães Rosa em Grande Sertão veredas)

## Sumário

<b>RESUMO</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	v
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 HIPÓTESE</b> .....	7
<b>3 OBJETIVO</b> .....	8
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	9
4.1 Área de Estudo: Bacia do Tietê/Jacaré - Caracterização .....	9
4.2 Ambientes lóticos .....	11
4.3 Ambientes lênticos .....	12
4.3.1 Represa de Bariri .....	12
4.3.2 Represa de Ibitinga .....	13
4.3.3 Represa do Lobo/Broa (UHE Carlos Botelho).....	15
4.4 Amostragem: período e pontos de amostragem .....	16
4.5 Variáveis Físicas e Químicas da água .....	20
4.6 Variáveis Biológicas .....	22
4.7 Índice do Estado Trófico .....	23
4.8 Índice de Diversidade, Equitabilidade e Dominância .....	24
4.9 Análise estatística .....	25
<b>5 RESULTADOS</b> .....	26
5.1 Sistemas Lóticos .....	26
5.1.1 Variáveis Físicas e Químicas da água .....	26
5.1.1.1 Oxigênio dissolvido, Temperatura da água, Condutividade, pH, potencial de oxi-redução (ORP) e total de sólidos suspensos (TDS) .....	26
5.1.2 Índice do Estado Trófico .....	43
5.1.3 Análise da comunidade fitoplanctônica dos sistemas lóticos.....	45
5.1.4 Análise estatística .....	54
5.2 Sistemas Lênticos .....	56
5.2.1 Variáveis Físicas e Químicas da água .....	56
5.2.2 Índice do Estado Trófico .....	75
5.2.3 Análise da comunidade fitoplanctônica dos sistemas lênticos.....	76
5.2.4 Análise estatística .....	87
5.3 Variação dos parâmetros em curto intervalo de tempo (7 dias) na represa de Bariri - impacto da frente fria .....	89
5.3.1 Análise das frentes frias .....	89
5.3.2 Variáveis Físicas e Químicas da água .....	92
5.3.3 Variáveis biológicas.....	105
5.3.4 Índice do Estado Trófico .....	116
5.3.5 Análise estatística .....	116
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	118
6.1 Estado trófico dos sistemas lóticos da bacia do Tietê/Jacaré .....	118
6.2 Comunidade fitoplanctônica dos sistemas lóticos .....	121
6.3 Estado trófico dos sistemas lênticos da bacia do Tietê/Jacaré .....	122
6.4 Comunidade fitoplanctônica dos sistemas lênticos .....	126
6.5 Influência da frente fria na estratificação e desestratificação térmica do sistema lêntico (represa de Bariri) e sua consequência à estrutura da comunidade fitoplanctônica .....	131
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	136

<b>8 PERSPECTIVAS PARA FUTUROS ESTUDOS.....</b>	<b>140</b>
<b>9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>141</b>
<b>10 APÊNDICE .....</b>	<b>156</b>



## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar a estrutura fitoplanctônica dos sistemas lênticos e lóticos da bacia do Tietê/Jacaré, localizada no estado de São Paulo, quanto à composição e dominância dos organismos fitoplanctônicos com a qualidade e estado trófico dos rios e lagos desta bacia. A bacia do Tietê/Jacaré é composta por três rios principais: médio Tietê, Jacaré Guaçú e Jacaré Pepira, Essa bacia é composta por cinco sub bacias: Jacaré Guaçú, Jacaré Pepira, Médio Tietê, Bauru e Jaú. Foram estudados três sistemas lênticos, o reservatório do Broa (UHE Carlos Botelho) localizado na sub-bacia Jacaré Guaçú e os reservatórios de Bariri (UHE Álvaro de Souza Lima) e Ibitinga, localizados na sub-bacia do médio Tietê. As variáveis limnológicas responsáveis pela qualidade da água e pelos índices do estado trófico foram analisadas em dois períodos do ano: estação seca e chuvosa. Foram medidas as seguintes variáveis: pH, temperatura, oxigênio dissolvido, potencial de oxido redução, sólidos totais suspensos, condutividade, alcalinidade, dureza, transparência da água, fósforo total particulado, fosfato total dissolvido, fosfato inorgânico dissolvido, silicato, material em suspensão total, nitrogênio total, compostos iônicos (fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato, sulfato, amônio, potássio, magnésio, e cálcio), carbono orgânico dissolvido e particulado, e carbono inorgânico dissolvido, clorofila *a*. A comunidade fitoplanctônica foi identificada a nível de gêneros e riqueza, diversidade, equitabilidade e dominância, foram analisadas. Relação entre estado trófico dos sistemas e dominância das classes fitoplanctônicas foi analisada tanto nos ecossistemas lênticos como nos lóticos. Além disso, variações de curto prazo nas variáveis físicas e químicas promovidas por frentes frias foram estudadas no reservatório de Bariri para verificar a ocorrência e dispersão de estratificação térmica na coluna d'água que pudessem afetar a composição e estrutura do fitoplâncton e sua distribuição espacial.

## ABSTRACT

The aim of this work was to study the phytoplankton structure of lentic and lotic systems of Tietê/Jacaré basin located in São Paulo State and the relationship between the composition and dominance of phytoplankton organisms with the water quality and trophic state of the rivers and lakes of this basin. The Tietê/Jacaré basin is composed by three main rivers: middle Tietê, Jacaré Guaçu and Jacaré Pepira rivers with their sub basins: Jacaré Guaçu, Jacaré Pepira, middle river Tietê, Bauru and Jau river sub basin. Two lentic systems located in the middle Tietê are Bariri (UHE Alvaro de Souza Lima) and Ibitinga reservoirs, and Broa reservoir (UHE Carlos Botelho) in Jacaré Guaçu sub basin. The limnological variables which are responsible by the water quality and its trophic state index were analysed in the two periods of the year dry and wet seasons. They were measured pH, temperature, dissolved oxygen, oxide-reduction potential, total dissolved solids, electric conductivity, alkalinity, hardness, water transparency, total particulate phosphorous, total dissolved phosphate, total inorganic phosphate, silicate, total suspended solids, total nitrogen, ionic components (fluoride, chloride, nitrite, bromide, nitrate, sulfate, ammonium, potassium, magnesium and calcium), dissolved and particulate organic carbon, dissolved inorganic carbon, chlorophyll *a*. Regarding phytoplankton community, the identification was made at the genus level, and the richness, diversity index equitability and dominance were analyzed to establish the relation between trophic state and the dominance of different phytoplankton classes as well as the richness and diversity of organisms both in lentic and in lotic ecosystems. Also short term variation of physical and chemical variables promoted by the cold fronts was studied in the Bariri reservoir to verify the occurrence of thermal stratification and destratification that affect the composition structure of phytoplankton and its spatial distribution.

Key-words: Tietê/Jacaré basin, phytoplankton composition, biological indicator, water quality, rivers, reservoirs, cold fronts, eutrophication.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da UGRHi Tietê/Jacaré no Estado de São Paulo, e em destaque as sub bacias da bacia do Tietê/Jacaré. ....	11
Figura 2 - Localização dos pontos de coleta na represa de Bariri e seus afluentes (imagem obtida com software Google Earth).....	13
Figura 3 - Localização dos pontos de coleta na represa de Ibitinga e seus afluentes (imagem obtida com software Google Earth).....	14
Figura 4 - Localização dos pontos de coleta na represa do Broa (imagem obtida com software Google Earth).....	15
Figura 5 –Mapa da UGRHi Tietê /Jacaré, com os pontos de amostragem nas 5 sub bacias que compõe a bacia do Tietê/Jacare. a - imagem obtida com software Google Earth. e b - esquema com os pontos de coleta.....	17
Figura 6 - Valores das concentrações de Oxigênio dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	27
Figura 7 - Valores de temperatura durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	28
Figura 8 - Valores de Condutividade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	28
Figura 9 - Valores de pH durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta..	29
Figura 10 - Valores de potencial de oxido-redução durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	30
Figura 11 - Valores das concentrações de sólidos totais dissolvidos durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	30
Figura 12 - Valores das concentrações de Fluoreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	31
Figura 13 - Valores das concentrações de Cloreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	32
Figura 14 - Valores das concentrações de Brometo durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	32
Figura 15 - Valores das concentrações de Sulfato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	33
Figura 16 - Valores das concentrações de Potássio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	33
Figura 17 - Valores das concentrações de Magnésio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	34
Figura 18 - Valores das concentrações de Cálcio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	34
Figura 19 - Valores das concentrações de Nitrito durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	35

Figura 20 - Valores das concentrações de Nitrato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	35
Figura 21 - Valores das concentrações de Amônio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	36
Figura 22- Valores das concentrações de Fosfato inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	36
Figura 23 - Valores das concentrações de Fosfato total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	37
Figura 24 - Valores das concentrações de Silicato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	37
Figura 25 - Valores das concentrações de Nitrogênio total (Kjeldahl) durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	38
Figura 26 - Valores das concentrações de Fósforo total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	39
Figura 27 - Valores das concentrações de Carbono total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	39
Figura 28 - Valores das concentrações de Carbono inorgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	40
Figura 29 - Valores das concentrações de Carbono orgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	40
Figura 30 - Valores das concentrações de Dureza durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	41
Figura 31 - Valores das concentrações de Alcalinidade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	41
Figura 32 - Valores das concentrações de Material em suspensão total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	42
Figura 33 - Valores das concentrações de Material em suspensão inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	42
Figura 34. - Valores das concentrações de Material em suspensão orgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	43
Figura 35 - Valores do Índice do Estado Trófico (CARLSON, 1977) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados nos dois períodos de coleta.....	44
Figura 36 - Valores do Índice do Estado Trófico (LAMPARELLI, 2004) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados nos dois períodos de coleta.....	44
Figura 37 - Valores das concentrações de Clorofila a durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	45
Figura 38 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de seca, nos diferentes pontos de coleta.....	47
Figura 39 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	47

Figura 40 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta realizado no período de seca.....	51
Figura 41 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta realizado no período de Chuva.....	52
Figura 42 - Número de gêneros das diferentes classes fitoplanctônicas, nos sistemas lóticos no período de seca.....	52
Figura 43 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta realizados no período de chuva.....	53
Figura 44 - Índice de Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Riqueza aplicados aos diferentes pontos de coleta nas estações de seca e chuva.....	54
Figura 45 - Análise estatística utilizando análise dos componentes principais com os parâmetros alcalinidade (AL), carbono total dissolvido (DTC), silicato (SI), nitrato (NIT), amônio (NH <sub>4</sub> ), fosfato inorgânico (FI), pH, OD, e a riqueza de gêneros das classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU), Chrysophyceae (CHRY), Xantophyceae (XAN) e Cryptophyceae (CRY) nos períodos de seca e chuva.....	55
Figura 46 - Valores dos perfis dos parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos, ORP, pH e condutividade nas represas do Broa, Bariri e Ibitinga, nos períodos de seca e chuva.....	58
Figura 46a – Variação da penetração de luz nos dois períodos de coleta (seca e chuva) nos diferentes pontos da represa de Bariri, Ibitinga e Broa.....	59
Figura 47 - Valores das concentrações de Fluoreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	60
Figura 48 - Valores das concentrações de Cloreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	61
Figura 49 - Valores das concentrações de brometo durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	62
Figura 50 - Valores das concentrações de Sulfato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	63
Figura 51 - Valores das concentrações de potássio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	63
Figura 52 - Valores das concentrações de magnésio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	64
Figura 53 - Valores das concentrações de cálcio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	64
Figura 54 - Valores das concentrações de Nitrito durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	66
Figura 55 - Valores das concentrações de Nitrato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	66
Figura 56 - Valores das concentrações de amônio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.....	67

Figura 57 - Valores das concentrações de fosfato total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	68
Figura 58 - Valores das concentrações de fosfato inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	68
Figura 59 - Valores das concentrações de Silicato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	69
Figura 60 - Valores das concentrações de Nitrogênio total (Kjeldahl) durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	70
Figura 61 - Valores das concentrações de Fósforo total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	70
Figura 62 - Valores das concentrações de Carbono total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	71
Figura 63 - Valores das concentrações de Carbono inorgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	71
Figura 64 - Valores das concentrações de Carbono orgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	72
Figura 65 - Valores das concentrações de alcalinidade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	72
Figura 66 - Valores das concentrações de Dureza durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	73
Figura 67 - Valores das concentrações de Material em suspensão total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	74
Figura 68 - Valores das concentrações de Material em suspensão inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	74
Figura 69 - Valores das concentrações de Material em suspensão orgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	75
Figura 70 - Valores do Índice do Estado Trófico (IET) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados dos reservatórios, nos dois períodos de coleta.....	76
Figura 71 - Valores das concentrações de Clorofila <i>a</i> durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.....	77
Figura 72 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de seca, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	78
Figura 73 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	78
Figura 74 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizados no período de seca.....	83
Figura 75 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizados no período de chuva.....	83
Figura 76 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, durante o período de seca.....	84

Figura 77 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizado no período de Chuva.....	85
Figura 78 - Índices de Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Riqueza, aplicados aos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, nas estações de seca e chuva.....	86
Figura 79 - Análise estatística utilizando análise dos componentes principais com os parâmetros alcalinidade (AL), carbono total dissolvido (DTC), silicato (SI), nitrato (NIT), amônio (AM), fosfato inorgânico (FI), e as classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU), Chrysophyceae (CHRY) e Xantophyceae (XA) nos períodos de seca e chuva aplicada nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.....	88
Figura 80 - Carta sinótica do dia 8/05/2007, às 00UTC (Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha disponível em <a href="http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm">http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm</a> ).....	89
Figura 81 - Imagem de satélite as 12UTC do dia 08/05/2007 (FONTE University of Dundee-UK).90	
Figura 82 - Sistemas frontais que atuaram no Brasil durante o mês de maio de 2007 (Fonte: CPTEC). .....	91
Figura 83 – Valores da velocidade do vento (m/s) medidos a cada 15 minutos durante os dias de coleta.....	92
Figura 84 – Perfis Verticais de Temperatura na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.....	93
Figura 85 - Perfis Verticais de pH na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.....	94
Figura 86 - Perfis Verticais de condutividade na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.....	95
Figura 87 - Perfis Verticais de oxigênio dissolvido na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.....	96
Figura 88 - Perfis Verticais de turbidez na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.....	96
Figura 88a - Variação da zona eufótica medida nos dia 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 de Maio de 2007 na represa de Bariri.....	97
Figura 89 - Valores de Nitrogênio total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.....	99
Figura 90 - Valores de fósforo total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.....	99
Figura 91 - Valores de fosfato total dissolvido encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.....	100
Figura 92 - Valores de fosfato inorgânico encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.....	100
Figura 93 - Valores de silicato encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri entre os dias 3 e 10 de maio de 2007.....	101
Figura 94 - Valores de dureza encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.....	103
Figura 95 - Valores de Alcalinidade encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri. .....	103

- Figura 96 - Valores de material em suspensão total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri..... 104
- Figura 97 - Valores de material em suspensão inorgânico encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri..... 104
- Figura 98 - Valores de material em suspensão orgânico encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri..... 105
- Figura 99 – valores de clorofila a nos diferentes dias de coleta, nas diferentes profundidades de penetração da luz no reservatório de Bariri..... 105
- Figura 100 – Abundância relativa das principais classes fitoplanctônicas na represa de Bariri no período de 03 a 10/05/2007..... 106
- Figura 101- Densidade dos organismos fitoplanctônicos (n° org/L), pertencentes às diferentes classes, analisadas nas diferentes profundidades de penetração de luz durante o período de 03 a 10/05/2007..... 107
- Figura 102 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes dias de coleta realizados na represa de Bariri..... 108
- Figura 103 – Valores do índice do estado trófico (IET) aplicado ao parâmetro de fósforo total nos diferentes dias de coleta, na superfície e 8 metros (zona afótica)..... 116
- Figura 104 - Análise estatística utilizando componentes principais com os parâmetros material em suspensão total (MST), clorofila a (CHL), silicato (SI), nitrito (NI), nitrato (NIT), amônio (AM), fosfato inorgânico (FI), fosfato total dissolvido (FT), OD, temperatura (TEMP), velocidade do vento (Ven) e as classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU) e Chrysophyceae (CHRY) nos diferentes dias de coleta..... 117



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características morfométricas da Represa de Bariri.....	12
Tabela 2 - Características morfométricas da represa de Ibitinga.....	14
Tabela 3 - Características morfométricas da represa de Ibitinga.....	15
Tabela 4 - Relação dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré, no período de Seca de 2005 e Chuva de 2006, mostrando sua localização geográfica e altitude.....	18
Tabela 5 - Descrição dos pontos amostrais incluindo área de entorno.....	19
Tabela 6 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta da bacia do Tietê/Jacaré durante o período de seca.....	48
Tabela 7 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta da bacia do Tietê/Jacaré durante o período de Chuva.....	49
Tabela 8 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos dos reservatórios de Bariri, Ibitinga e Broa durante o período de seca.....	79
Tabela 9 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos dos reservatórios de Bariri, Ibitinga e Broa durante o período de chuva.....	80
Tabela 10 - valores dos principais íons (cátions e ânions) analisados durante a coleta na represa de Bariri no período de 3 a 10 de maio de 2007.....	98
Tabela 11 - valores das concentrações de carbono total dissolvido (DTC), carbono inorgânico dissolvido (DIC), carbono orgânico dissolvido (DOC) e carbono orgânico particulato (COP) analisados durante a coleta na represa de Bariri no período de 3 a 10 de maio de 2007.....	102
Tabela 12 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 3 de maio de 2007.....	109
Tabela 13 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 4 de maio de 2007.....	110
Tabela 14 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 5 de maio de 2007.....	111
Tabela 15 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 7 de maio de 2007.....	112
Tabela 16 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 8 de maio de 2007.....	113
Tabela 17 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 9 de maio de 2007.....	114
Tabela 18 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 10 de maio de 2007.....	115

# 1 INTRODUÇÃO

---

O enriquecimento por nutrientes, que os ambientes aquáticos sofrem, é chamado de eutrofização. Os problemas com a deterioração da qualidade dos corpos de água estão relacionados com o crescimento e a diversificação das atividades agrícolas, o aumento da urbanização e o aumento e intensificação das atividades nas bacias hidrográficas. O aumento da urbanização sem tratamentos de esgotos domésticos é uma causa significativa da eutrofização. A poluição dos ecossistemas aquáticos tem causado muita preocupação, devido à deterioração ambiental como um todo, e tem ficado evidente que nas proporções que vem ocorrendo, ela vai levar a insustentabilidade.

Segundo Bicudo e Menezes (2005) algas são compostas por talófitos e protistas usualmente clorofilados, os quais não possuem órgãos reprodutores envoltos por um conjunto ou tecido constituído de células estéreis, ou seja, são organismos que podem ser diminutos ou macroscópicos, unicelulares ou coloniais, clorofilados ou não, e constituem provavelmente os principais responsáveis pela produção primária do planeta terra. Van den Hoek *et al* (1995) refere-se a algas como sendo um grupo diversificado de vegetais inferiores fotossintetizantes (ou não) que não possuem raízes, folhas ou tecidos vasculares. Podem ser divididas em microalgas ou macroalgas, encontradas em ambientes marinhos, água doce, salobra, solo entre outros. Sua classificação é auxiliada principalmente pelos tipos de pigmentos fotossintéticos, produto de reserva, características da parede celular, morfologia, citologia, ciclo de vida entre outras características.

Os organismos fotossintetizantes são imensamente importantes para produção de O<sub>2</sub>, pela fotossíntese a partir de CO<sub>2</sub>. Com relação ao ramo econômico as algas têm inúmeras utilidades e aplicações, tais como agentes abrasivos em

cremes dentais, produtores de ágar-ágar, alimentação, etc. Além disso, pode-se destacar seu uso nos processos de tratamento de esgotos em lagoas de estabilização. Outra utilização desses organismos é como bioindicadores de qualidade de água. Em ambientes enriquecidos com cargas extremas de nutrientes pode haver um crescimento excessivo de classes específicas de algas que toleram tal estresse de sistema. Tundisi (1988) registra a importância do estudo do fitoplâncton para que se possa compreender a ecologia aquática, pois a avaliação da fertilidade desses ambientes depende, em grande parte, do desenvolvimento da população fitoplanctônica. O estudo dessa comunidade, sua composição e produção primária têm fundamental importância para o conhecimento dos principais mecanismos de funcionamento dos ecossistemas aquáticos. As informações a respeito do fitoplâncton presente em um corpo d'água são indicadoras da qualidade de vida no mesmo.

Dentre as classes que se favorecem com esse estado de enriquecimento das águas, destaca-se a classe das Cyanophyceae, porém somente alguns gêneros conseguem se adaptar e desenvolver-se nesse tipo de condição. Essa disponibilidade de nutrientes faz com que as comunidades fitoplanctônicas se estruturam de acordo com as condições nutricionais, ou seja, em locais ricos em nutrientes, organismos oportunistas crescem rapidamente, e em ambientes pobres em nutrientes predominam organismos tolerantes a esse estresse (REYNOLDS, 1988).

Os organismos aquáticos são vulneráveis às mudanças ambientais que resultam da introdução de poluentes orgânicos ou inorgânicos no meio através de atividades humanas. As espécies ou se adaptam às novas condições ou acabam se extinguindo pela falta de capacidade adaptativa às perturbações (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). Especialmente os organismos planctônicos, como o fitoplâncton, respondem de imediato a essas perturbações e, muitas vezes algumas espécies ou associações de espécies podem ser utilizadas como indicadores do estado trófico ou de ambientes que sofrem perturbações por atividades humanas. As mudanças no ambiente aquático, operando em uma variedade de frequências temporais, afetam a estrutura, a abundância e a produtividade da comunidade fitoplanctônica (REYNOLDS, 1990).

Dependendo da duração do tempo das perturbações, se o evento for curto ou rápido, as respostas fisiológicas dos organismos fitoplanctônicos serão capazes de administrar os estímulos. Caso o evento seja mais longo, desencadeará respostas que poderão afetar até a taxa de crescimento e a estrutura da comunidade (HARRIS, 1980). Sendo assim, os organismos fitoplanctônicos são sensíveis a todas as variáveis ambientais. As relações sazonais entre a composição e distribuição dos indivíduos e os regimes físicos e químicos devem ser estudadas para que as estratégias de sobrevivência e mudanças adaptativas possam ser compreendidas em meio à ampla gama de alterações que devem ocorrer em tal período (MINOTI, 1999).

O processo de eutrofização constitui-se no enriquecimento das águas por nutrientes (especialmente nitrogênio e fósforo), cujo resultado mais comum é o crescimento excessivo de plantas aquáticas, que podem ser tanto as que se movimentam livremente na coluna d'água, como é o caso das comunidades fitoplanctônicas, quanto as plantas flutuantes ou submersas (macrófitas), como exemplo os conhecidos aguapés (*Eichhornia crassipes* e *Eichhornia azurea*). O processo não depende exclusivamente da presença de nutrientes na água, mas também é controlado por fatores físicos ambientais naturais, entre os quais se destacam a transparência, a temperatura da água, estrutura térmica bem como o regime hidráulico do corpo de água (WETZEL, 1975; MARGALEF, 1976; CETESB, 2001).

A eutrofização pode ser natural ou artificial e ocorre mais freqüentemente em lagos e reservatórios do que em rios, pois estes apresentam condições ambientais mais desfavoráveis para o crescimento de algas e outras plantas, como a turbidez e fluxo de água com velocidades elevadas (Sperling, 1996). A eutrofização natural está associada ao "envelhecimento" dos lagos e reservatórios, e consiste num processo lento e contínuo que resulta do aporte de nutrientes trazidos pelas chuvas e pelas águas superficiais que erodem e lavam a superfície terrestre (Esteves, 1998). O processo "cultural" de eutrofização é causado pela ação antrópica e tem despertado grande preocupação com seu crescimento acelerado. Este tipo de eutrofização é proveniente dos despejos de esgotos domésticos e industriais e o carreamento de fertilizantes usados na agricultura. Geralmente, a eutrofização cultural acelera o processo de enriquecimento das águas superficiais e

subterrâneas. No caso de lagos, represas e rios, esse processo consiste num rápido desenvolvimento de plantas aquáticas, iniciando com Cyanophyceae, as quais produzem substâncias tóxicas que podem afetar a saúde do homem e podem causar a mortalidade de animais por intoxicações (Tundisi, 2003).

O conjunto geral dos impactos que podem ser causados nos ecossistemas aquáticos estão presentes no estudo desenvolvido pela Comissão Internacional do Ambiente Lacustre (ILEC), que envolveu 600 lagos e represas em todo o planeta. Os cinco impactos mais comuns relacionados com a contaminação de águas superficiais são: aumento do material em suspensão, declínio do nível de água, contaminação tóxica, eutrofização e acidificação (TUNDISI, 1999a).

Reservatórios são importantes ecossistemas artificiais podendo ter diversos usos, possuem um funcionamento complexo que pode apresentar rápidas mudanças em função de variáveis bióticas e abióticas, as quais alteram os gradientes horizontais e verticais (TUNDISI, 1999b).

Os mecanismos de funcionamento de reservatórios estão relacionados com seus múltiplos usos (TUNDISI *et al*, 2006). A construção de represas para diversos fins é uma das mais antigas e importantes intervenções humanas nos sistemas naturais (TUNDISI, 1999b). A maior parte dos reservatórios do estado de São Paulo foi construída no período de industrialização, quando estes poderiam suprir a grande demanda de energia e também serviam para outros usos, tais como irrigação (devido a produção em grande escala da agricultura), pecuária, recreação e suprimento de água (devido ao aumento dos centros urbanos) (TUNDISI, 1988; BARBOSA *et al*, 1999). Porém, tais múltiplos usos podem acarretar deterioração do ambiente, e conseqüentemente efeitos indesejáveis como citado anteriormente. Nesse contexto, a comunidade fitoplanctônica também sofre alterações bruscas nos padrões de densidade, diversidade, riqueza de gêneros e posterior sucessão de espécies (GIANI e FIGUEIREDO, 1999).

Segundo Pereira *et al* (2000), dependendo dos tributários formadores e dos usos e ocupações da bacia hidrográfica, os reservatórios perdem parte de sua potencialidade devido a diversos fatores que tem como produto final a eutrofização. Segundo Matsumura-Tundisi (1999) a maioria dos rios urbanos se encontra poluída, recebendo resíduos domésticos e industriais; além disso, ao desembocar nos grandes rios, contribuem para a degradação destes.

Estudos sobre fitoplâncton em ambientes lóticos têm sido considerados um tanto escasso (HUSZAR e SILVA, 1999; SILVA *et al*, 2001; PERES, 2002), porém bastante importantes para o conhecimento desses organismos, inclusive como bioindicadores, juntamente com o entendimento do regime hídrico e suas características físicas e químicas.

Segundo Townsend *et al* (2006) os rios são caracterizados por suas formas lineares, possuem um fluxo unidirecional, escoamento e leitos instáveis. Em relação aos rios estreitos, as suas conexões com os ambientes terrestres são muito mais íntimas do que em relação aos rios largos, assim uma compreensão precisa de sua ecologia requer consideração de seu rio e sua bacia de drenagem como uma unidade. Rios também são ecossistemas complexos por apresentarem grandes alterações espaciais desde sua nascente até as grandes áreas de várzea (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

A vegetação ripária pode sombrear o leito do rio reduzindo a produção primária de algas, mas por outro lado ajuda a nutrir o mesmo com folhas, galhos etc. Quando a vegetação ripária é alterada, podem ocorrer efeitos de longo alcance, ou seja, a diminuição da entrada de matéria orgânica particulada, assim como uma diminuição de sombreamento e aumento de escoamento de mais nutrientes oriundos dos usos ali instalados como, por exemplo, pastagem e agricultura, contribuindo para que isso acabe acarretando em um aumento de produtividade e consequente modificação da cadeia trófica (TOWNSEND *et al*, 2006; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Segundo Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) os rios distinguem-se de áreas alagadas e sistemas lênticos tanto pelo permanente movimento horizontal das correntes quanto pelas interações com sua bacia hidrográfica, a qual contribui com material alóctone. O fitoplâncton é mais presente em rios com baixa correnteza.

Outro fator que pode interferir na composição química, física e biológica dos lagos e reservatórios são as frentes frias. Segundo Varejão-Silva (2005), uma frente fria consiste em uma substituição da massa de ar quente por uma massa de ar frio. Nesse processo as frentes frias forçam o ar quente a subir, diminuindo a temperatura e a pressão e conseqüentemente ocasionando ventos fortes. Esta situação barométrica se traduz em clima úmido, com água no verão e seca no inverno (GARCIA, 1984). O vento ocasionado nos reservatórios força a mistura da coluna de água ocasionando uma suspensão de nutrientes e fitoplâncton que por

hora estivera no fundo. São raros os estudos que abordam as frentes frias envolvendo a comunidade fitoplanctônica e uma melhor compreensão dessa problemática carece ainda de mais pesquisas.

O presente trabalho fez parte de um projeto mais amplo coordenado pela Prof<sup>a</sup>. Dra. Takako Matsumura-Tundisi financiado pela FINEP (CT-Hidro), intitulado “Desenvolvimento de indicadores da qualidade das bacias hidrográficas do Tietê/Jacaré (SP) e do rio Miranda (MS) para o enquadramento e manutenção da qualidade dos corpos de água”, envolvendo duas instituições com seus respectivos pesquisadores (IIEGA e EMBRAPA PANTANAL, 2006).

## 2 HIPÓTESES

---

1 - A dominância das diferentes classes de fitoplâncton é determinada por fatores físicos como luz, temperatura e profundidade e por fatores químicos, como nutrientes: nitrogênio e fósforo.

2 - A estrutura da comunidade fitoplanctônica e a sua composição em relação aos nutrientes é alterada pelas condições climáticas como a chegada das frentes frias.

3 - A diversidade de fitoplâncton nos sistemas lóticos é maior do que nos sistemas lênticos e nestes sistemas a diversidade é maior nos locais meso eutróficos do que nos ambientes completamente eutróficos tendendo a hipereutróficos.



## 3 OBJETIVOS

---

1 – Diagnosticar a qualidade da água e o estudo trófico dos ambientes lóticos e lênticos da bacia do Tietê/Jacaré nos pontos amostrados.

2 - Analisar a comunidade fitoplanctônica a nível taxonômico de gênero dos sistemas lóticos e lênticos, sua diversidade e riqueza.

3 - Relacionar a dominância dos organismos fitoplanctônicos dos sistemas lóticos e lênticos da bacia Tietê/Jacaré com os fatores ambientais físicos e químicos.

4 - Avaliar os impactos das frentes frias na sucessão da comunidade fitoplanctônica da represa de Bariri.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

---

### 4.1 Área de Estudo: Bacia do Tietê/Jacaré - Caracterização

A área de estudo é a bacia do Tietê/Jacaré (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHi 13) localizada no centro do estado de São Paulo (entre 49° 32' – 47° 30' O de longitude e 21° 37' – 22° 51' S de latitude). Esta região abrange trinta e quatro municípios em uma área de 11.749 Km<sup>2</sup>. Os principais rios constituintes são: o rio Tietê – que comporta a UHE de Bariri e a UHE de Ibitinga (150km); rio Jacaré-Guaçu que comporta a UHE Carlos Botelho e rio Jacaré-Pepira (Figura 1).

Pela classificação de Köppen, verifica-se que o clima da região da Unidade Tietê/Jacaré está no limiar entre as classificações Aw e Cwa, isto é, entre clima tropical com verão úmido (de outubro a março) e inverno seco e clima quente de inverno seco (de abril a setembro). O relevo é variável, sendo os pontos de maior altitude localizados no município de São Carlos, em torno de 800 m acima do nível do mar, onde também concentram-se numerosas nascentes (Teixeira, 1993).

A UGRHi Tietê/Jacaré está na Depressão Periférica e sobre os aquíferos Bauru/Serra Geral/Botucatu. A formação Botucatu é composta por arenito de granulação fina e média. As rochas eruptivas basálticas são da Formação Serra Geral e se encontram intercaladas entre os arenitos Botucatu e Bauru, apresentando espessura muito variável. Em sua maioria, a bacia é formada por solos de areias quartzosas profundas a moderado (horizonte moderadamente espesso com teores médios de matéria orgânica). Em menores quantidades aparecem latossolo roxo eutrófico (Teixeira, 1993).

Os usos do solo são caracterizados principalmente por atividades agropecuária e agroindustrial. No uso rural predominam as culturas de cana de açúcar, laranja, pastagens e reflorestamento (CETESB, 2004). As principais atividades industriais são usinas de açúcar e álcool, mineração, curtumes e fundições (CETESB, 2004). Ainda existem algumas Unidades de Conservação, sendo três Estações Ecológicas e duas APAS. Segundo DAEE (2008), baseado em dados de 1988, restam apenas 11,31% de áreas cobertas por vegetação nativa. Os usos da água são para abastecimento público e industrial; geração de energia elétrica; recepção de efluentes domésticos e industriais e irrigação de plantações.

Dados do DAEE (2008) mostraram alto potencial de áreas sujeitas à erosão, sendo 60% da UGRHI com alto potencial, 25% com médio potencial e 15% com baixo potencial à erosão. Estes dados indicam a necessidade de preservação das matas nativas para evitar grandes problemas com a erosão do solo e conseqüente assoreamento dos corpos de água.

Segundo o último Censo IBGE (2005), a população total dos 34 municípios integrantes da UGRHI 13 é de 1.315.989, sendo que deste total 1.244.308 está concentrada nas áreas urbanas, ou seja, 94% de urbanização.

Em relação aos índices de saneamento e saúde pública na UGRHI 13, segundo o “Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo” (2003), 98% da Unidade tem abastecimento de água, sendo que o índice de perdas é de 36%. Quanto ao esgotamento sanitário, 93% é coletado e somente 8% é tratado. A taxa de mortalidade infantil, baseada em dados de 1997, foi de 0,29%.

Dadas as características da bacia hidrográfica foram feitas amostragens nos três rios de grande porte, que são o rio Tietê, rio Jacaré Guaçu e rio Jacaré Pepira incluindo os reservatórios e nos principais tributários. A Figura 1 mostra a localização da bacia hidrográfica do Tietê/Jacaré (UGRHI-13) no Estado de São Paulo e em detalhe as sub bacias constituintes: 1- sub bacia do rio Bauru; 2- sub bacia do rio Jau; 3 – sub bacia do médio rio Tietê; 4- sub bacia do rio Jacaré Pepira e 5 – sub bacia do rio Jacaré Guaçu.

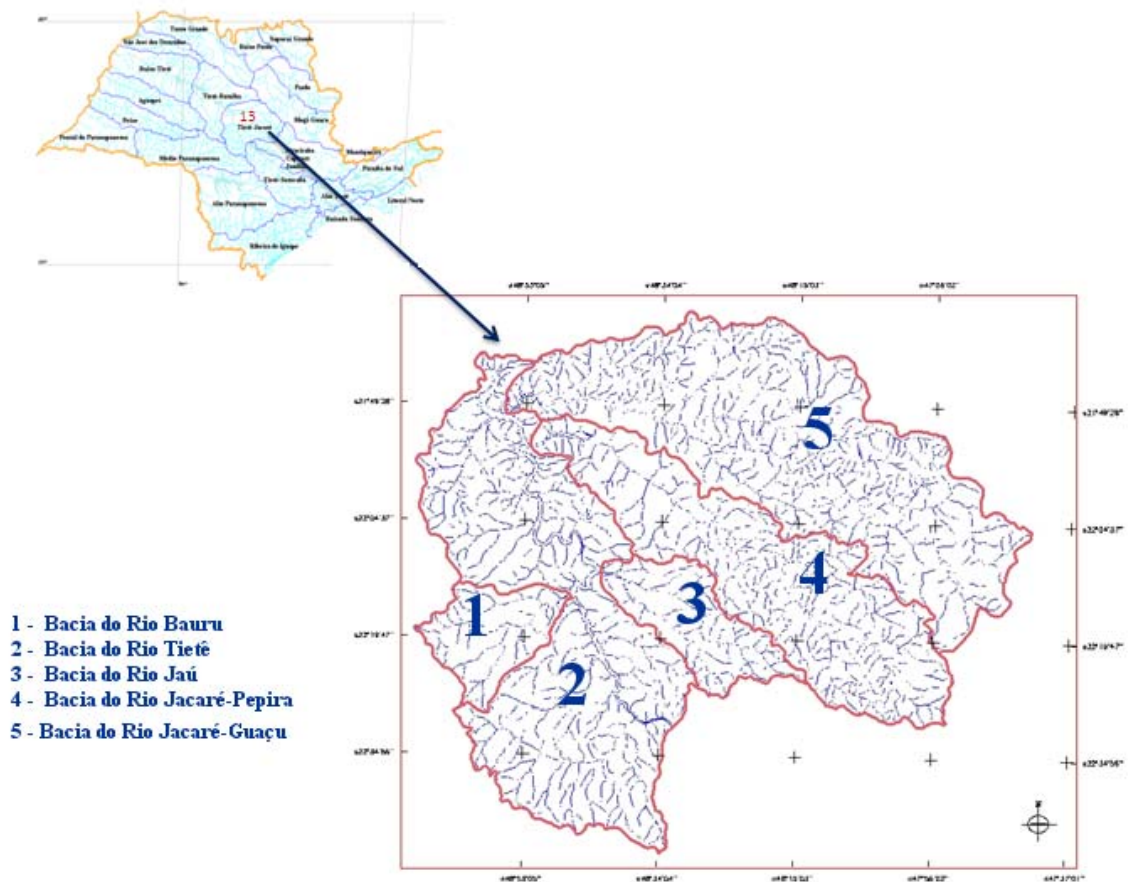


Figura 1. Localização da UGRHi Tietê/Jacaré no Estado de São Paulo, e em destaque as sub-bacias da bacia do Tietê/Jacaré

## 4.2 Ambientes lóticos

Dos corpos de água lóticos estudados, 4 pertencem à sub-bacia do Jacaré-Guaçu que são os seguintes: rio Chibarro (JG 01), rio Jacaré-Guaçu (JG 02 e JG 09), rio Boa Esperança (JG 03) e córrego Água Branca (JG 05); 1 pertence à sub-bacia do Jacaré-Pepira que é o rio Jacaré-Pepira com dois pontos de amostragem (JP 01 e JP 02); 2 às sub-bacias do rio Bauru e rio Jaú tendo respectivamente os pontos BR 02 (rio Bauru) e BAR 02 (rio Jaú) e 2 na sub-bacia do rio Tietê/rio Jacaré-Pepira (IBI 02) e rio Tietê/rio Jacaré-Guaçu (IBI 04).

### 4.3 Ambientes lênticos

#### 4.3.1 Represa de Bariri

A Usina Ministro Álvaro de Souza Lima (represa de Bariri), com potência instalada de 143,10 MW, está localizada no rio Tietê, municípios de Bariri e Boracéia, situando-se à jusante da barragem e Usina Barra Bonita e à montante da barragem e Usina Ibitinga, distando cerca de 9Km da cidade de Bariri, na estrada municipal Bariri-Boracéia – Bairro do Queixada. É a segunda barragem do aproveitamento do rio Tietê pela AES Tietê, tendo atingido os seguintes municípios: Bariri, Itapui, Barra Bonita, Jaú, Boracéia, Macatuba, Igarçu do Tietê, Pederneiras. A eclusa funciona regularmente, proporcionando a navegação de barcos de cargas e turismo (AES Tietê). O reservatório de Ibitinga é o terceiro de uma série de seis reservatórios em cascata no rio Tietê. O enchimento deste deu-se em meados de 1969. As características morfométricas desse reservatório encontram-se na Tabela 1

Tabela 1 - Características morfométricas da Represa de Bariri.

1- Volume total de água	546 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
2- Profundidade máxima	20 m
3- Profundidade média	8,6 m
4 – Perímetro	193 km
5 – Área superficial	63 km <sup>2</sup>
6 – Tempo de residência média	7 a 24 dias

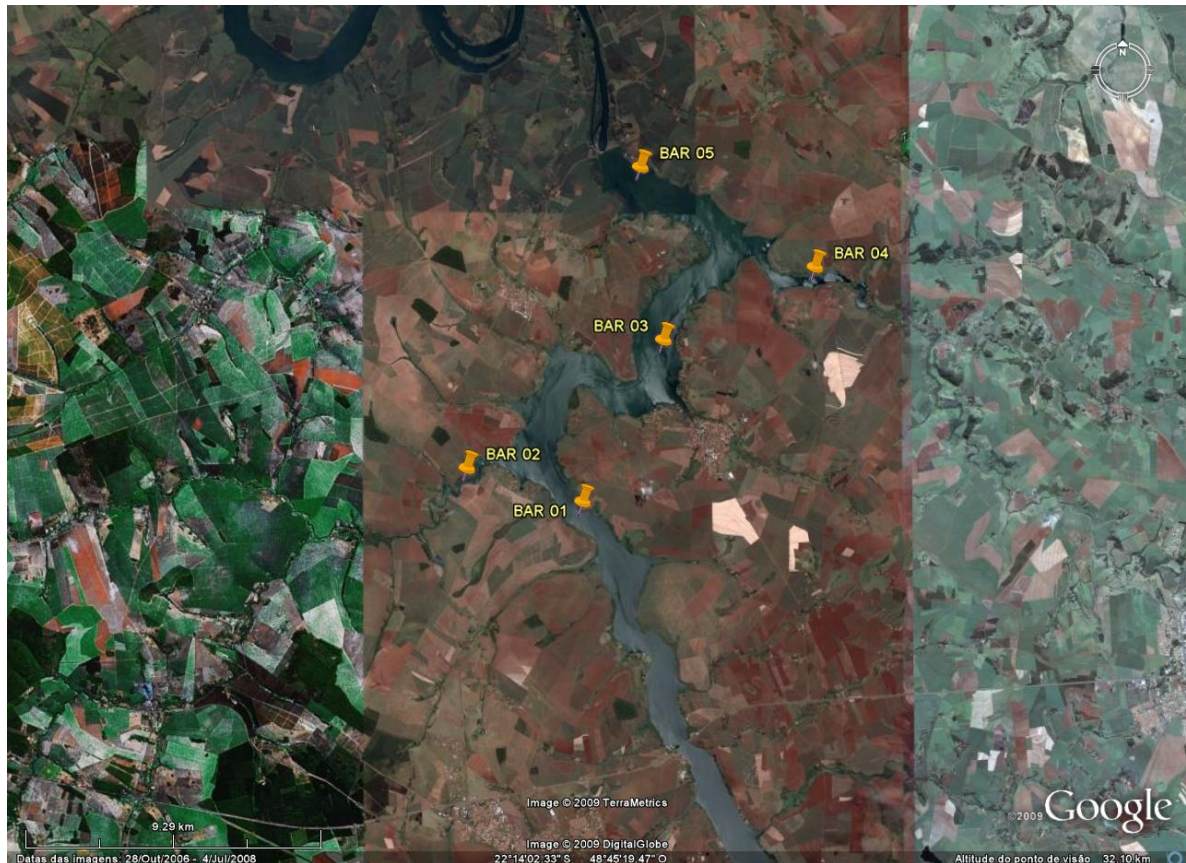


Figura 2 - Localização dos pontos de coleta na represa de Bariri e seus afluentes (imagem obtida com software Google Earth).

A Figura 2 mostra a localização dos pontos de amostragem na represa, sendo BAR 05 (próximo a barragem), BAR 03 (região do meio – após a confluência do rio Bauru) e BAR 01 (mais a montante). BAR-02 e BAR 04 são respectivamente os afluentes rio Bauru e rio Jaú.

#### 4.3.2 Represa de Ibitinga

O reservatório de Ibitinga é o terceiro de uma série de seis reservatórios em cascata no rio Tietê. O enchimento deste deu-se em meados de 1969. A tabela 2 mostra as características morfométricas da represa de Ibitinga e a Figura 3, a localização dos pontos de amostragem na represa e em seus afluentes.



Tabela 2 - Características morfométricas da represa de Ibitinga.

1- Volume total de água	981x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
2- Profundidade máxima	22 m
3- Profundidade média	8,6 m
4 – Tempo de residência média	12-43 dias

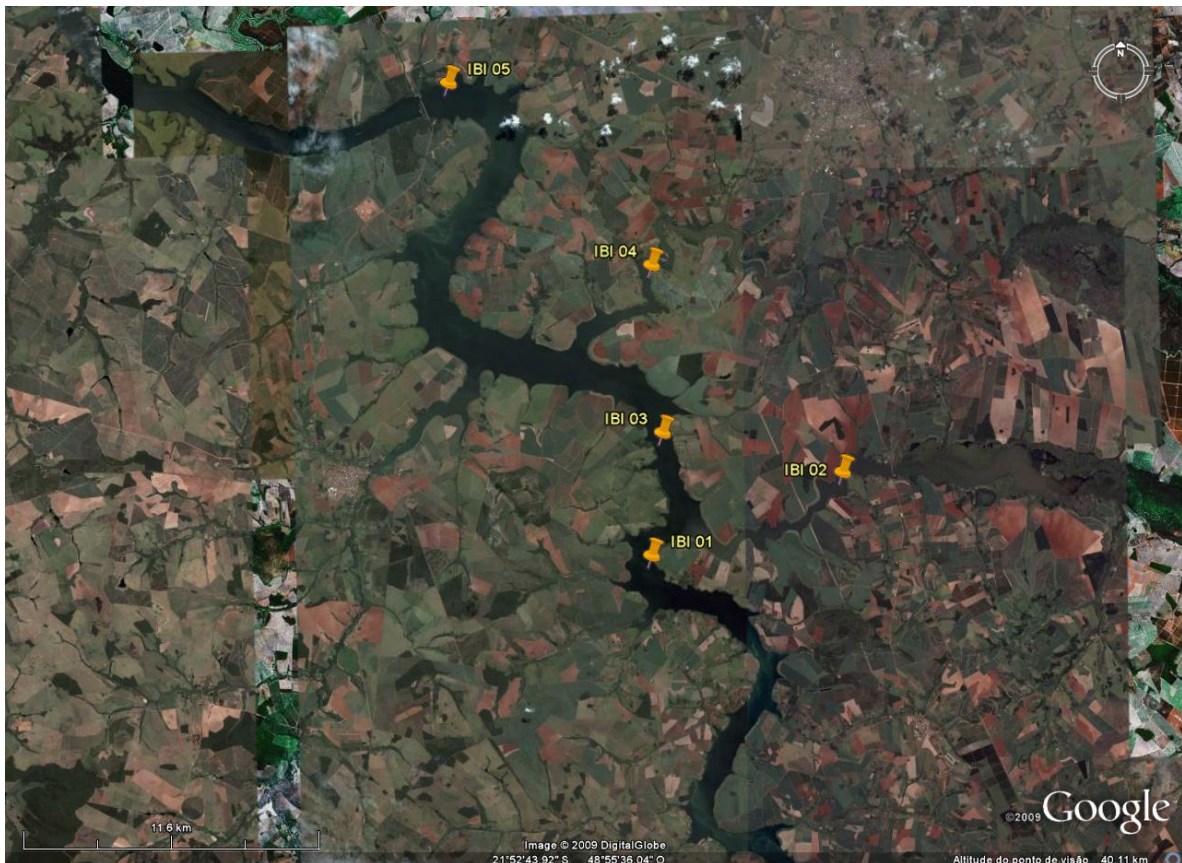


Figura 3 - Localização dos pontos de coleta na represa de Ibatinga e seus afluentes (imagem obtida com software Google Earth).

Foram estabelecidos três pontos de amostragem na represa: IBI 01 (região mais a montante) e IBI 03 (após a confluência do rio Jacaré Pepira) e IBI 05 (próximo à barragem após a confluência do rio Jacaré Guaçu). IBI 02 é o rio Jacaré Pepira e IBI 04 é o rio Jacaré Guaçu.

### 4.3.3 Represa do Lobo/Broa (UHE Carlos Botelho)

A represa do Lobo/Broa, construída em 1936, por meio do represamento do Ribeirão do Lobo, é uma represa de pequeno porte cujas características morfométricas podem ser observadas na tabela 3, e seus pontos de coleta na Figura 4.

Tabela 3 - Características morfométricas da represa de Ibitinga.

1- Volume total de água	22 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
2- profundidade máxima	8,0 a 10,0 m
3- Profundidade média	3 a 4m
4- Comprimento	7,0km
5- Largura	2,0km
6- Perímetro	21 km
7- Área superficial	6,8km <sup>2</sup>
8- Tempo de residência médio	20dias



Figura 4 - Localização dos pontos de coleta na represa do Broa (imagem obtida com software Google Earth).



#### **4.4 Amostragem: período e pontos de amostragem**

##### **a) Período de Coleta**

Foram feitas duas campanhas de coleta: uma em junho de 2005 (inverno seco), e janeiro de 2006 (verão chuvoso) para o estudo da qualidade da água, estado trófico e comunidade fitoplanctônica dos sistemas lóticos e lênticos das 5 sub bacias da bacia do Tietê/Jacaré e outra campanha realizada durante 7 dias (3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10) em maio de 2007 na represa de Bariri para o estudo das frentes frias.

##### **b) Pontos de Coleta**

Foram feitas amostragens em dezenove pontos, sendo 11 nos sistemas lóticos (1 no rio Chibarro, 3 no rio Jacaré Guaçu, 3 no rio Jacaré Pepira, 1 no córrego da Água Branca, 1 no rio Bauru, 1 no rio Jaú e 1 no rio Boa Esperança), e 8 nos sistemas lênticos (2 na represa do Broa, 3 na represa de Bariri e 3 na represa de Ibitinga).

A Tabela 4 refere-se aos pontos de amostragem dos sistemas lóticos e lênticos em cada uma das sub bacias e a Figura 5 mostra a imagem de satélite abrangendo a UGRHi Tietê/Jacaré com os pontos de amostragem georeferenciados.

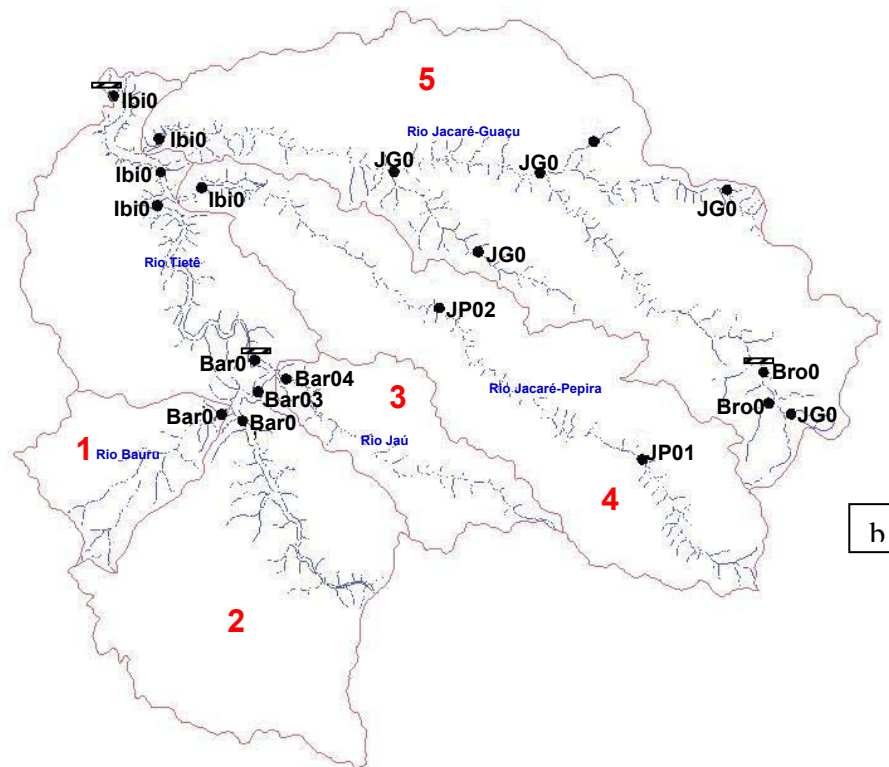
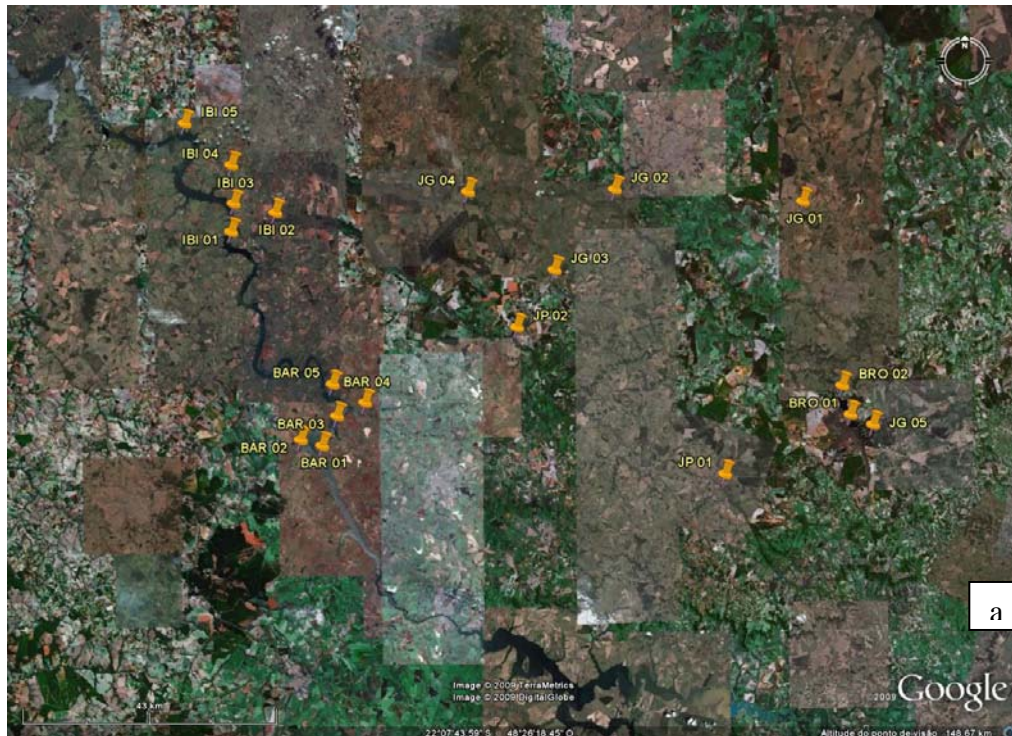


Figura 5 – Mapa da UGRHi Tietê /Jacaré, com os pontos de amostragem nas 5 sub bacias que compõe a bacia do Tietê/Jacare. a - imagem obtida com software Google Earth. e b - esquema com os pontos de coleta.

Tabela 4 – Relação dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré, no período de Seca de 2005 e Chuva de 2006, mostrando sua localização geográfica e altitude.

<b>SISTEMAS LÓTICOS</b>				
<b>Corpo de Água</b>	<b>Ponto</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT (m)</b>
<b>Sub-bacia Jacaré-Guaçu</b>				
rio Chibarro (município de Araraquara)	JG 01	S 21° 53' 13"	O 47° 57' 59"	685
rio Jacaré-Guaçu (à jusante rib. do Ouro)	JG 02	S 21° 52' 0"	O 48° 16' 33"	488
rio Boa Esperança (município de Boa Esperança do Sul)	JG 03	S 21° 59' 23"	O 48° 22' 34"	476
rio Jacaré-Guaçu (município de Gavião Peixoto)	JG 04	S 21° 52' 07"	O 48° 31' 2"	432
Córrego Água Branca (município de Itirapina)	JG 05	S 22° 13' 50"	O 47° 51' 10"	734
<b>Sub-bacia Jacaré-Pepira</b>				
rio Jacaré-Pepira à montante de Brotas	JP 01	S 22° 18' 18"	O 48° 05' 52"	617
rio Jacaré-Pepira próximo à Dourado	JP 02	S 22° 04' 38"	O 48° 26' 20"	437
<b>Sub-bacia Tietê</b>				
rio Bauru (tributário, sub-bacia Bauru)	BAR 02	S 22° 14' 48"	O 48° 47' 48"	440
rio Jaú (tributário, sub-bacia Jaú)	BAR 04	S 22° 11' 26"	O 48° 41' 24"	428
rio Jacaré-Pepira (tributário, sub-bacia Jacaré-Pepira)	IBI 02	S 21° 53' 50"	O 48° 50' 4"	417
rio Jacaré-Guaçu (tributário, sub-bacia Jacaré-Guaçu)	IBI 04	S 21° 49' 24"	O 48° 54' 22"	415
<b>SISTEMAS LÊNTICOS</b>				
<b>Sub-bacia Jacaré-Guaçu</b>				
<b>UHE LOBO</b>				
Ponto entre o ribeirão do Lobo e rio Itaqueri	BRO 01	S 22° 12' 54"	O 47° 53' 24"	720
Próximo à barragem	BRO 02	S 22° 10' 1"	O 47° 54' 1"	708
<b>Sub-bacia Tietê</b>				
<b>UHE BARIRI</b>				
rio Tietê à montante rio Bauru	BAR 01	S 22° 15' 23"	O 48° 45' 41"	427
rio Tietê entre rios Jaú e Bauru	BAR 03	S 22° 12' 39"	O 48° 44' 11"	430
rio Tietê próximo à barragem	BAR 05	S 22° 09' 43"	O 48° 44' 35"	424
<b>UHE IBITINGA</b>				
rio Tietê à montante rio Jacaré-Pepira	IBI 01	S 21° 55' 33"	O 48° 54' 27"	425
rio Tietê entre rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira	IBI 03	S 21° 52' 27"	O 48° 54' 10"	412
rio Tietê próximo à barragem	IBI 05	S 21° 45' 29"	O 48° 58' 57"	422

No período de chuva as coletas foram realizadas durante o mês de janeiro de 2006 e no período de seca as coletas foram realizadas durante o mês de junho de 2005.

Na tabela 5 estão as breves descrições dos pontos de coletas e de suas respectivas áreas de entorno.

Tabela 5 - Descrição dos pontos amostrais incluindo área de entorno.

Ponto	Descrição
<b>Sistemas Lóticos</b>	
JG 01	Rio Chibarro (afluente do r. Jacaré-Guaçu), sob ponte, após encontro dos rios Emas e Cór. Daldino, próximo à Araraquara, região à montante. Trecho estreito e com correnteza. Entorno com plantações de cana de açúcar e laranja; vegetação ciliar escassa e esparsa. Substrato arenoso, presença de macrófita enraizada; largura da margem 4m, prof. da margem de 0,1 a 1m.
JG 02	Rio Jacaré-Guaçu, sob ponte, margem esquerda, após encontro dos rios Ouro e Chibarro, rio largo (cerca de 10m) e com correnteza forte, área alagada ao redor, entorno campo sujo e pasto; mata ciliar escassa; sedimento marrom, lodoso e arenoso; macrófitas enraizadas e submersas; prof. margem 0,6m.
JG 03	Rio Boa Esperança (afluente do r. Jacaré-Guaçu), sob ponte, prof. 1,4m; correnteza forte, água barrenta, algumas casas por perto, campo sujo.
JG 04	Rio Jacaré-Guaçu, sob ponte (Fazenda Pantanal), Gavião Peixoto, rio largo, correnteza forte, barrento, margem direita amostrada, não há macrófitas aquáticas na margem.
JG 05	Córrego Água Branca (afluente do r. Jacaré-Guaçu), sob ponte, raso, vegetação aquática abundante, campo sujo, ao redor reflorestamento Eucalipto, recebe esgoto de Itirapina.
JP 01	Rio Jacaré-Pepira, sob ponte, à montante de Brotas, rio estreito e com correnteza forte, profundo, área alagada ao redor, campo sujo, gado.
JP 02	Rio Jacaré-Pepira, sob ponte, próximo à Dourado, largo, barrento, correnteza forte; largura da margem 10m, campo sujo, pasto e cana de açúcar; vegetação ciliar presente, substrato arenoso, bege, poucas macrófitas enraizadas, prof. margem 1,5m.
BAR 02	Rio Bauru (UHE Bariri); prof. calha e margem 2,5m: entorno ocupado por cultura de cana; mata ciliar abundante; macrófitas flutuantes ( <i>Eichornia</i> ); água com odor de decomposição, cor marrom; esgoto e lixo .
BAR 04	Rio Jaú (tributário, sub-bacia Jaú), UHE Bariri; prof. calha 11m; prof. margem 0,4 a 1m: presença de macrófitas flutuantes e enraizadas, entorno ocupado por cultura de cana e pasto; mata ciliar muito escassa; água de cor verde pela proliferação de algas cianofíceas.
IBI 02	Rio Jacaré-Pepira na desembocadura do reservatório de Ibitinga, prof. calha de 5 a 7m; prof. margem 1m: presença de macrófitas enraizadas e flutuantes; água marrom; entorno culturas de laranja e cana de açúcar, vegetação ciliar escassa.
IBI 04	Rio Jacaré-Guaçu na desembocadura do reservatório de Ibitinga, em frente à marina Isabela, prof. calha 10,5m; prof. margem 2,5m: macrófitas flutuantes (Aguapé); entorno pasto, casas e vegetação ciliar escassa.
<b>Sistemas Lênticos</b>	
BRO 01	Região onde há a mistura dos rios rib. do Lobo e r. Itaqueri - Rib. do Lobo (afluente do r. Jacaré-Guaçu), um dos braços formadores do reservatório do Lobo (Broa), limpo, preservado, cerrado ao redor, raso, transparente, vegetação aquática abundante ( <i>Ninféia</i> , <i>Ninfóides</i> , <i>Salvinia</i> ). - Rio Itaqueri. Raso e macrófitas flutuantes abundantes ( <i>Pistia</i> e <i>Eichornia</i> ), cerrado e Eucalipto ao redor.
BRO 02	Próximo à barragem da represa do Lobo (Broa), profundidade de 12m, lêntico, casas ao redor, pouca vegetação ciliar, poucas macrófitas na margem.
BAR 01	Rio Tietê à montante rio Bauru (UHE Bariri); prof. calha 17,5m; prof. margem 1m: substrato pedregoso; entorno ocupado por cultura de cana; poucas faixas de mata ciliar.
BAR 03	Rio Tietê entre rios Jaú e Bauru (UHE Bariri); prof. calha 15,5m; prof. margem 0,4m: entorno ocupado por cultura de cana e casas; estreita mata ciliar.
BAR 05	Rio Tietê próximo à barragem (UHE Bariri); prof. calha 21m; prof. margem 0,3 a 1m; substrato pedregoso, macrófitas flutuantes; cultura de cana e vegetação ciliar presente.

## Continuação da tabela 5

IBI 01	Rio Tietê, reservatório de Ibitinga, prof. calha de 10 a 12,5m; prof. margem 1m; casas na margem esquerda, cana de açúcar e pasto na margem direita, vegetação ciliar escassa; presença de macrófitas flutuantes.
IBI 03	Rio Tietê, à jusante do rio Jacaré-Pepira (em frente ao clube, outra margem), prof. calha 12,5m; prof. margem 0,6 a 3,5m: presença de macrófitas enraizadas e flutuantes; mata ciliar presente; substrato orgânico, marrom e oleoso.
IBI 05	Rio Tietê, próximo à barragem do reservatório de Ibitinga; prof. calha 22,3m; prof. margem 1m: substrato pedregoso; sedimento marrom; presença de macrófitas flutuantes (Aguapé); vegetação de entorno pasto e mata ciliar apenas na borda; água de cor verde pela proliferação de algas cianofíceas.

A técnica de amostragem para análise de água e de material biológico para os sistemas lóticos e lênticos foi diferenciada. Nos sistemas lóticos obteve-se medidas apenas de água de superfície, enquanto que nos sistemas lênticos foram feitas medidas na coluna d'água dos principais parâmetros limnológicos obtendo-se assim perfis verticais, através da sonda multiparamétrica.

O material fitoplanctônico para análise da densidade ( $n^{\circ}$  de org/L) e da composição do fitoplâncton foi obtido através da filtração de 60 litros de água em uma rede de 15  $\mu$ m de abertura de poro. O material concentrado foi fixado com formol a 4% para posterior identificação e análise.

Para o estudo da variação de curta duração na represa de Bariri, as amostragens foram realizadas em um ponto fixo, localizado a 6 metros da barragem, sendo as profundidades de penetração de luz de 100%, 50%, 25%, 10%, 1% e zona afótica. O material fitoplanctônico foi obtido coletando 500ml de água de cada profundidade e fixando com formol a 4%

As bibliografias utilizadas para identificação e classificação das algas foram: Bicudo e Bicudo (1970), Bicudo e Menezes (2005), Bourrely (1968, 1970, 1972), Geitler (1932), Hino e Tundisi (1984), Huber-Pestalozzi (1968), Husted (1930), Komàrek (1991), Lund e Lund (1995), Marques (2006), Mizuno, (1964), Prescott (1966), Sant'Anna (1984), Sant'Anna *et al*, (1988) e Streble e Krauter (1987).

#### 4.5 Variáveis Físicas e Químicas da água.

A obtenção dos perfis verticais de temperatura ( $^{\circ}$ C), oxigênio dissolvido (mg/L), pH, ORP (mV), sólidos totais dissolvidos (g/L) e condutividade (mS/cm) foi feita através de medições *in situ*, utilizando a multi sonda Horiba modelo U22.

- **Velocidade do vento** - foi utilizado o termo anemômetro digital de marca Skiltech, modelo TA-45, com o qual foi medido a velocidade do vento no ponto de coleta com intervalos de 15 em minutos entre cada leitura, desde o início da coleta até o seu término.

- **Alcalinidade**- utilizou-se o método titulométrico  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,01N –pH= 4,35 **Dureza**– foi determinada através do o método titulométrico com EDTA 0,02M. Os métodos estão descritos em APHA (1998).

**Transparência da água** foi medida em sítio através do Disco de Secchi, segundo recomendações de Wetzel e Likens (1991).

Na análise da concentração de nutrientes foram utilizadas as seguintes metodologias:

- **Fósforo total particulado** - foi utilizado o método de Valderrama (1981), processo oxidativo que oxida o fósforo total (P) em ortofosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ), que é complexado com molibdato. Esse complexo é reduzido pelo ácido ascórbico a um complexo azul que é determinado espectrofotometricamente a 882 nm.

- **Fosfato total dissolvido** – foi determinado segundo Strickland e Parsons (1960);, o método consiste na digestão oxidativa com persulfato, em autoclave, a 120°C, durante uma hora, sendo depois o fosfato determinado espectrofotometricamente a 882 nm.

- **Fosfato inorgânico dissolvido** - segundo Strickland e Parsons (1960) e depois determinado espectrofotometricamente a 882 nm.

- **Silicato** - Segundo Golterman *et al* (1978). O silicato é complexado pelo molibdato de sódio formando o ácido silícico-molibdico, que é reduzido por cloreto estano para um complexo azul. A leitura em espectrofotômetro é feita a 815 nm.

- **Material em suspensão total** (MST), inorgânico (MSI), orgânico (MSO) pelo método gravimétrico (filtros de celulose) segundo Teixeira *et al* (1965) e APHA (1998).

- **Nitrogênio Total** – NT (mg-N/L) (Nitrogênio Total Kjeldahl) pelo método por digestão c/ ácido sulfúrico e sulfato de cobre, com posterior destilação com NaOH e titulação com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , como descrito em APHA (1998)

- **Íons** (Fluoreto, Cloreto, Nitrito, Brometo, Nitrato, Sulfato, Amônio, Potássio, Magnésio e Cálcio), pelo método de cromatografia por troca iônica, no aparelho de marca Dionex, modelo DX80, como descrito em APHA (1998).

- **Carbono orgânico dissolvido (COD) e particulado (COP), carbono inorgânico dissolvido (CID)**, feita no Analisador TOC 5000 marca Shimadzu, com combustão a alta temperatura, como descrito em APHA (1998).

#### 4.6 Variáveis Biológicas

A análise quantitativa dos organismos fitoplanctônicos foi feita utilizando uma sub amostra de 1,5ml e colocando na Lâmina de Sedgewich Rafter, posteriormente analisando a lâmina toda no microscópio óptico com aumento de 200 vezes. O tempo para decantação da amostra foi de no mínimo 4 horas.

Optou-se por essa metodologia uma vez que a contagem no microscópio invertido através da técnica do Utermohl (1958) não foi satisfatória principalmente nos reservatórios onde havia muitas colônias de *Microcystis* sp e essas não puderam ser contadas devido a vacúolos de gás existentes nas colônias que fizeram que as mesmas ficassem na superfície da lâmina, não podendo ser modificado o foco para posterior contagem.

Os valores foram expressos em número de organismos por litro ( $n^{\circ}$  org/L).

A biomassa fitoplanctônica foi feita através da determinação de clorofila a segundo a técnica de Nush (1980), utilizando as equações de Lorezen (1967).

Os valores da clorofila a foram obtidos somente nas superfícies dos diferentes pontos de coleta.

As amostras de clorofila a foram filtradas em filtro Whatman GF/F de 47 mm de diâmetro. A extração do pigmento foi feita com etanol 80% a quente (75°C), ficando em repouso por no mínimo de 6 horas e máximo de 24 horas a +4°C. O extrato resultante foi lido nos comprimentos de onda 665 nm e 750 nm, na cubeta de 5 cm de caminho ótico. A determinação da feoftina, na qual os valores são necessários para o calculo final de clorofila a, foi feita acidificando o extrato com 0,6ml de ácido clorídrico a 37%, obtendo um pH em torno de 2,6 a 2,8. Após 30 minutos, as amostras foram novamente lidas nos mesmos comprimentos de onda e na mesma cubeta.

#### 4.7 Índice do Estado Trófico

Foi calculado o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), utilizando os dados de fósforo total que classifica os corpos de água em oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hiper-eutróficos. Outros índices como o de Lamparelli (2004), que utiliza outra maneira de classificação, foram testadas para o efeito de comparação.

a) Índice do estado trófico de Carlson para fósforo (para ambientes lóticos e lênticos)

$$\text{IET}(\text{Pt}) = 10 \times (6 - (\ln(48/\text{Pt}) / \ln 2))$$

onde:

IET = índice do estado trófico

Pt = fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ )

No quadro abaixo se encontra a classificação do estado trófico com as faixas de valores do IET e as respectivas concentrações de fósforo total.

Estado Trófico	IET	Concentração de fósforo total ( $\mu\text{g/L}$ )
Ultra-oligotrófico	< 20	$P \leq 3,0$
Oligotrófico	21 – 40	$3,0 < P \leq 12,0$
Mesotrófico	41 – 50	$12,0 < P \leq 24,0$
Eutrófico	51 – 60	$24,0 < P \leq 48,0$
Hipereutrófico	> 61	$48,0 < P$

b) índice do estado trófico de Lamparelli para fósforo (para ambientes lóticos)

$$\text{IET}(\text{Pt}) = 10 \times (6 - (1,77 - (0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2)))$$

onde:

IET = índice do estado trófico

Pt = fósforo total ( $\mu\text{g/l}$ )

No quadro a seguir se encontra a classificação do estado trófico com as faixas de valores do IET e a respectiva concentração de fósforo total.



Estado Trófico	IET	concentração de fósforo total (ug/L)
Ultra-oligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 13,0$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13,0 < P \leq 35,0$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35,0 < P \leq 137,0$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137,0 < P \leq 296,0$
supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296,0 < P \leq 640,0$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$640,0 < P$

#### 4.8 Índice de Diversidade, Equitabilidade e Dominância e Riqueza.

##### Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H),

O índice de Shannon assume que os indivíduos são amostrados ao acaso, de uma população indefinidamente grande (Pielou, 1975) e que todas as espécies estão representadas na amostra.

Este índice expressa a medida da diversidade e é calculado para incorporar a soma das contribuições proporcionais de uma espécie individual na população total, biomassa, dominância, produtividade etc. de uma comunidade. Os valores mínimos ocorrem quando uma espécie tem uma dominância desproporcional, considerando-se que os valores máximos de diversidade ocorrem quando todas as espécies compartilham igualmente o domínio da comunidade (1).

O índice de diversidade de Shannon Wiener é definido como

$$H = -\sum p_i \log_e p_i$$

onde

$p_i$  = probabilidade de importância de cada espécie =  $n_i / N$

$n_i$  = valor de importância de cada espécie (número, biomassa, etc.)

$N$  = total dos valores de importância

##### Equitabilidade ( J )

É o grau de uniformidade na distribuição da abundância de padrões de espécie. A maior equitabilidade possível se dá quando todas as espécies são representadas pelo mesmo número de indivíduos (1). Sendo H o índice de Shannon Wiener, o valor máximo que isso poderia levar é  $\log(S)$ , onde (S) é o número total de espécie no habitat. Então o índice é

$$J = H/\log(s).$$

Portanto, a equitabilidade e diversidade representam parâmetros antagônicos

### **Índice de dominância de Berger-Parker (d)**

Esse índice é uma medida simples de importância numérica da espécie mais abundante

$$d = N_{\max} / N$$

onde :  $N_{\max}$  é o número de indivíduos na espécie mais abundante

$N$  é o número total de indivíduos na amostra

### **Índice de riqueza - Jackknife**

$$S = s + [(n - 1) / n]^k$$

Onde:  $S$  é a estimativa Jackknife da riqueza das espécies;

$s$  corresponde ao número total de espécies encontradas em  $n$  quadrados;

$n$  portanto é o número de quadrados amostrados e

$k$  é o número total de espécies únicas

Todos os índices citados anteriormente foram calculados pelo programa DIVES – Diversidade de Espécies v2.0 (RODRIGUES, 2005).

## **4.9 Análise estatística multivariada**

Foi utilizada a Análise dos Componentes Principais (ACP) como método de ordenação, a partir das correlações entre as variáveis físicas, químicas e biológicas da água para os períodos estudados com intuito de agrupar os pontos através da similaridade e dissimilaridade das variáveis analisadas. As variáveis utilizadas na análise foram alcalinidade, carbono total dissolvido, silicato, nitrato, amônio, fosfato inorgânico, pH, OD, e a riqueza de gêneros das classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae, Xantophyceae e Cryptophyceae.

Para a análise de PCA foi utilizado o software XLSTAT v.7.5.2.

## 5 – Resultados

---

### 5.1 Sistemas Lóticos

#### 5.1.1 Variáveis Físicas e Químicas da Água

5.1.1.1 Oxigênio dissolvido, Temperatura da água, Condutividade, pH, potencial de oxido-redução (ORP) e total de sólidos suspensos (TDS).

##### a) Oxigênio dissolvido.

Na figura 6 podem ser observados os valores de oxigênio dissolvido durante os dois períodos de coleta nos diferentes rios amostrados.

Em geral os valores de oxigênio dissolvido apresentam-se mais elevados no período de seca, com exceção dos pontos do Rio Bauru (BAR 02) e Rio Jaú (IBI 02), que apresentaram maiores concentrações de OD no período de chuva.

A maioria dos rios pertencentes à sub bacia do Jacaré Guaçu apresentou concentrações de oxigênio dissolvido acima de 5,0mg/L, caracterizando uma boa qualidade de água. Apenas o Córrego Água Branca (JG 05) apresentou uma concentração inferior 3,39 mg/L no período de chuva. O rio Jacaré Pepira que pertence à sub bacia do Jacaré Pepira (JP 01 e JP 02) e também à sub bacia do Tietê (IBI 02) apresentou boa oxigenação tanto no período da seca como no período de chuva. Apenas o rio Bauru da sub bacia que leva o seu nome, apresentou qualidade de água ruim e termos de concentração de oxigênio tanto na época da chuva (4,5mg/L) quanto na época da seca (2,12mg/L).

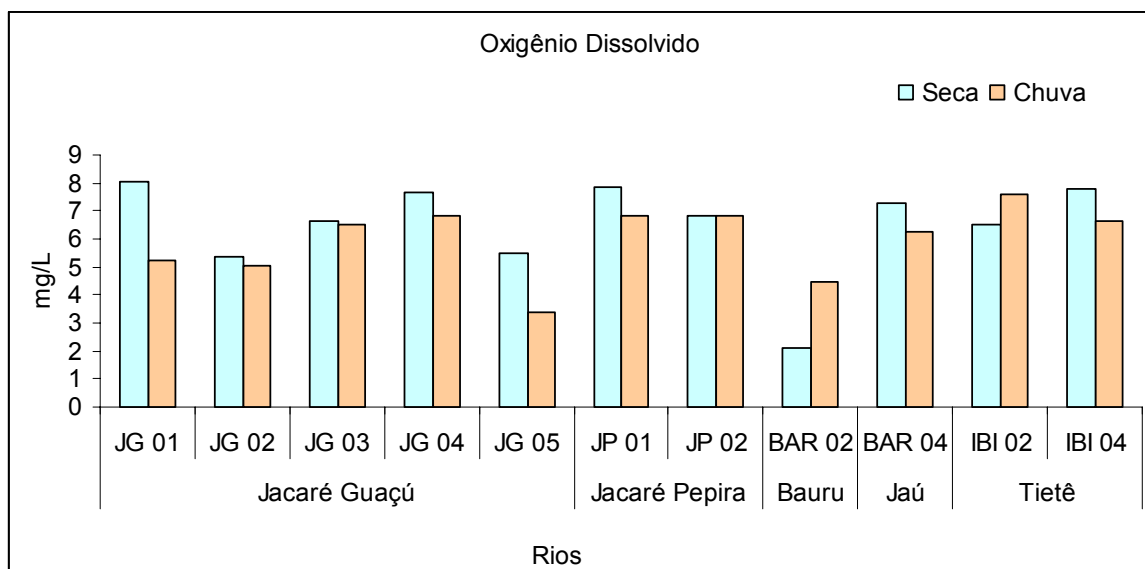


Figura 6 - Valores das concentrações de Oxigênio dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### b) Temperatura

A temperatura medida nos sistemas lóticos tanto no período de seca, quanto no período de chuva pode ser observada na figura 7.

A variação de temperatura nesses sistemas na época da seca (inverno) oscilou de 15,4°C registrada no Rio Jacaré Pepira (JP 01) a 24,2°C no IBI 02 (rio Tietê/Jacaré Guaçu). No verão a variação de temperatura oscilou de 23,3°C registrada no ponto JG 01 do rio Jacaré Guaçu a 27,3°C no ponto IBI 04 (rio Tietê/Jacaré Guaçu). Essas diferenças ocorrem dependendo se as margens do rio são protegidas por matas ciliares ou não.

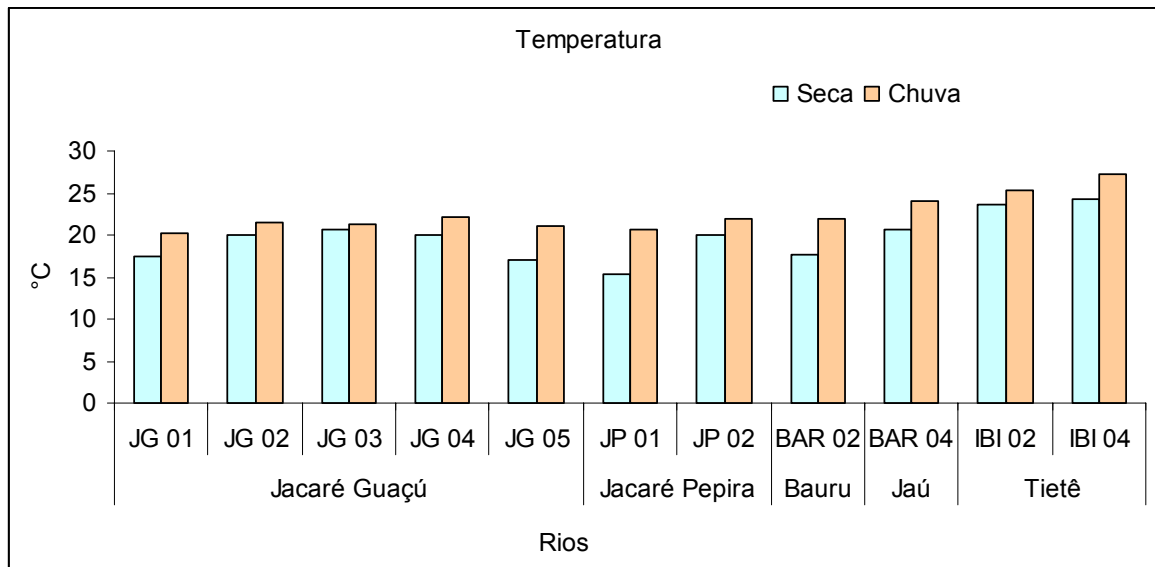


Figura 7 - Valores de temperatura durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### c) Condutividade elétrica

Na Figura 8 estão representados os valores de condutividade medidos nos sistemas lóticos, nos dois períodos estacionais. Na maioria dos rios foi observado um pequeno aumento da condutividade na época da seca. Baixa condutividade foi observada na maioria dos rios que compõem as sub bacias do Jacaré Guaçu e do Jacaré Pepira, cujos valores encontram-se entre 0,019 mS/cm até 0,070 mS/cm. Entretanto os rios Bauru e Jau (BAR 02 e BAR 04) e o rio Tiete/Jacaré Guaçu (IBI 02) apresentaram alta condutividade na faixa de 0,200 a 0,236 mS/cm.

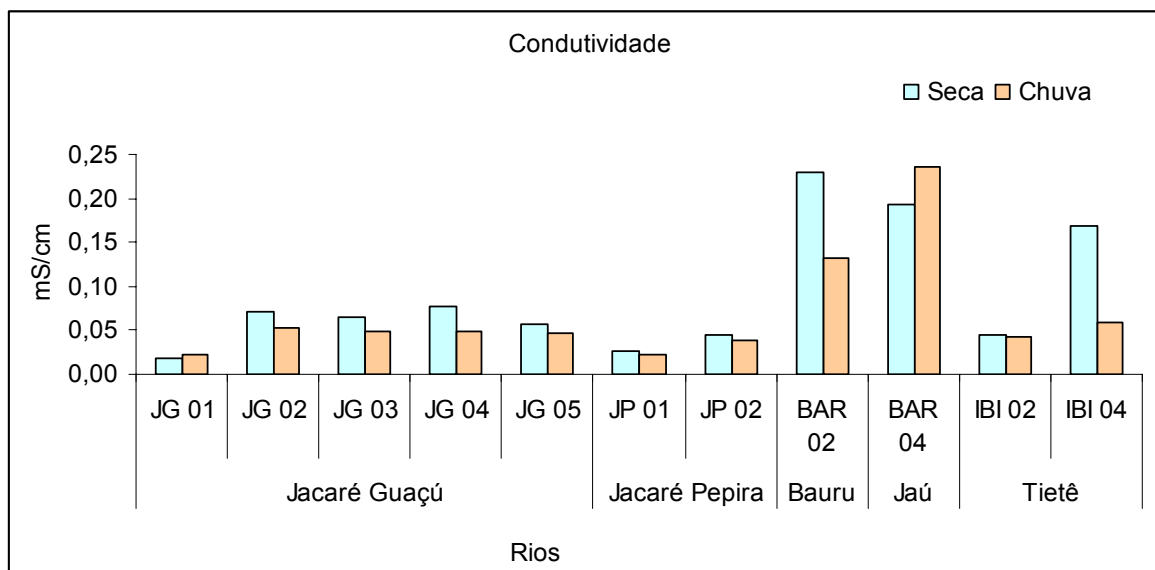


Figura 8 - Valores de Condutividade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### d) Variação de pH nos sistemas lóticos

Na Figura 9 podem ser observados os valores de pH nos diferentes pontos de coleta durante os períodos de seca e chuva.

Maiores valores de pH foram observados durante o período de seca, na maioria dos pontos amostrados variando de 6,5 a 8,35. Somente no Córrego do Chibarro (JG 01) foi registrado um pH ácido (4,5) na época da seca.

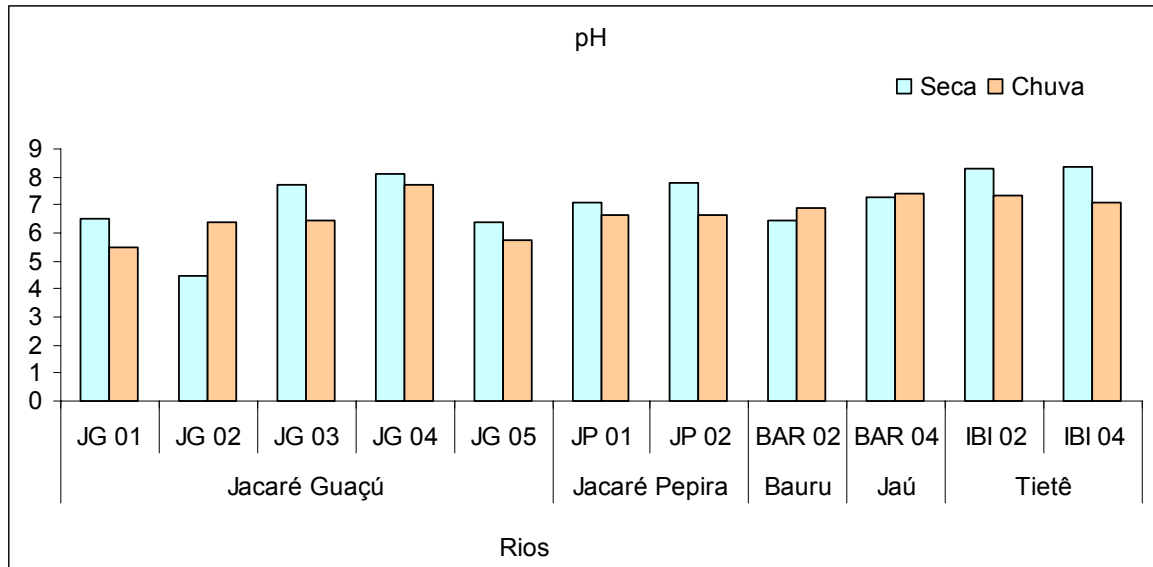


Figura 9 - Valores de pH durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### e) Potencial de óxido redução

Na figura 10 estão apresentados os dados de ORP observados durante os períodos de coleta. O menor valor observado foi de 187mV no córrego do Chibarro (JG 01) no período de seca, e no córrego da Água Branca (JG 05) na época da chuva. Nos demais pontos o potencial de óxido redução apresentou valores acima de 200mV demonstrando que o ambiente é oxidativo.

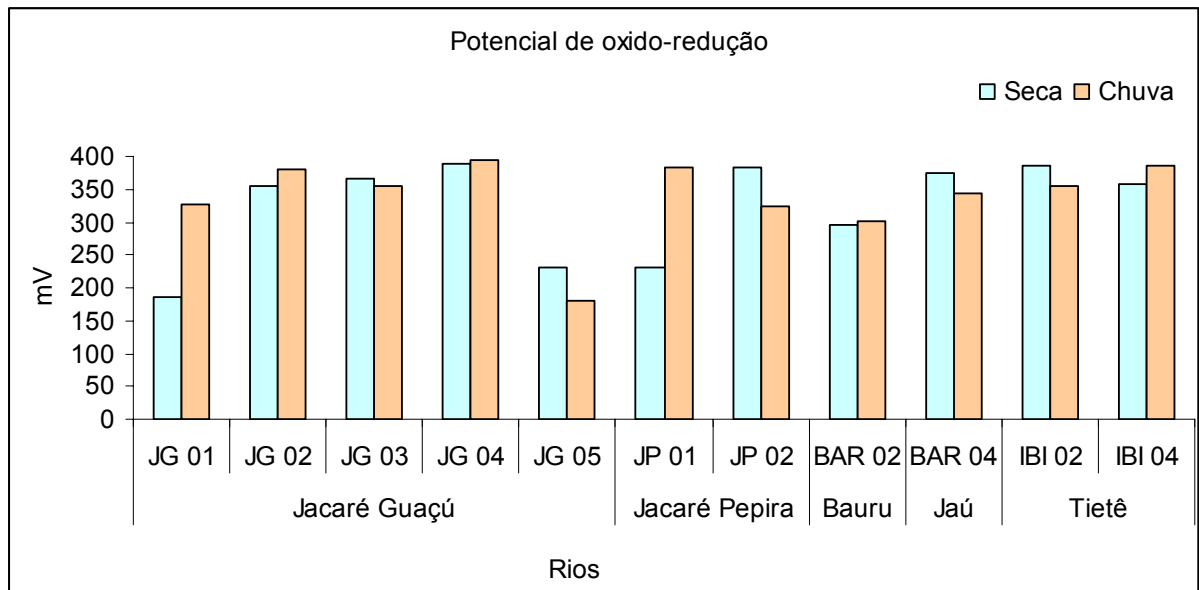


Figura 10 - Valores de potencial de oxido-redução durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### f) Sólidos totais dissolvidos

Em geral as maiores concentrações de sólidos totais suspensos foram observadas no período de seca. Tanto no período de seca quanto no período de chuva a concentração mínima foi de 0,01g/L e a máxima de 0,15g/L, como podem ser observadas na figura 11.

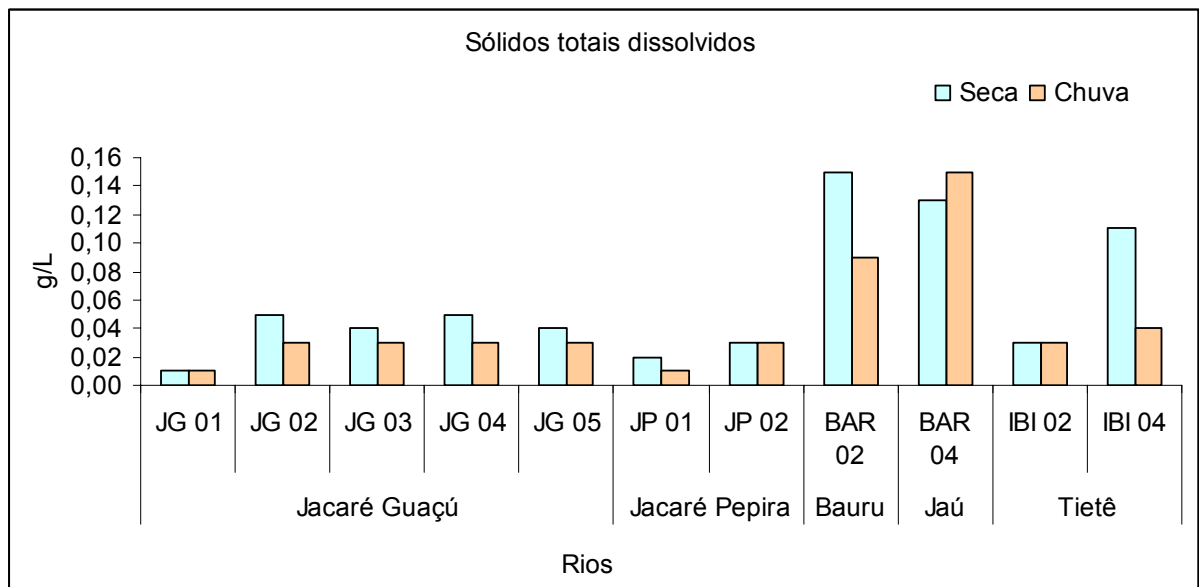


Figura 11 - Valores das concentrações de sólidos totais dissolvidos durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### g) Análise dos componentes iônicos

Nas figuras 12 a 18 estão apresentados os valores das concentrações de fluoreto, cloreto, brometo, sulfato, potássio, magnésio e cálcio respectivamente. Altas concentrações de **fluoreto** ( $> 500\mu\text{g/L}$ ) foram encontradas no rio Bauru (BR 02), rio Jau (BR 04) e o rio Tietê/Jacaré Guaçu (IBI 04) na época da seca (figura 12). O mesmo comportamento foi registrado com relação ao **cloro** com concentrações acima de  $100\text{mg/L}$  nos mesmos pontos (figura 13), **brometo** com concentrações acima de  $200\mu\text{g/L}$  nos rios acima referidos (figura 14) e **sulfato**, acima de  $30\mu\text{g/L}$  nos três ambientes lóticos, na época da seca (figura 15). O **potássio** mostrou uma concentração alta ( $6,0\text{mg/L}$ ) no rio Jau (BAR 04), na época da chuva (Figura 16), enquanto que o **cálcio** apresentou alta concentração ( $14,0\text{mg/L}$ ) nos rios Bauru (BAR 02) e Jau (BAR 04) (figura 18); o **magnésio** não apresentou grandes variações nos diferentes sistemas lóticos (figura 17).

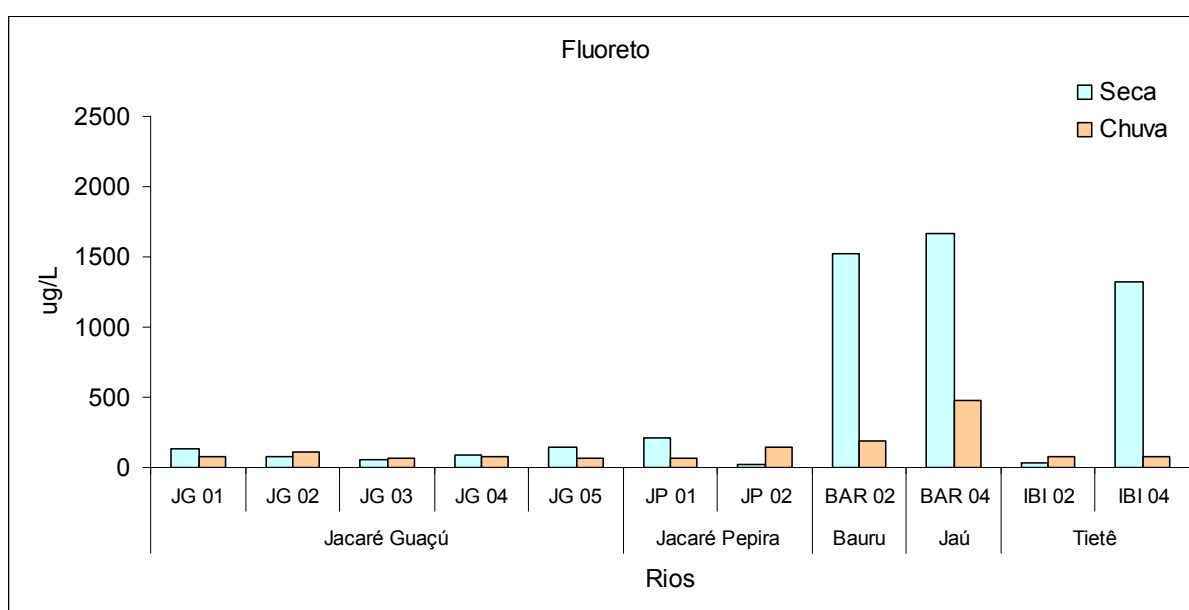


Figura 12 - Valores das concentrações de Fluoreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.



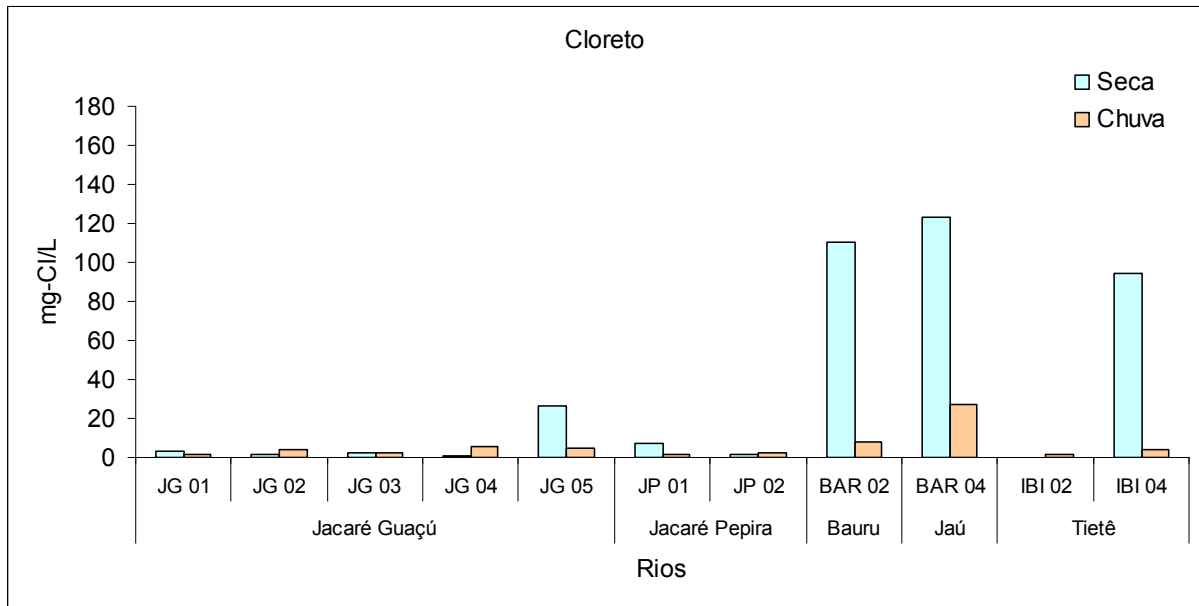


Figura 13 - Valores das concentrações de cloreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

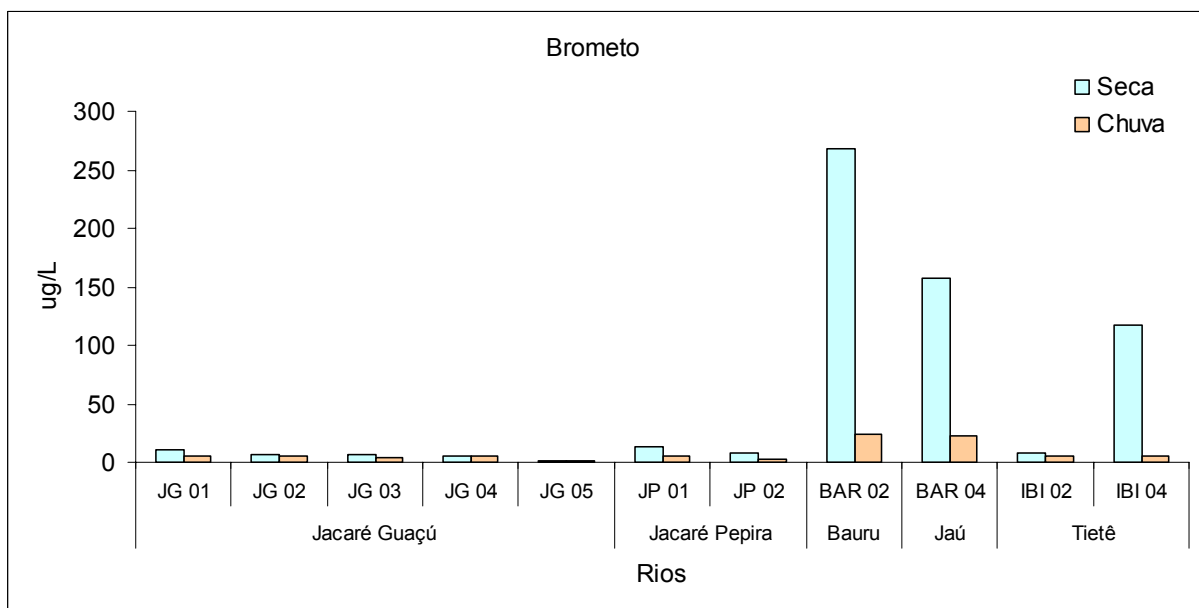


Figura 14 - Valores das concentrações de brometo durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

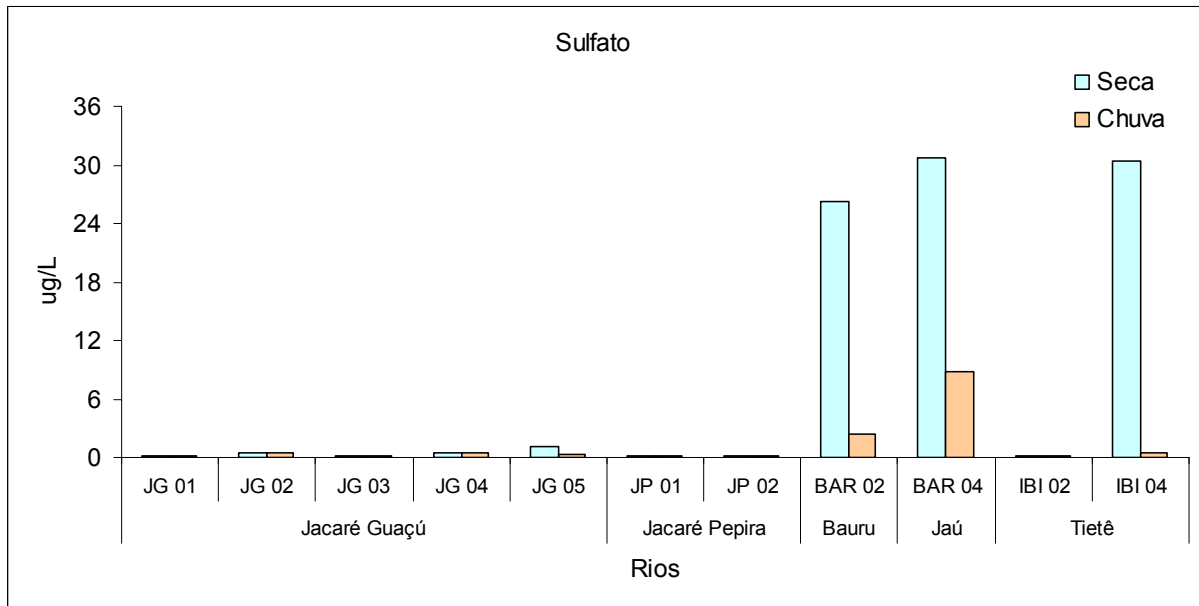


Figura 15 - Valores das concentrações de sulfato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

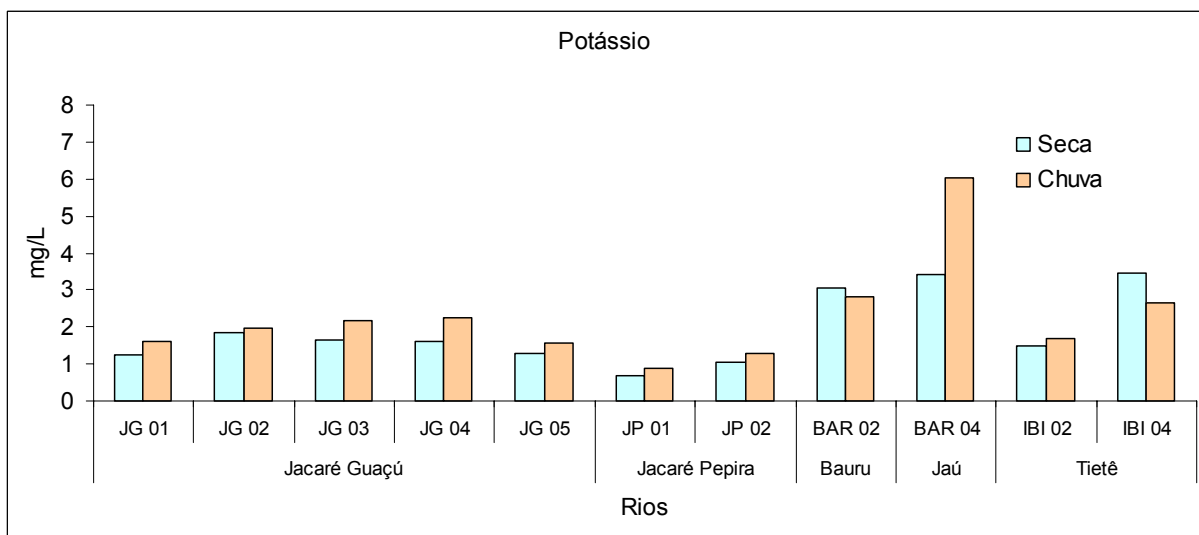


Figura 16 - Valores das concentrações de potássio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

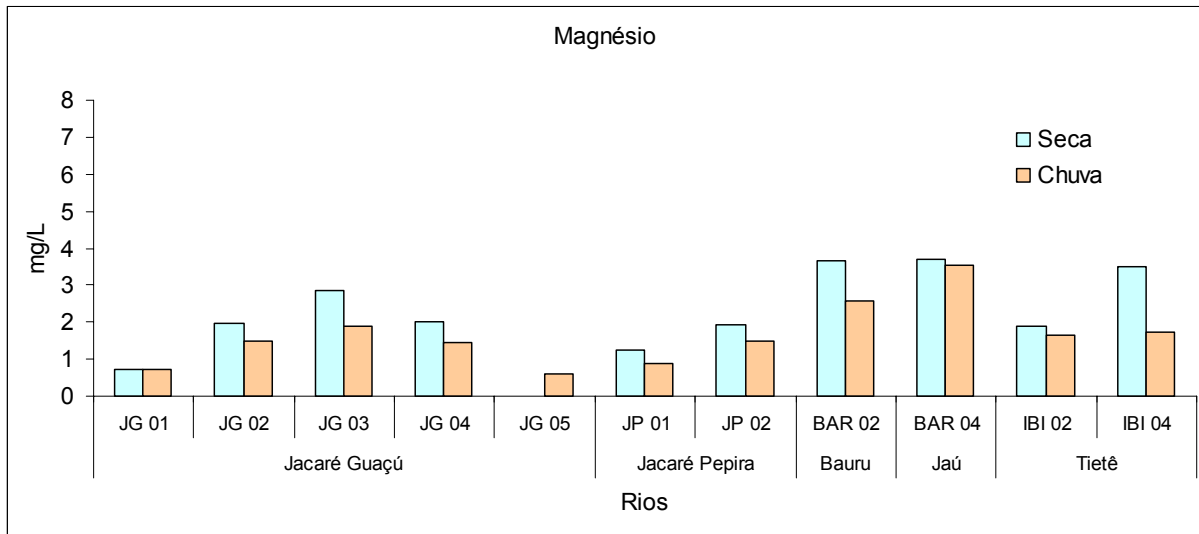


Figura 17 - Valores das concentrações de magnésio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

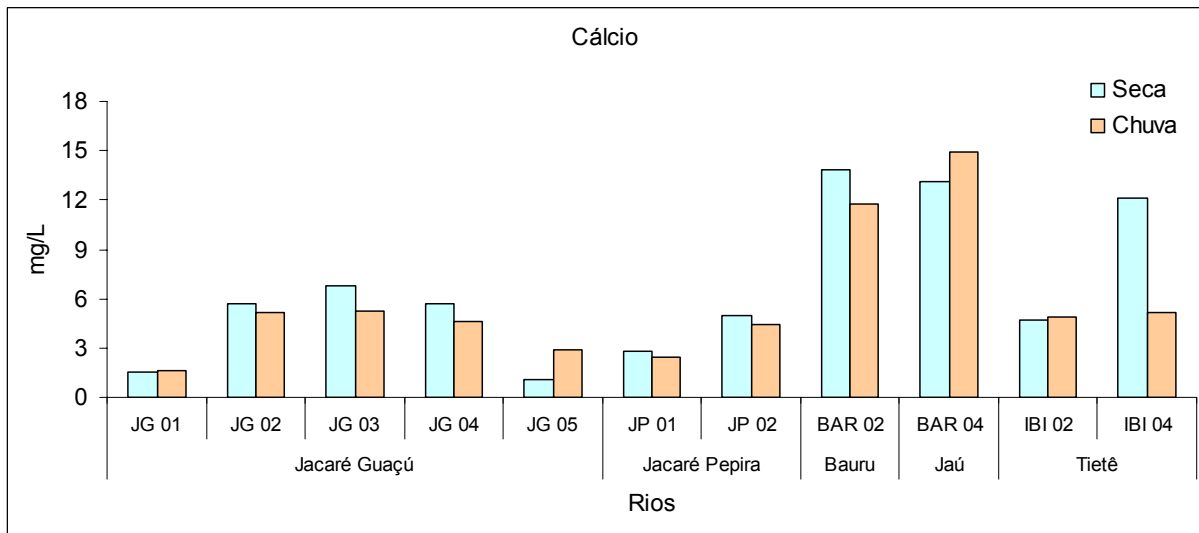


Figura 18 - Valores das concentrações de cálcio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### h) Compostos nitrogenados, fosfatados e silicatos.

Nas figuras 19, 20 e 21 estão apresentadas as concentrações de nitrito, nitrato e amônio, respectivamente, obtidas nos períodos de seca e de chuva nos sistemas lóticos analisados. O **nitrito** apresentou altas concentrações (300 µg/L) somente no córrego da Água Branca (JG 05) no período da seca (Figura 19). Altas concentrações de **nitrato** foram observadas no Rio Jau (BAR 04) com 15,0mg/L e no rio Jacaré Guaçu sob a influência do Rio Tietê (IBI 02) que apresentou 1,0mg/L (Figura 20). Concentrações altíssima de **amônio** foram observadas nos córregos

Água Branca (JG05) com 3,0mg/L e no Rio Bauru (BAR 02) com 6,0mg/L (Figura 21), conseqüência do lançamento de uma grande quantidade de esgoto doméstico.

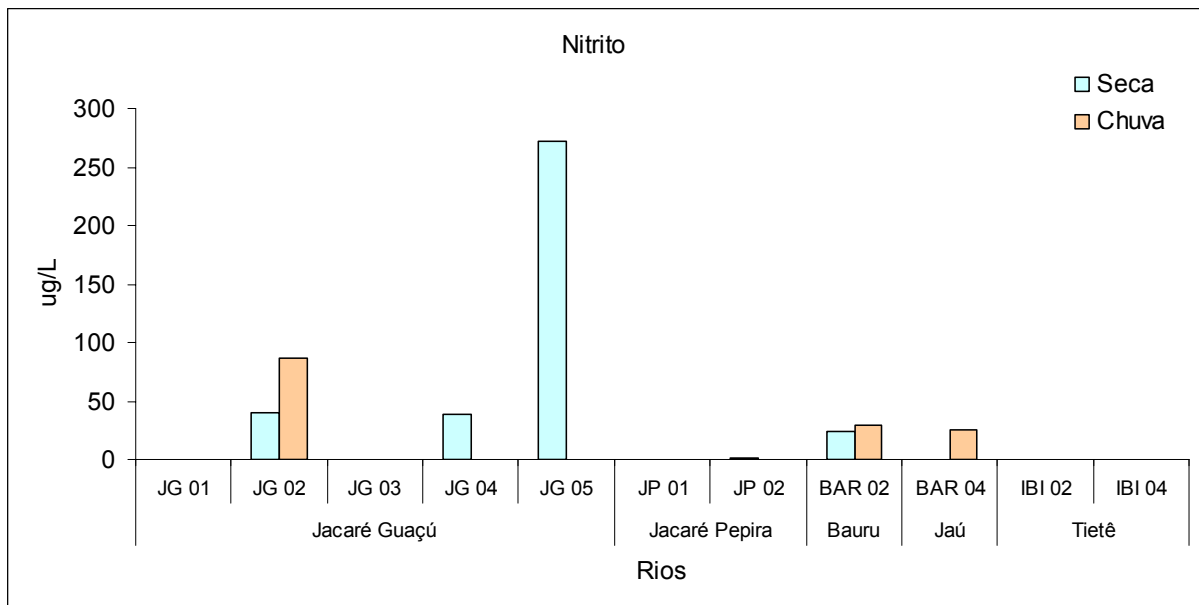


Figura 19 - Valores das concentrações de nitrito durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

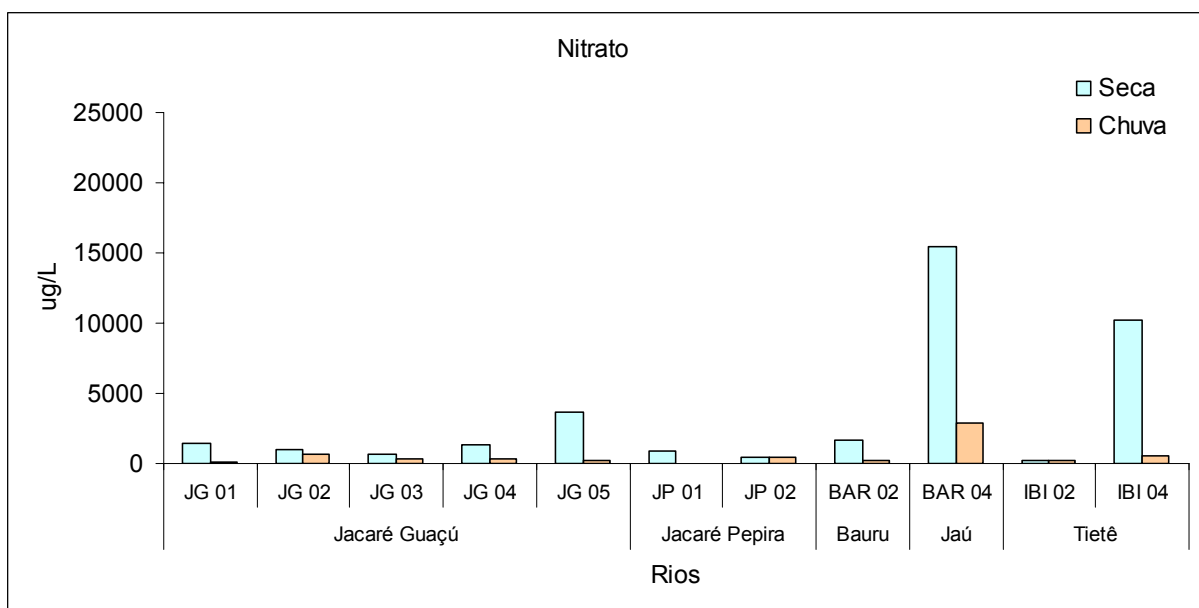


Figura 20 - Valores das concentrações de nitrato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

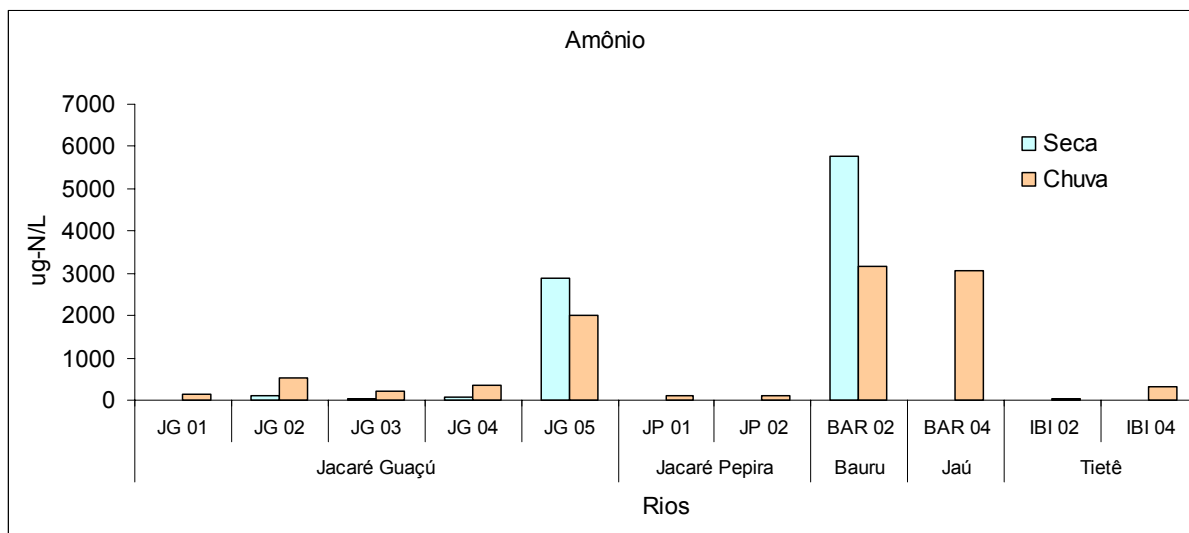


Figura 21 - Valores das concentrações de amônio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

As figuras 22 e 23 referem-se às concentrações de fósforo inorgânico e fósforo total dissolvido, analisadas sob a forma de ortofosfato. Concentrações altas de **fósforo inorgânico** (Figura 22) como de fósforo total dissolvido (Figura 23) foram obtidas no Córrego da Água Branca (JG 05) com valores respectivos de 210,0  $\mu\text{g/L}$  e 224,6  $\mu\text{g/L}$  e no Rio Bauru com valores respectivos de fosfato inorgânico e fosfato total de 197,8  $\mu\text{g/L}$  e 242,0  $\mu\text{g/L}$

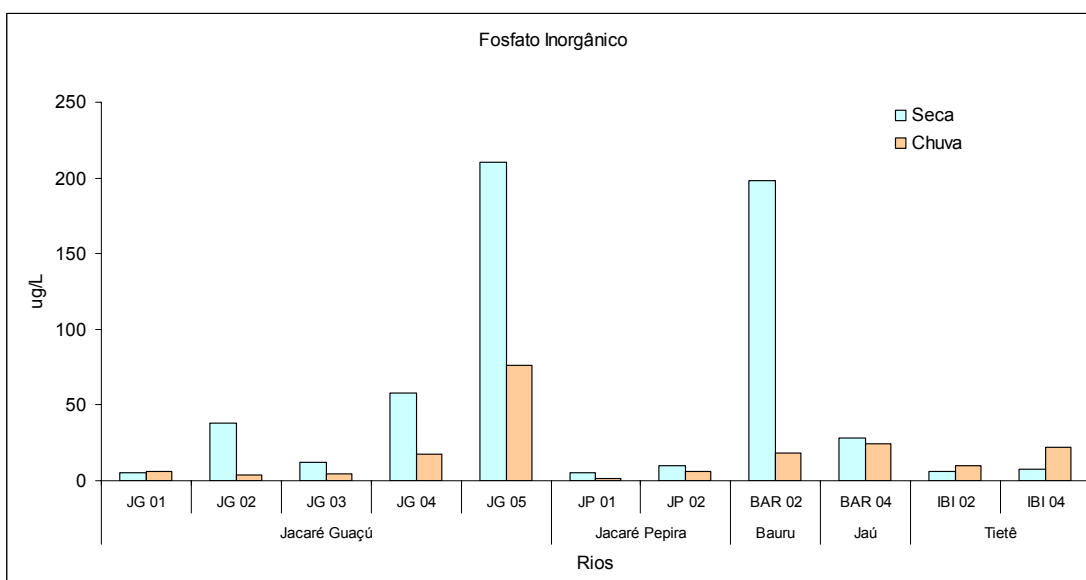


Figura 22- Valores das concentrações de fosfato inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

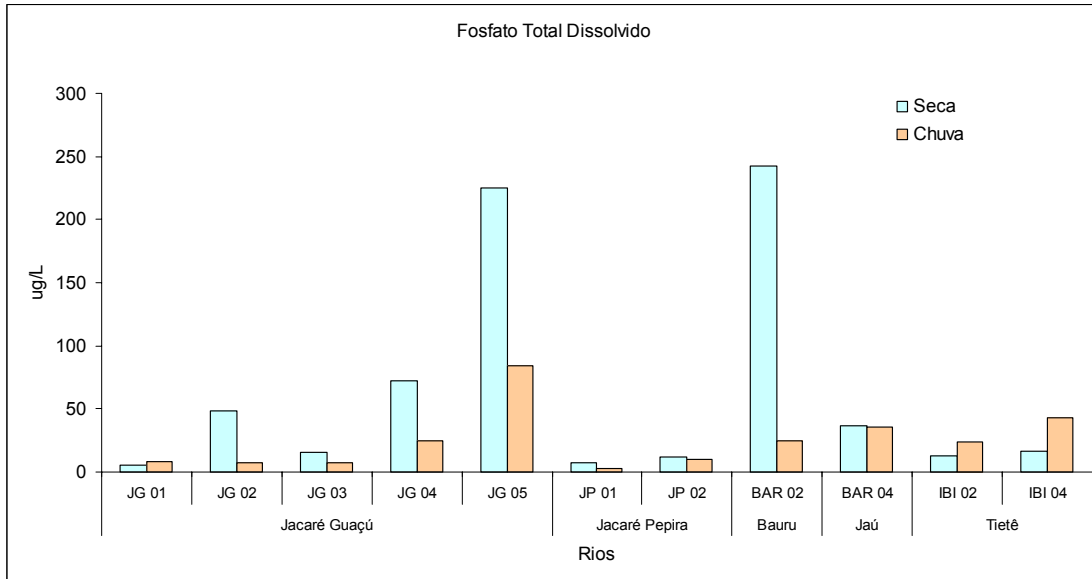


Figura 23 - Valores das concentrações de fosfato total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

A figura 24 se refere às concentrações de **silicato** (elemento essencial para o desenvolvimento de frústulas de diatomáceas) analisadas nos corpos de água lóticos, mostrando que a maioria dos corpos lóticos apresentou concentrações de Si, analisadas sob a forma de silicato entre 4,0 a 9,0  $\mu\text{g/L}$ , excetuando os córregos do Chibarro (JG 01), Água Branca (JG 05) e Jacaré Pepira (JP 01) que apresentaram concentração de Si inferior a 3,0  $\mu\text{g/L}$ .

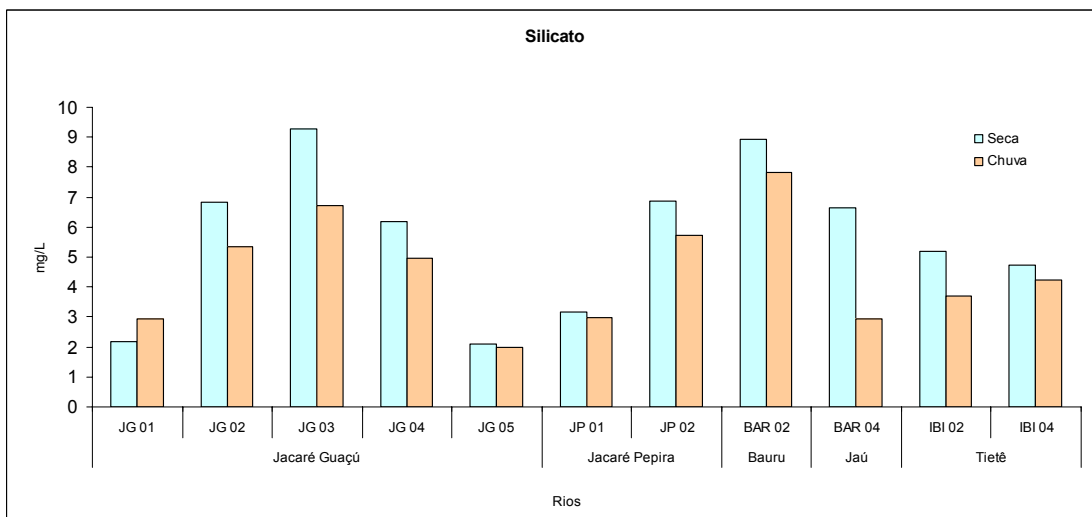


Figura 24 - Valores das concentrações de silicato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### i) Nitrogênio total, fósforo total e carbono total

A análise do nitrogênio, fósforo e carbono total no ambiente aquático mostra o estado nutricional em que o ambiente se encontra e representa a matéria orgânica presente na água.

Nas figuras 25 e 26 estão apresentados os valores de nitrogênio total (Kjeldahl), e fósforo total.

As concentrações de **nitrogênio total** foram maiores no período de chuva do que no período de seca em todos os pontos, com exceção do Rio Bauru (BAR 02) que apresentou maior concentração no período de seca. Os pontos que apresentaram maiores concentrações de Nitrogênio foram: córrego da Água Branca (JG 05 com 17,33mg/L), Jacaré Pepira (JP 01 - com 19,95mg/L) e rio Jacaré Guaçu (IBI 04 com 7,84mg/L) no período de chuva. Já no rio Bauru (BAR 02), concentração alta de 7,34mg/L foi observada no período da seca (figura 25).

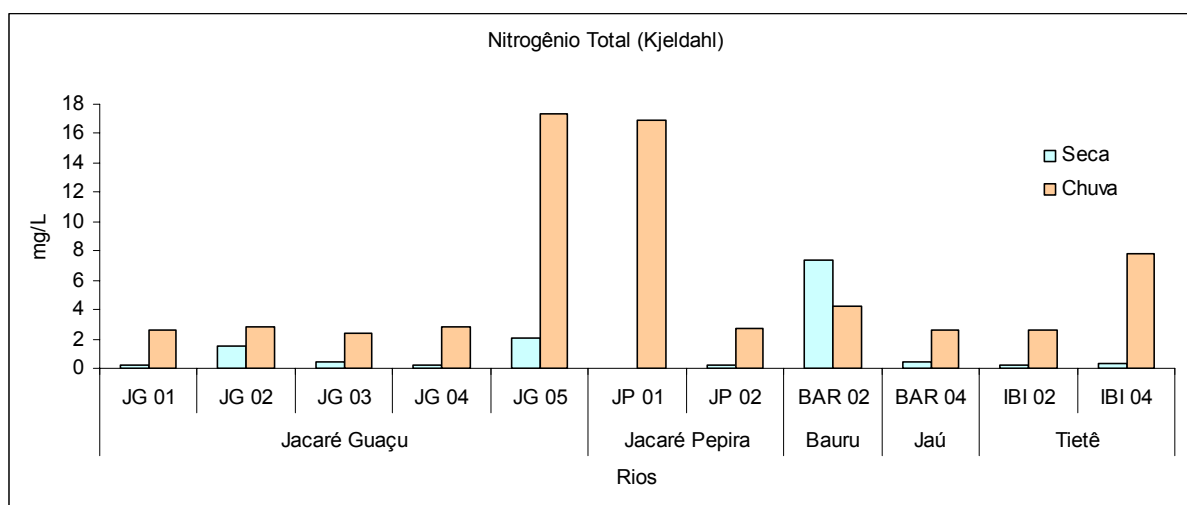


Figura 25 - Valores das concentrações de Nitrogênio total (Kjeldahl) durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

Com relação ao **fósforo total**, o córrego da Água Branca (JG 05) apresentou uma alta concentração, tanto no período de seca quanto de chuva, com valores respectivos de 261,0 µg/L e 236,4µg/L. Entretanto, no rio Bauru (BAR 02) uma concentração altíssima de 574,6 µg/L foi registrada no período da seca (figura 26).

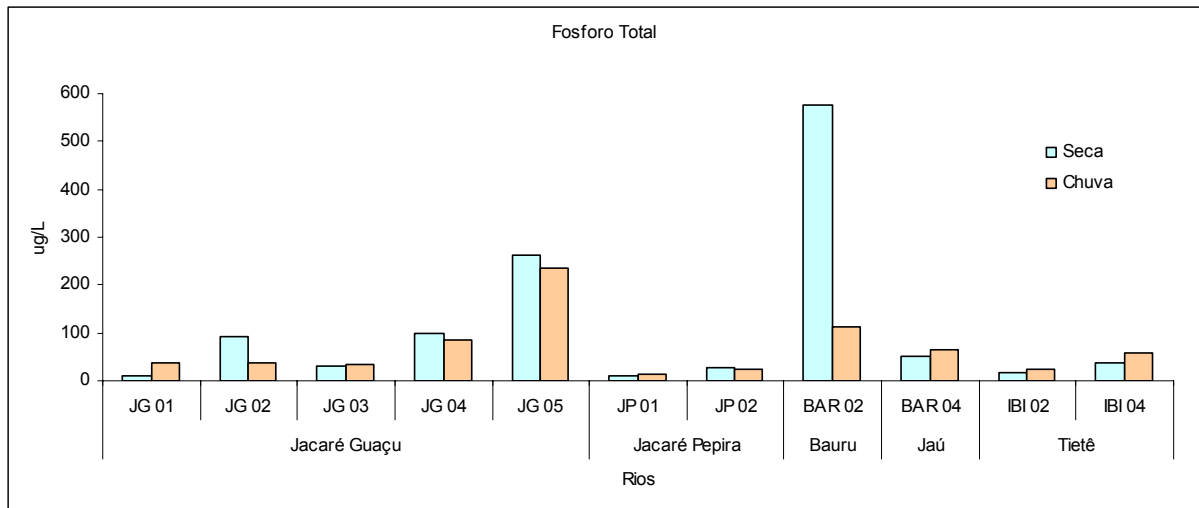


Figura 26 - Valores das concentrações de fósforo total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

Os compostos de carbono, **carbono total dissolvido, carbono inorgânico e carbono orgânico** dos sistemas lóticos encontram-se representado nas figuras 27, 28 e 29 respectivamente, onde pode ser visto que altas concentrações de Carbono total dissolvido (Figura 27) e Carbono inorgânico dissolvido (Figura 28) foram encontradas no Rio Bauru (BAR 02) com valores respectivos de 21,6 ppm e 19,0 ppm e no Rio Jau com valores respectivos de C total dissolvido e C inorgânico de 12,9ppm e 10,3ppm. Os valores de Carbono orgânico dissolvido (Figura 29) foram mais altos no período da chuva do que na seca, em todos os sistemas lóticos analisados, não havendo algum rio que caracterizasse com alta concentração de carbono orgânico.

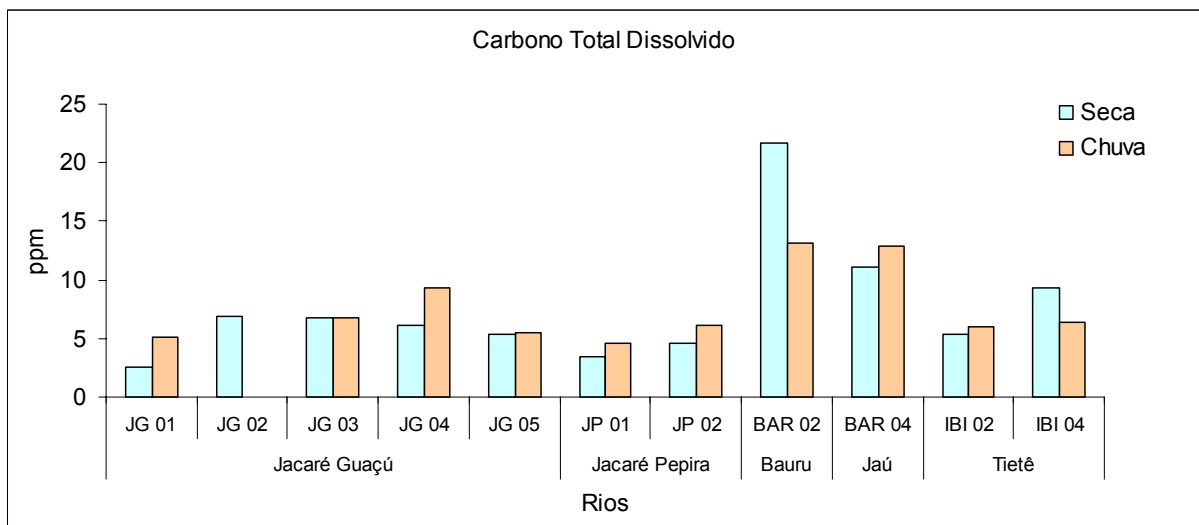


Figura 27 - Valores das concentrações de Carbono total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.



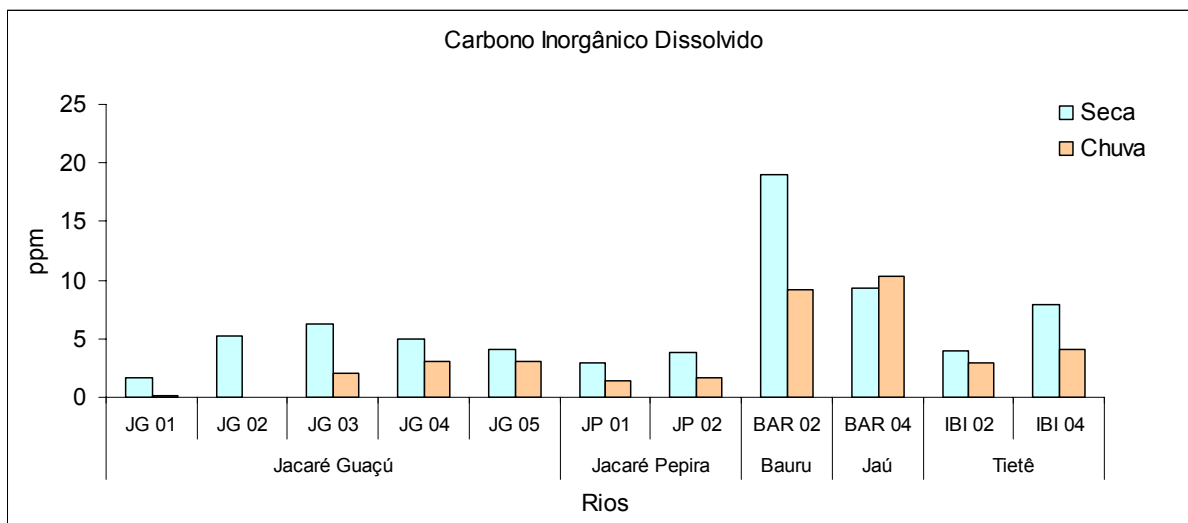


Figura 28 - Valores das concentrações de Carbono inorgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

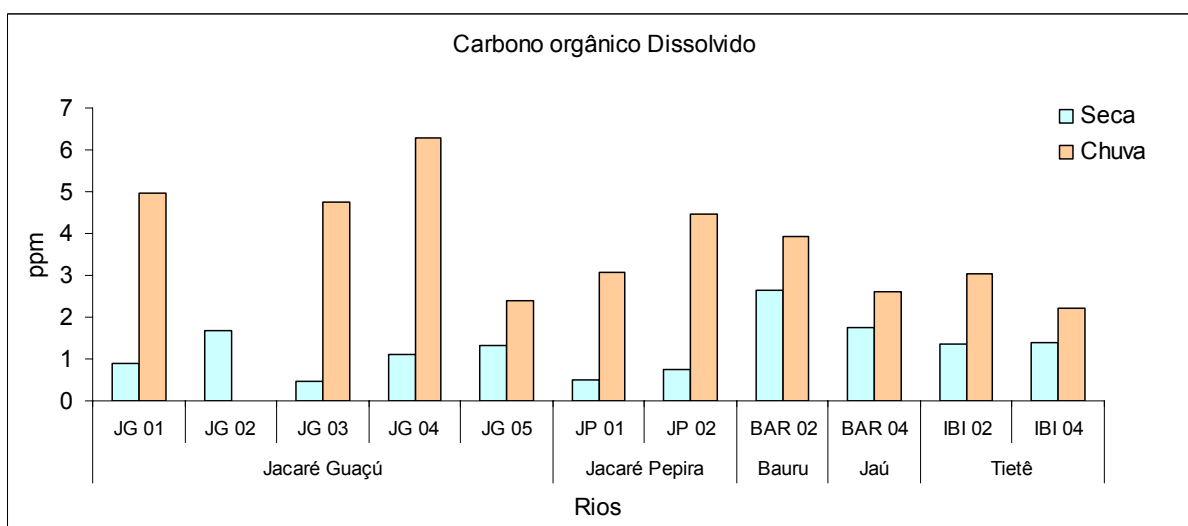


Figura 29 - Valores das concentrações de Carbono orgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

## J) Dureza e Alcalinidade

As figuras 30 e 31 referem-se a dureza e alcalinidade medidas através da concentração de  $\text{CaCO}_3$  presente nas águas dos sistemas lóticos nos períodos de seca e de chuva.

Valores mais elevados de dureza (Figura 30) e de alcalinidade (Figura 31) foram observados nos rios Bauru (BAR 02), Jau (BAR 04) e no rio Tietê/Jacaré Guaçu (IBI 04) com concentrações de  $\text{CaCO}_3$  variando de 42,3mg/L a 45,5mg/L, para dureza e de 35,0 mg/L a 80,0mg/L para alcalinidade.

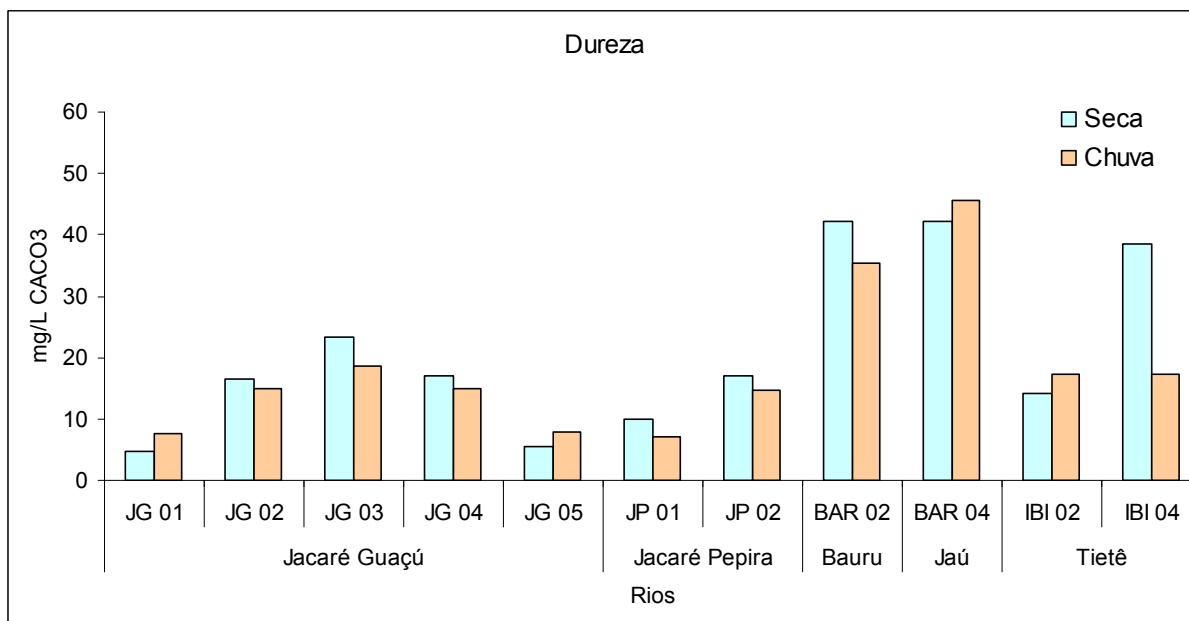


Figura 30 - Valores das concentrações de dureza durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

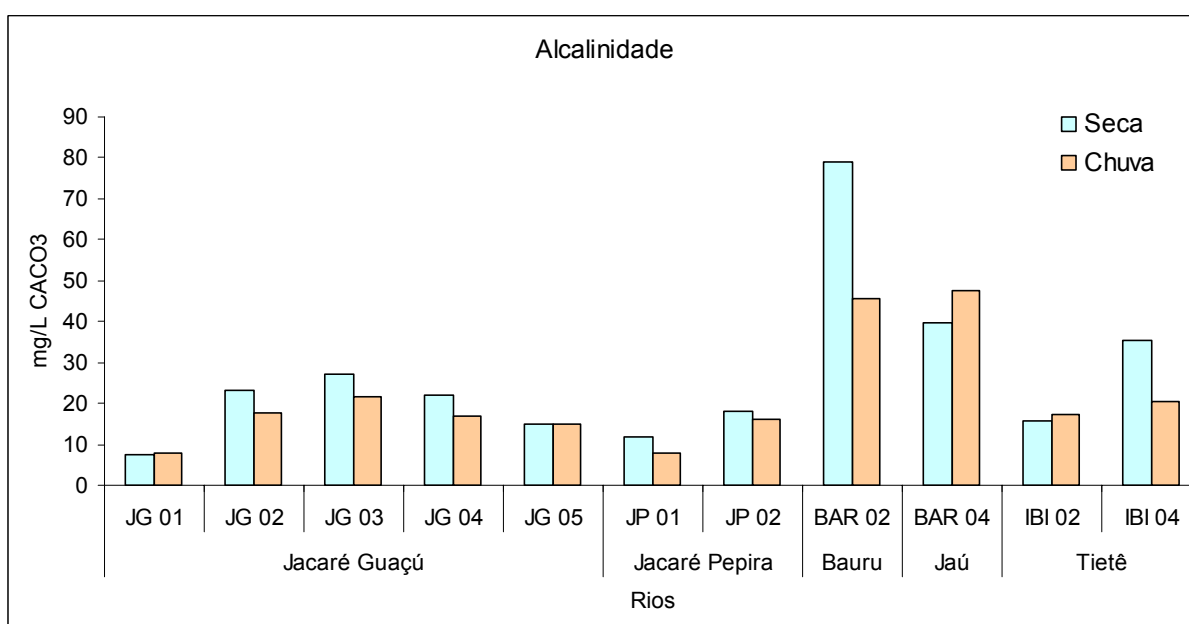


Figura 31 - Valores das concentrações de alcalinidade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### k) Material em suspensão

As figuras 32, 33 e 34 referem-se respectivamente ao material em suspensão total, inorgânico e orgânico.

As concentrações de material em suspensão total apresentadas na figura 32 indicam que na maioria dos rios ocorre maior quantidade de material em suspensão total no período de chuva, o que é acompanhado pelo material inorgânico (Figura 33) que constitui de 60 a 80% do material em suspensão total. Somente no Rio

Bauru (BAR 02) foi registrada uma concentração maior de matéria orgânica (65%) no período de seca.

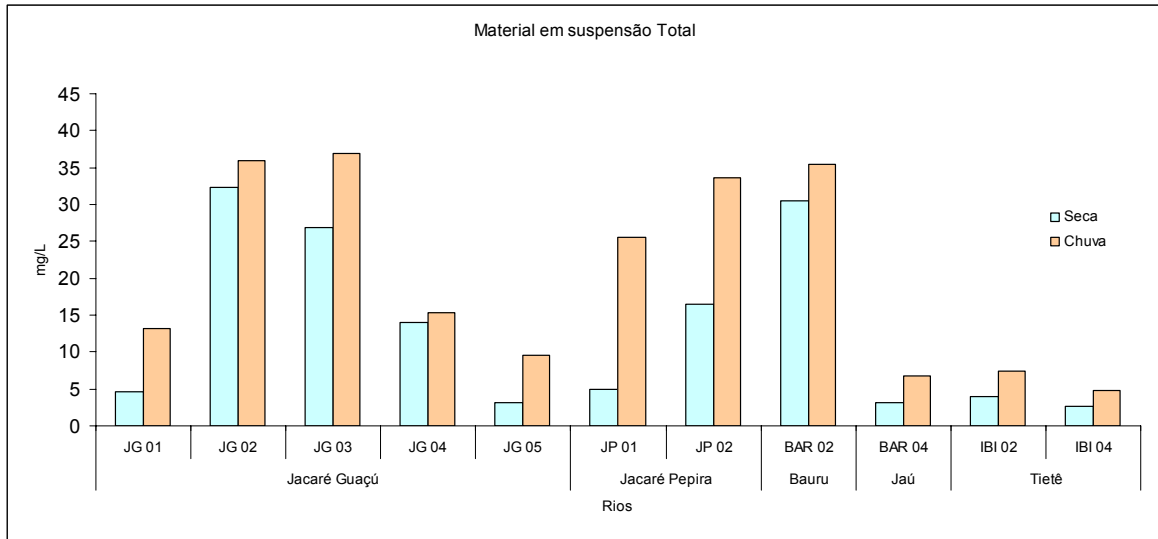


Figura 32 - Valores das concentrações de material em suspensão total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

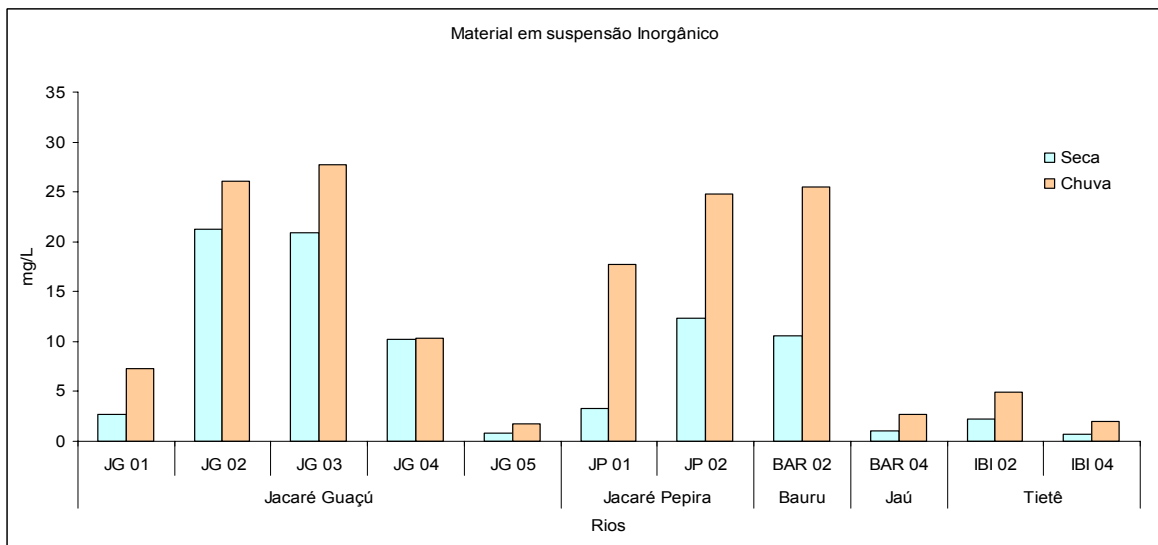


Figura 33 - Valores das concentrações de material em suspensão inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

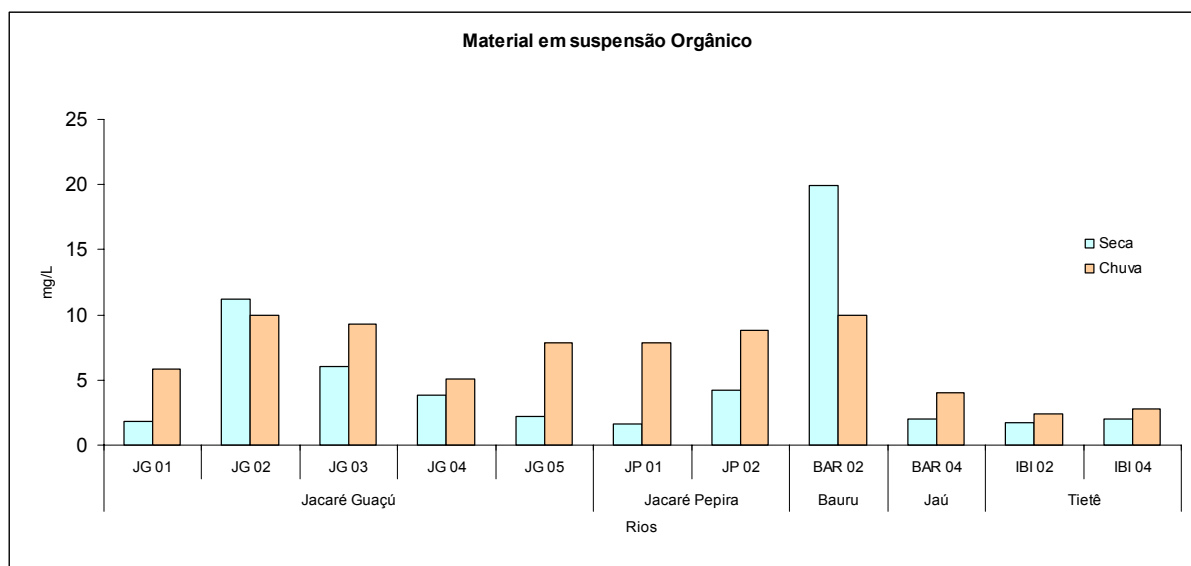


Figura 34. - Valores das concentrações de Material em suspensão orgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### 5.1.2 – Índice do Estado Trófico

Nas Figuras 35 e 36 estão apresentados os valores e a classificação do estado trófico dos diferentes pontos de coleta nos dois períodos de amostragem, segundo a equação de Carlson (1977) e Lamparelli (2004) respectivamente. Carlson considera 5 estados de trofia, conforme as concentrações de fósforo presentes nos sistemas. Segundo o índice deste autor, os pontos JG 04, JG 05 (córrego da Água Branca), BAR 02 (rio Bauru) e BAR 04 (rio Jaú) apresentaram-se como hiper-eutróficos nos dois períodos de coleta. Os pontos que apresentaram menores valores de fósforo e conseqüentemente condições menos ricas de nutrientes foram os pontos JG 01 (seca) e JP 01 (seca/chuva), classificados como ambientes oligotróficos. Os pontos JP 02 e IBI 02 mantiveram sua classificação como sendo ambientes mesotróficos durante todo período amostrado. O ponto JG 02 durante o período de seca foi classificado como sendo hiper-eutrófico, e no período de chuva como eutrófico. Os pontos JG 03 e IBI 04 foram classificados tanto no período de seca quanto no período de chuva de ambientes eutróficos. Para o índice de Lamparelli os corpos de água rio Chibarro (JG 01) e Jacaré Pepira (JP 01), no período de seca foram classificados como ultraoligotróficos. Os pontos no rio Jacaré Pepira (JP 02 e IBI 02) foram classificados como oligotróficos em ambos períodos de coleta. O córrego da Água Branca e o rio Bauru foram classificados como eutrófico e super-eutrófico, respectivamente.

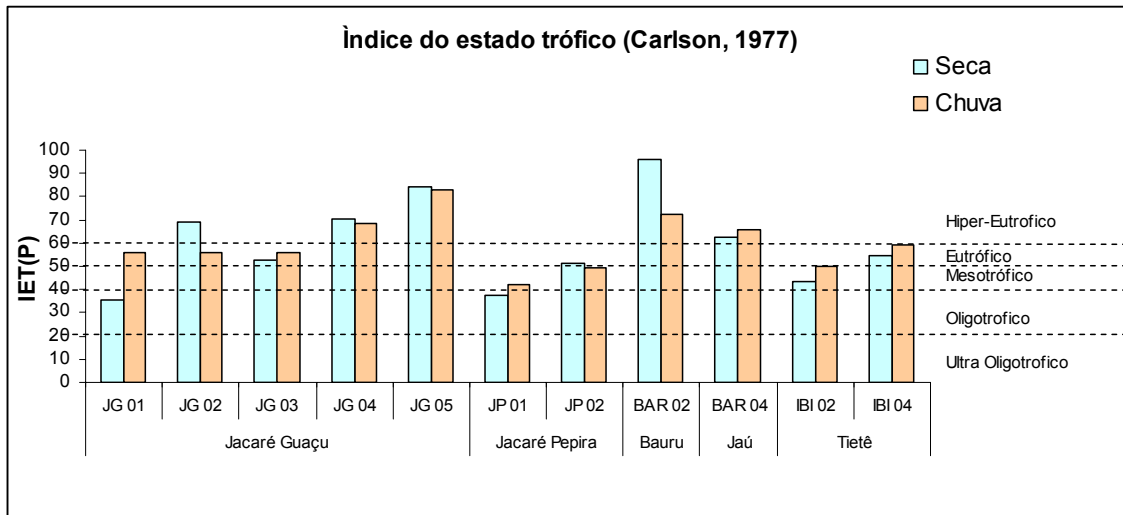


Figura 35 - Valores do índice do estado trófico (CARLSON, 1977) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados nos dois períodos de coleta.

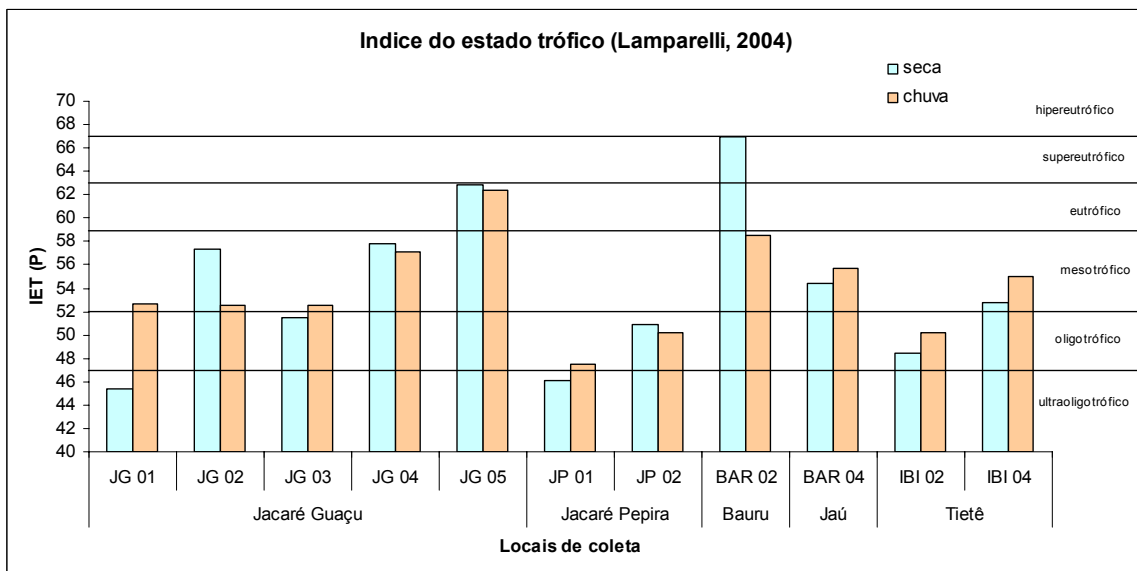


Figura 36 - Valores do índice do estado trófico (LAMPARELLI, 2004) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados nos dois períodos de coleta.

O índice do estado trófico de Lamparelli considera 6 estágios trofia, sendo o estado supereutrófico um estágio a mais que o índice de Carlson. Comparando-se as concentrações de fósforo, Carlson considera oligotrófico até concentrações de 12  $\mu\text{g/L}$ , enquanto Lamparelli para este mesmo estado trófico considera concentrações de até 35  $\mu\text{g/L}$ , concentrações consideradas já eutróficas para o índice de Carlson.

### 5.1.3 – Análise da comunidade fitoplanctônica dos sistemas lóticos.

#### a) Medida de Clorofila a

Os valores de clorofila *a*, obtidos na época da seca e de chuva nos sistemas lóticos mostraram valores baixos. Os únicos rios que apresentaram valores acima de 5,0 µg/L foram o córrego de Água Branca que registrou 7,56 µg/L na seca e 38,37 µg/L na época da chuva, o rio Jaú (BAR 04) que registrou 12,8 µg/L na seca e 17,66 µg/L na época da chuva e no Jacaré Guaçu/Tietê (IBI 04) que registrou 7,55 µg/L na seca e 9,08 µg/L, na chuva (Figura 37).

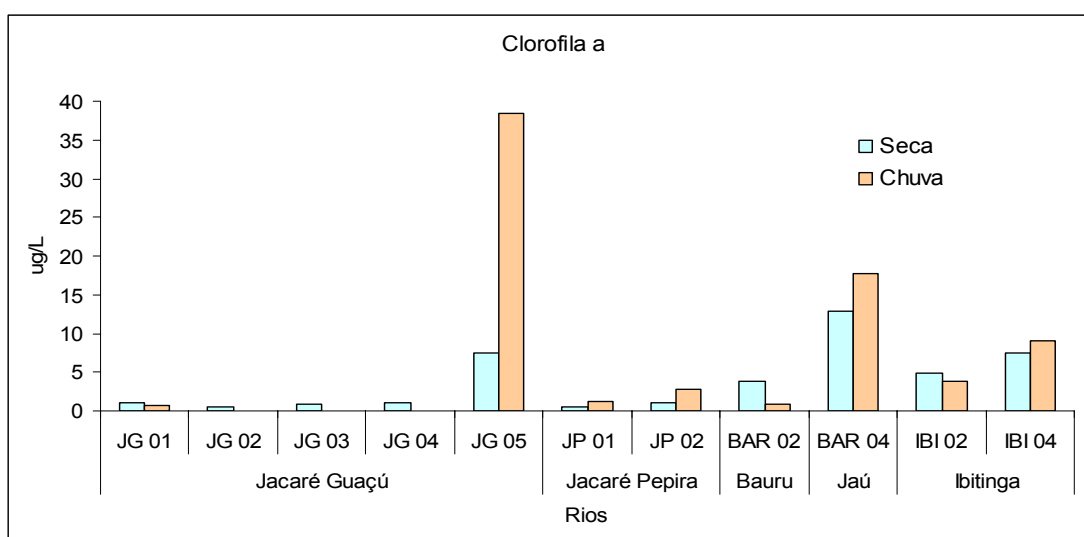


Figura 37 - Valores das concentrações de Clorofila *a* durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### b) Abundância relativa das classes e gêneros fitoplanctônicos.

Foi analisada a ocorrência e a predominância dos gêneros (Tabela 6 seca e Tabela 7 - chuva) e abundância das diversas classes fitoplanctônicas nos sistemas lóticos da bacia do Tietê/Jacaré, no período da seca (Figura 38) e no período da chuva (Figura 39).

No período da seca em quase todos os sistemas lóticos houve a predominância da classe Bacillariophyceae contribuindo com cerca de 50 a 80% do fitoplâncton total, principalmente com os gêneros *Aulacoseira*, *Fragillaria* e *Navicula*. Somente no córrego da Água Branca (JG 05) da sub bacia do rio Jacaré Guaçu, houve predominância da classe Chlorophyceae (principalmente do gênero

*Kirchneriella*) contribuindo com 67% e no IBI 04 da sub bacia Tietê/Jacaré Guaçu, onde houve predominância da classe Cyanophyceae (52%), principalmente do gênero *Microcystis*. Destaca-se também nessa época a presença da classe Euglenophyceae no Rio Bauru (BAR 02) numa abundância percentual de 25%, característica de ambientes que recebem esgotos domésticos. Na época da chuva a abundância relativa dos grupos fitoplanctônicos foi alterada consideravelmente (Figura 37). A classe Bacillariophyceae foi predominante apenas em três pontos da sub bacia do rio Jacaré Guaçu; no ponto JG 01 (córrego do Chibarro) houve uma distribuição equitativa de 3 classes: Chrisophyceae, Cyanophyceae e Bacillariophyceae cada uma contribuindo com cerca de 25%; no ponto JG 05 (córrego da Água Branca) a classe Zygnematophyceae dominou o fitoplâncton contribuindo com cerca de 92% (principalmente com o gênero *Staurastrum*). Na sub bacia do rio Jacaré Pepira o ponto JP 01 apresentou dominância da classe Bacillariophyceae, porém no ponto JP 02, as classes Bacillariophyceae e Chlorophyceae contribuíram na mesma proporção. No rio Jaú (BAR-04) houve predominância das classes Cyanophyceae com 52% e Bacillariophyceae (42%). Já na sub bacia do rio Tietê no ponto IBI 02, que tem a influência do rio Jacaré Pepira, houve uma contribuição equitativa das classes Zygnematophyceae, Cyanophyceae e Chlorophyceae cada uma contribuindo com cerca de 30%. No ponto IBI 04 que tem influência do rio Jacaré Guaçu houve predominância da classe Cryptophyceae com cerca de 81%. Os gêneros que mais contribuíram na densidade da classe Bacillariophyceae foram *Aulacoseira*, *Fragilaria* e *Navicula*, nos dois períodos de coleta, para a classe Chlorophyceae, foram os gêneros *Ankistrodesmus*, *Gloeocystis* e *Kirchneriella*, no período de seca e, os gêneros *Gloeocystis*, *Oedogonium* e *Scenedesmus* no período de chuva, para classe Cyanophyceae os gêneros mais abundantes foram *Anabaena*, *Microcystis* e *Oscillatoria* no período de seca e *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, e *Oscillatoria* no período de chuva. Para a classe Zygnematophyceae os gêneros que contribuíram mais na abundância foram *Closterium*, *Cosmarium* e *Staurastrum* tanto no período de seca quanto no período de chuva.

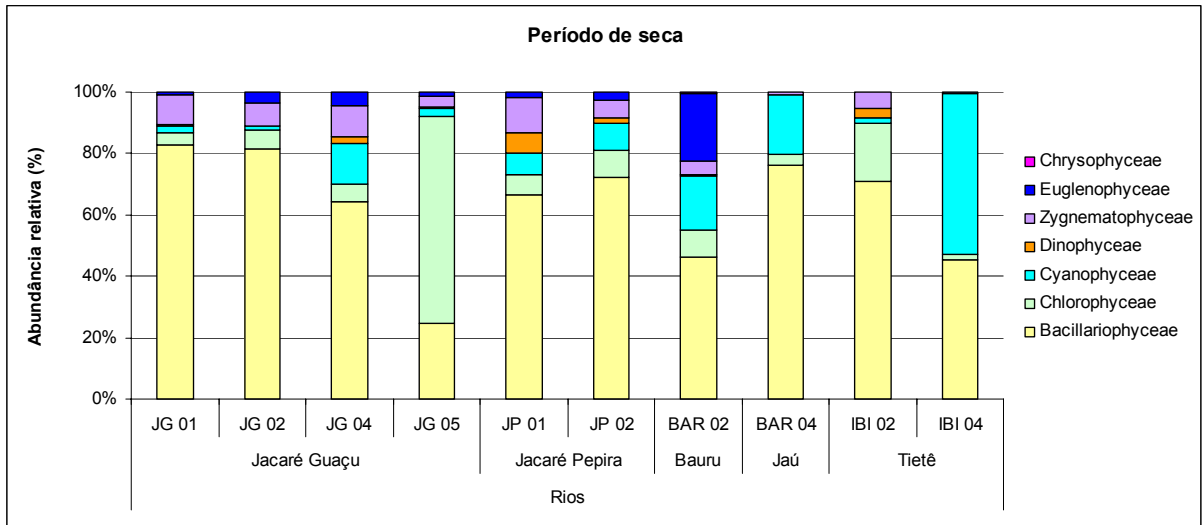


Figura 38 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de seca, nos diferentes pontos de coleta.

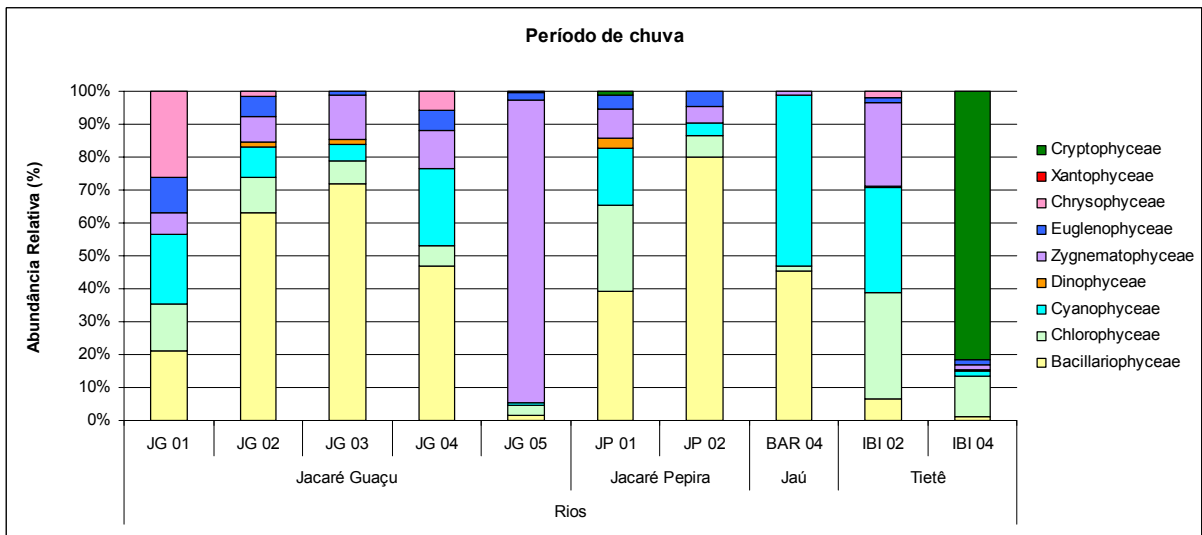


Figura 39 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de chuva, nos diferentes pontos de coleta.



Tabela 6 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta da bacia do Tietê/Jacaré durante o período de seca.

	SISTEMAS LÓTICOS- SECA																			
	Jacaré guacu								Jacaré pepira				Bauru		Jaú		Tietê			
	JG 01	JG 01	JG 02	JG 02	JG 04	JG 04	JG 05	JG 05	JP 01	JP 01	JP 02	JP 02	BAR 02	BAR 02	BAR 04	BAR 04	IBI 02	IBI 02	IBI 04	IBI 04
Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	
<b>Bacillariophyceae</b>																				
<i>Achnanthydium</i>					3	2														
<i>Asterionella</i>										3	1									
<i>Aulacoseira</i>	314	30	17	9	17	10	1364	43	17	15	117	27	228	68	9708	72	206	63	9178	70
<i>Cocconeis</i>					3	2					6	1								
<i>Coscinodiscus</i>			14	8											3	0,02				
<i>Cyclotella</i>			11	6	17	10	22	1	17	15	17	4	3	1	192	1	72	22	247	2
<i>Cymbella</i>	6	1					17	1	8	8	14	3								
<i>Diatoma</i>	31	3																		
<i>Diploneis</i>															3	0,02				
<i>Eunotia</i>	6	1	3	2			6	0			8	2								
<i>Fragilaria</i>	514	49	39	21	22	14	17	1	22	20	83	19	39	12			25	8		
<i>Frustulia</i>					3	2	3	0												
<i>Gomphonema</i>					11	7	8	0							3	1	6	0,04		
<i>Gyrosigma</i>	11	1			6	3			3	3	6	1								
<i>Luticola</i>			3	2																
<i>Navicula</i>	75	7	58	32	56	34	56	2	11	10	114	26	47	14	3478	26	6	2	3667	28
<i>Neidium</i>															3	0,02				
<i>Pinnularia</i>	28	3	11	6	6	3	31	1	11	10	25	6								
<i>Pleconeis</i>							3	0	3	3			3	1						
<i>Pleurosigma</i>			6	3																
<i>Stauroneis</i>	11	1	19	11	17	10	19	1	14	13	22	5	11	3			3	1		
<i>Suirella</i>	42	4	3	2	3	2	3	0	6	5	17	4								
<i>Synedra</i>	19	2									3	1								
<i>Tabellaria</i>							1600	51			3	1								
<b>TOTAL</b>	<b>1056</b>	<b>100</b>	<b>183</b>	<b>100</b>	<b>161</b>	<b>100</b>	<b>3148</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>100</b>	<b>436</b>	<b>100</b>	<b>333</b>	<b>100</b>	<b>13400</b>	<b>100</b>	<b>328</b>	<b>100</b>	<b>13094</b>	<b>100</b>
<b>Chlorophyceae</b>																				
<i>Actinastrum</i>															14	2				
<i>Ankistrodesmus</i>	25	47	3	20			167	2			19	37			3	0,5	14	16		
<i>Asterococcus</i>							6	0					6	9	78	13	17	19	28	5
<i>Botryococcus</i>																			6	1
<i>Chlamydomonas</i>							14	0					6	9	6	1			6	1
<i>Chlorella</i>							36	0			6	11	8	13			8	10	6	1
<i>Coelastrum</i>							1133	13	3	25	3	5			11	2	3	3	39	8
<i>Crucigenia</i>							31	0							3	0,5				
<i>Cylindrocapsa</i>	6	11																		
<i>Desmodesmus</i>							11	0	3	25										
<i>Dictyosphaerium</i>							1133	13									8	10		
<i>Dimorphococcus</i>							3	0					3	4			3	3		
<i>Elakatothrix</i>	3	5	3	20																
<i>Eudorina</i>																			3	1
<i>Eutetramorus</i>																			19	4
<i>Gloeocystis</i>							8	0					17	26	397	66	11	13	269	52
<i>Golenkinia</i>							3	0												
<i>Kirchneriella</i>							4422	51							8	1				
<i>Micractinium</i>																			44	9
<i>Microspora</i>							28	0												
<i>Microthamnion</i>	3	5																		
<i>Nephrocytium</i>																			3	1
<i>Oedogonium</i>	14	26	3	20	6	40			3	25	8	16	3	4	8	1				
<i>Oocystis</i>							6	0							19	3			3	1
<i>Palmella</i>															3	0,5				
<i>Pandorina</i>																			3	1
<i>Pediastrum</i>							250	3											8	2
<i>Phytherios</i>																				
<i>Radiococcus</i>							28	0,32	3	25								6	6	
<i>Raphidocelis</i>																			3	1
<i>Scenedesmus</i>	3	5	3	20			808	9			17	32	11	17	6	1	3	3	3	1
<i>Schroederia</i>							17	0,19							11	2				
<i>Selenastrum</i>							422	5												
<i>Sorastrum</i>							19	0,22												
<i>Sphaerocystis</i>							3	0,03					8	13	36	6	14	16	53	10
<i>Tetraedron</i>							50	1							3	0,5			19	4
<i>Tetralantos</i>							58	1												
<i>Trentepohlia</i>					8	60														
<i>Treubaria</i>							8	0,10												
<i>Ulothrix</i>			3	20			3	0,03					3	4						
<i>Volvox</i>							3	0,03												
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>8669</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>64</b>	<b>100</b>	<b>606</b>	<b>100</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>514</b>	<b>100</b>
<b>Cyanophyceae</b>																				
<i>Anabaena</i>													6	4	233	7	6	65	336	2
<i>Aphanizomenon</i>															19	1				
<i>Aphanocapsa</i>															6	0,2				
<i>Aphanothece</i>							3	1							6	0,2				
<i>Chroococcus</i>	8	30					33	9			3	5	47	38	864	25	3	35	119	1
<i>Coelosphaerium</i>															3	0,1				
<i>Cylindrospermopsis</i>					3	8														
<i>Merismopedia</i>							11	3			3	5								
<i>Microchaete</i>					6	17					6	11								
<i>Microcystis</i>	3	10					267	74					8	7	1525	45			14614	97
<i>Nostochopsis</i>											33	63								
<i>Oscillatoria</i>	14	50			11	33	19	5	8	75	8	16	56	44	750	22				
<i>Planktothrix</i>													8	7						
<i>Radiocystis</i>							17	5												
<i>Spirulina</i>	3	10	3	100	14	42	11	3	3	25										
<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>361</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>53</b>	<b>100</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>3406</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>15069</b>	<b>100</b>

Continuação da tabela 6

	SISTEMAS LÓTICOS- SECA																			
	Jacaré guacu								Jacaré pepira				Bauru		Jaú		Tietê			
	JG 01	JG 01	JG 02	JG 02	JG 04	JG 04	JG 05	JG 05	JP 01	JP 01	JP 02	JP 02	BAR 02	BAR 02	BAR 04	BAR 04	IBI 02	IBI 02	IBI 04	IBI 04
Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	
<b>Dinophyceae</b>																				
<i>Gymnodinium</i>								3	8	6	50									
<i>Peridinium</i>	3	100			6	100	33	92	6	50	11	100	3	100	25	100	14	100	14	100
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>
<b>Zygnematophyceae</b>																				
<i>Closteriopsis</i>								139	30											
<i>Closterium</i>	28	22	11	67	17	65	31	7	6	29	14	42	11	33	14	13	3	11		
<i>Cosmarium</i>	8	7			6	23	144	31	8	43	8	25	8	25			6	22	3	4
<i>Desmidiium</i>	11	9	3	17			6	1	3	14										
<i>Euastrum</i>	3	2																		
<i>Gonatozygon</i>	28	22																		
<i>Hyalotheca</i>	8	7	3	17																
<i>Merismogloea</i>							6	1												
<i>Micrasterias</i>	3	2											6	17						
<i>Mougeotia</i>	31	24					39	8	3	14										
<i>Penium</i>	3	2																		
<i>Pleurotaenium</i>	3	2																		
<i>Pseudopolyedriopsis</i>								14	3											
<i>Staurastrum</i>					3	12	67	14			8	25	8	25	92	83	14	56	58	81
<i>Staurodesmus</i>							8	2			3	8			6	5			11	15
<i>Xanthidium</i>							11	2									3	11		
<b>TOTAL</b>	<b>125</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>464</b>	<b>100</b>	<b>19</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>111</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>100</b>	<b>72</b>	<b>100</b>
<b>Euglenophyceae</b>																				
<i>Euglena</i>	6	65	6	65	6	48	56	34			8	50	83	53						
<i>Lepocinclis</i>							11	7					53	33						
<i>Phacus</i>	3	35	3	35	3	26	3	2			3	17	14	9						
<i>Strombomonas</i>							81	50	3	100	6	33								
<i>Trachelomonas</i>					3	26	11	7					8	5	14	100				
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>161</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>158</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Chrysophyceae</b>																				
<i>Dinobryon</i>							11	100					3	100					3	100
<i>Synura</i>	3	100																		
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100</b>

Tabela 7 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta da bacia do Tietê/Jacaré durante o período de Chuva.

	SISTEMAS LÓTICOS - CHUVA																			
	Jacaré Guaçu								Jacaré Pepira				Jaú		Tietê					
	JG 01	JG 01	JG 02	JG 02	JG 03	JG 03	JG 04	JG 04	JG 05	JG 05	JP 01	JP 01	JP 02	JP 02	BAR 04	BAR 04	IBI 02	IBI 02	IBI 04	IBI 04
org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	
<b>Bacillariophyceae</b>																				
<i>Acanthoceras</i>																	6	15		
<i>Achnanthes</i>			6	5			3	13			3	3	3	1						
<i>Achnantheidium</i>	3	7											3	1						
<i>Amphipleura</i>					17	11							14	4					3	7
<i>Amphora</i>					3	2					3	3	3	1						
<i>Aulacoseira</i>	11	25	31	27	6	4	11	50	1150	97			39	11	125185	88	11	31	19	47
<i>Caloneis</i>											3	3								
<i>Cocconeis</i>																			3	7
<i>Coscinodiscus</i>			3	2					3	0,2										
<i>Cyclotella</i>			11	10	11	7			17	1			3	1	10426	7	3	8	8	20
<i>Cymbella</i>			8	7							6	6	19	6			6	15		
<i>Eunotia</i>	3	6	3	2	6	4	3	13			3	3	3	1					3	7
<i>Fragilaria</i>	14	31	8	7	25	17					14	14	53	15					6	13
<i>Frustulia</i>					3	2			3	0,2	19	19	8	2						
<i>Gomphonema</i>									3	0,2	8	8	8	2				6	15	
<i>Gyrosigma</i>			6	5	8	6							14	4						
<i>Lemnicola</i>					3	2														
<i>Luticola</i>									3	0,2			8	2						
<i>Melosira</i>					3	2							3	1						
<i>Meridion</i>													6	2						
<i>Navicula</i>	6	12	17	15	6	4	3	13	8	1	19	19	78	23	7111	5	3	8		
<i>Neidium</i>					8	6														
<i>Pinnularia</i>			8	7	8	6	3	13			6	6	19	6			3	8		
<i>Placoneis</i>			3	2	17	11							8	2						
<i>Pleurosigma</i>					3	2														
<i>Rhizosolenia</i>															56	0,04				
<i>Stauroneis</i>													11	3						
<i>Surirella</i>	6	12			8	6					14	14	17	5						
<i>Synedra</i>			3	2	3	2					3	3	22	6						
<i>Tabellaria</i>	3	6	8	7	14	9			6	0,5			3	1						
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>	<b>100</b>	<b>114</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>1192</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>344</b>	<b>100</b>	<b>142778</b>	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>



### c) Riqueza de organismos fitoplanctônicos a nível de gêneros.

Nas Figuras 40 e 41, encontram-se representadas a riqueza de fitoplâncton em nível de gêneros registrada nos ambientes lóticos da bacia do Tietê/Jacaré respectivamente na época da seca e na época da chuva. Em ambas as épocas o tributário que apresentou maior riqueza de organismos fitoplanctônicos, com relação a gênero, foi o córrego da Água Branca que registrou 64 gêneros no período da seca e 59 no período da chuva. As Figuras 42 e 43 são apresentações do número de gêneros registrados para as diferentes classes, nos período de seca e de chuva respectivamente. No período da seca foram identificadas 7 classes sendo elas Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Chrysophyceae. Os pontos onde foi observada a ocorrência das 7 classes foram: JG 01 (córrego do Chibarro), JG 05 (córrego da Água Branca) e BAR 02 (rio Bauru), os outros pontos apresentaram de 5 a 6 classes de fitoplâncton. Com relação ao número de gêneros, variou desde 1 a 26. O ponto JG 05 (Água Branca) que apresentou maior riqueza em nível de gêneros, teve como maior contribuidor a classe Chlorophyceae (26 gêneros), seguida das classes Cyanophyceae, Zygnematophyceae e Euglenophyceae, enquanto o ponto JP 02 apresentou o maior número de gêneros de Bacillariophyceae.

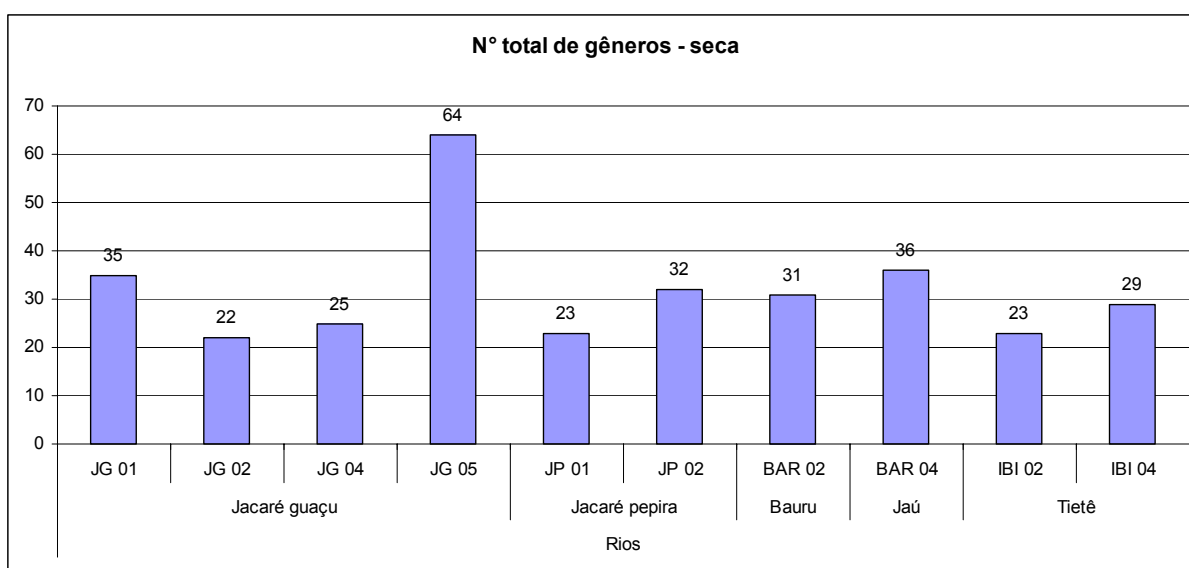


Figura 40 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta realizado no período de seca.

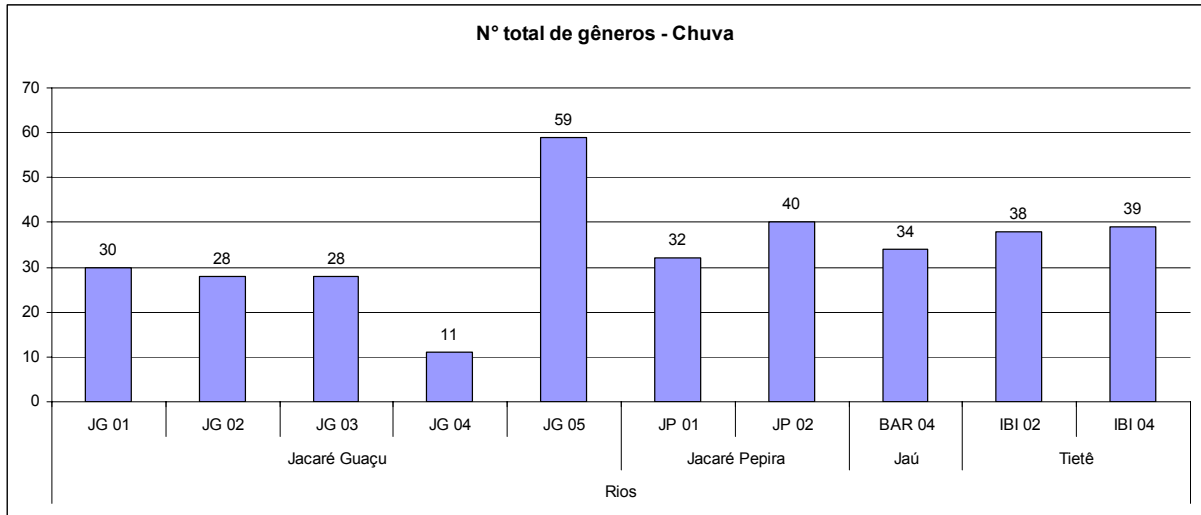


Figura 41 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta realizado no período de Chuva.

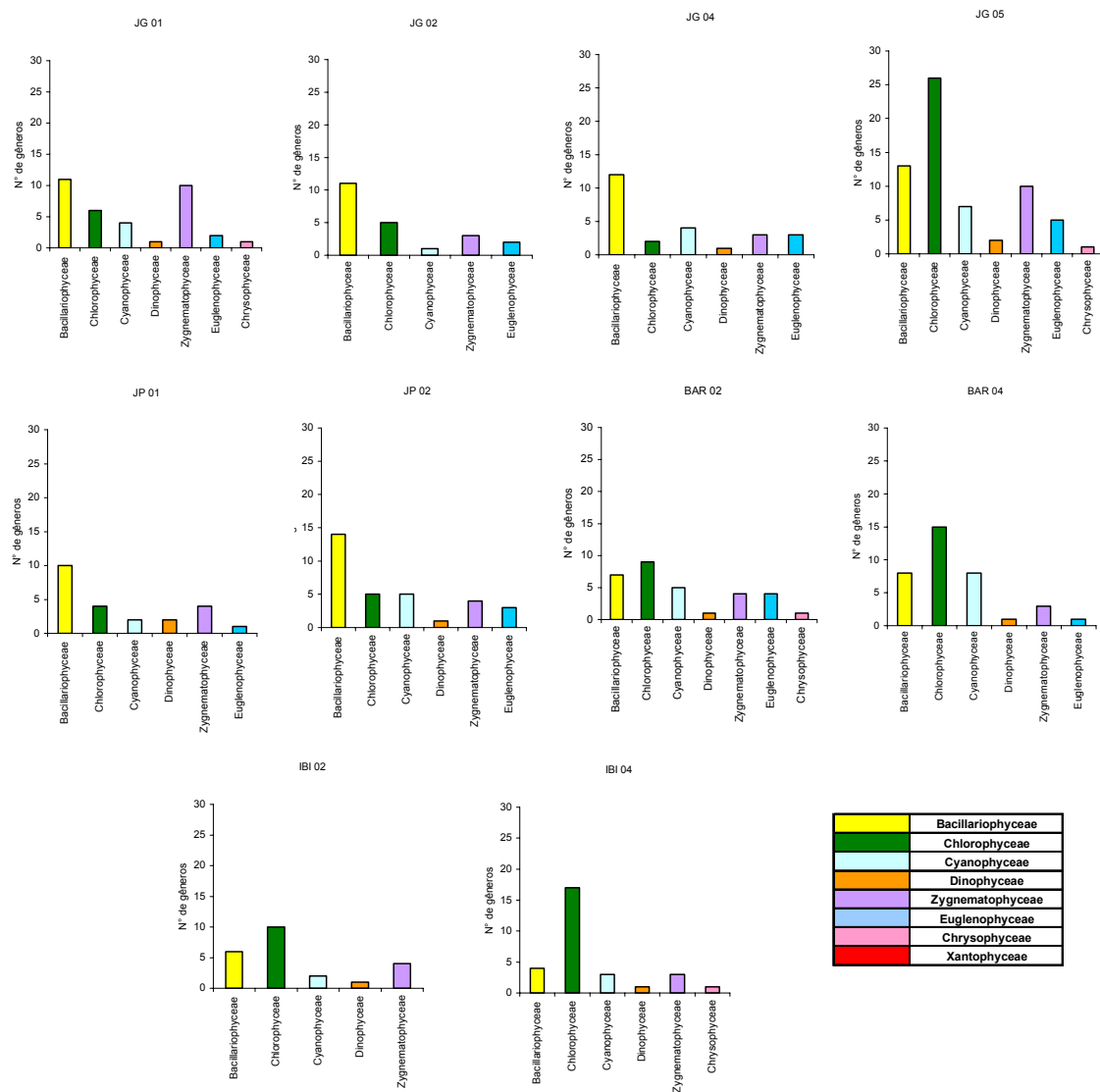


Figura 42 - Número de gêneros das diferentes classes fitoplanctônicas, nos sistemas lóticos no período de seca.

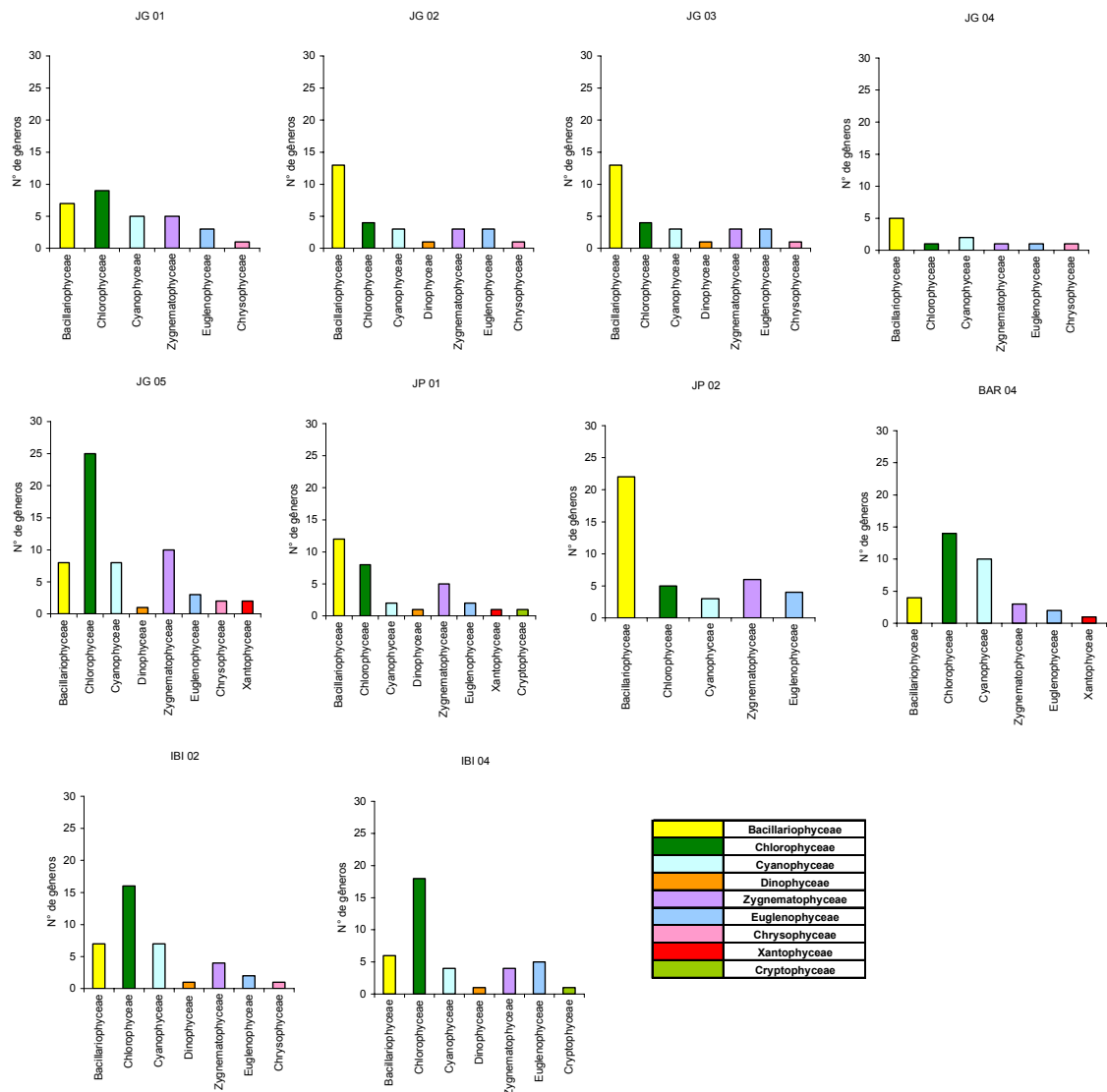


Figura 43 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta realizados no período de chuva.

#### d) Índice de Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Riqueza

Os gráficos apresentados na Figura 44 referem-se aos índices de diversidade (Shannon Wiener -  $H'$ ), dominância (Berger Parker), equitabilidade (Shannon Wiener) e riqueza (Jackknife). O Tributário Jacaré Pepira, considerado mais preservado, com características mais oligotróficas, apresentou maior diversidade tanto no período de seca (JP 01), quanto no período de chuva (JP 02), já os rios que apresentaram menor diversidade foram os mais impactados, tendendo a características mais eutróficas sendo eles os rios Bauru, Jaú, córrego da Água Branca. e o trecho final do rio Jacaré Guaçu. Os rios onde puderam ser observados os maiores valores de equitabilidade foram Jacaré Pepira e Jacaré Guaçu. Já o

córrego da Água Branca (JG 05) foi o ponto que apresentou maior riqueza em ambos períodos de coleta.

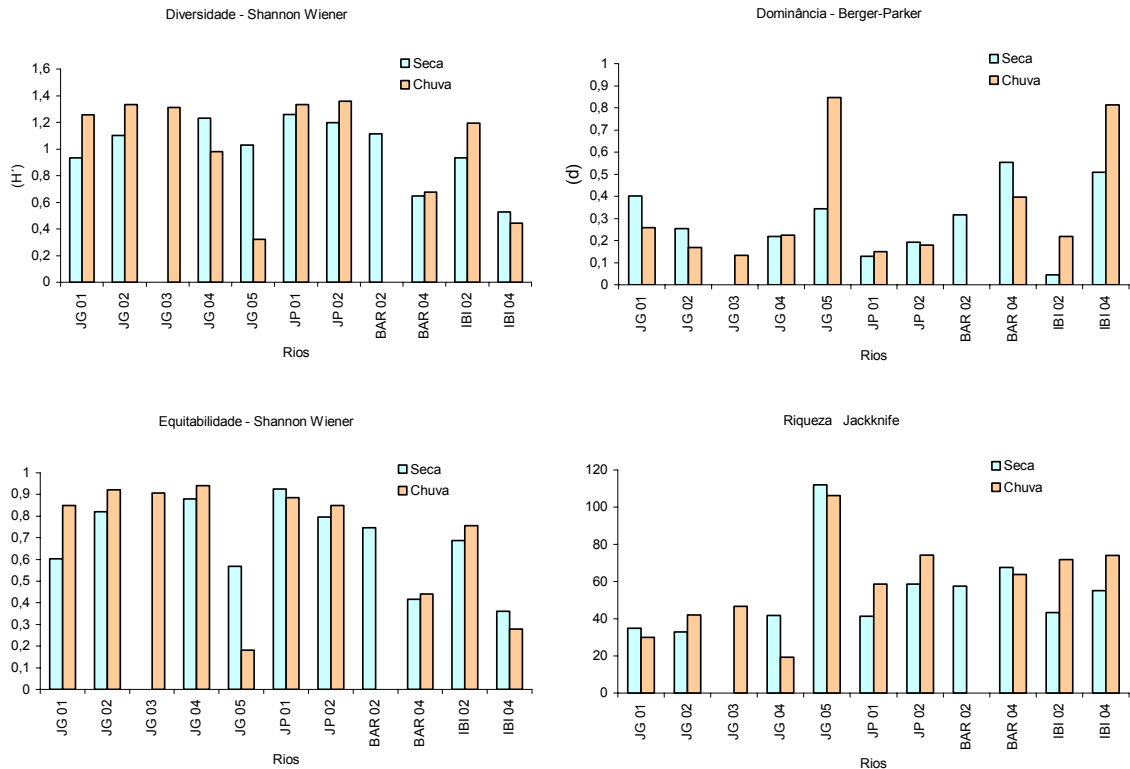


Figura 44 - Índice de Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Riqueza aplicados aos diferentes pontos de coleta nas estações de seca e chuva.

### 5.1.4 – Análise estatística multivariada

Na figura 45 pode-se observar a análise multivariada aplicando a ferramenta PCA (análise dos componentes principais) a qual agrupa os pontos segundo as variáveis químicas e biológicas por similaridade ou dissimilaridade. Foram selecionadas as variáveis químicas, principalmente nutrientes que influenciam no desenvolvimento e na distribuição das diferentes classes fitoplanctônicas. Pode-se observar que tanto no período de seca quanto no período de chuva o córrego da Água Branca (JG 05) se diferenciou de todos os outros pontos por apresentar uma maior riqueza de gêneros, promovida pelas classes Zygnematomyceae, Euglenophyceae, Dinophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae e Chrysophyceae. Os rios Bauru (BAR 02) na época de seca e o rio Jaú (BAR 04) na época de chuva se destacaram por apresentar altas concentrações de nutrientes, principalmente nitrato, amônio, carbono total dissolvido, baixa riqueza de gêneros, porém com

dominância de Cyanophyceae principalmente no período de chuva. Os demais pontos se mostraram similares na concentração de nutrientes, na boa oxigenação e na uniformidade da riqueza de gêneros e a dominância da classe Bacillariophyceae, principalmente no período de seca.

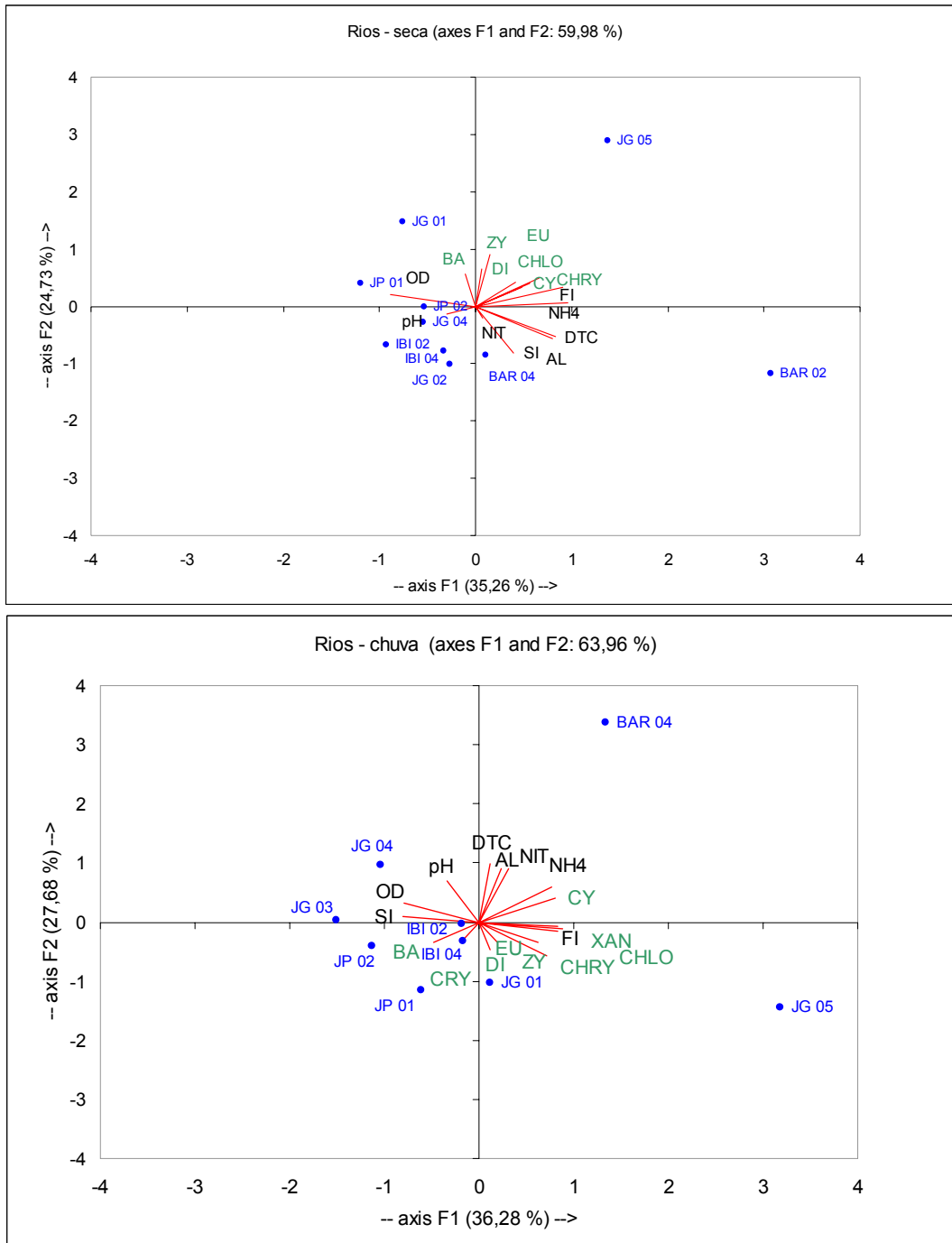


Figura 45 – Análise estatística utilizando análise dos componentes principais com os parâmetros alcalinidade (AL), carbono total dissolvido (DTC), silicato (SI), nitrato (NIT), amônio (NH4), fosfato inorgânico (FI), pH, OD, e a riqueza de gêneros das classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU), Chrysochromales (CHRY), Xantophyceae (XAN) e Cryptophyceae (CRY) nos períodos de seca e chuva.



## **5.2 – Sistemas Lênticos**

### **5.2.1 – Variáveis físicas e químicas da água**

**a) Oxigênio dissolvido, Temperatura da água, condutividade, pH, potencial de óxido-redução (ORP), e sólidos suspensos totais (TDS) e transparência do disco de Secchi.**

Na figura 46 estão apresentados os perfis de oxigênio dissolvido (mg/L), temperatura (°C), TDS (g/L), ORP (mV), pH e condutividade elétrica (mS/cm) nas três localidades das represas de Bariri e Ibitinga. Na represa do Broa somente o local BR 02, região mais profunda, próxima à barragem, foi possível apresentar o perfil vertical dos parâmetros. No local BR 01 não foi feito perfil vertical por possuir pouca profundidade (1,5 m).

Os valores de OD na represa do Broa variaram de 9 mg/l no período de seca a 6 mg/L no período de chuva. Na represa de Bariri os maiores valores da concentração de OD foram em torno de 8mg/l no período de seca e os menores valores foram em torno de 4 mg/l no período de chuva. Já na represa de Ibitinga os valores da concentração de OD foram maiores no período de chuva, em torno de 8 mg/L e os menores valores foram em torno de 6 mg/L no período de seca.

As temperaturas médias no período de seca nos reservatórios foram em torno de 20°C e no período de chuva em torno de 25°C, apresentando micro estratificações nos primeiros metros (1-4 metros), nos dois períodos amostrados, principalmente nas represas de Bariri e Ibitinga.

Na represa do Broa nos dois períodos de coleta pode-se observar os menores valores de sólidos totais dissolvidos, com valores abaixo de 0,05 g/L. Na represa de Bariri os valores de TDS no período de seca estiveram em torno de 0,15 g/L e no período de chuva os valores foram mais elevados, em torno de 0,18 g/L. Na represa de Ibitinga os pontos apresentaram valores de TDS entre 0,10 g/L no período de seca e 0,18 g/L no período de chuva.

Com relação aos valores de ORP, nas represas de Bariri e Ibitinga os maiores valores foram observados no período de seca, em torno de 360 mV e menores valores observados no período de chuva, em torno de 270 mV. Na represa do Broa, os maiores valores foram observados no período de chuva com valores em torno de 400mV no ponto localizado na barragem (BRO 02) e menores valores no período de seca com valores em torno de 270 mV (BRO 01).

Os valores de pH na represa do Broa foram abaixo de 7, em ambos períodos de coleta, sendo considerados levemente ácidos. Nos pontos localizados na represa de Bariri os valores foram em torno de 7, em ambos os períodos de coleta, e nos pontos localizados na represa de Ibitinga os valores foram acima de 7, sendo considerados levemente alcalinos.

Na represa do Broa podem ser observados valores de condutividade elétrica abaixo de 0,05mS/cm em ambos períodos de coleta, enquanto nas represas de Bariri e Ibitinga os valores variaram de 0,2mS/cm no período de seca a valores próximos de 0,3mS/cm no período de chuva.

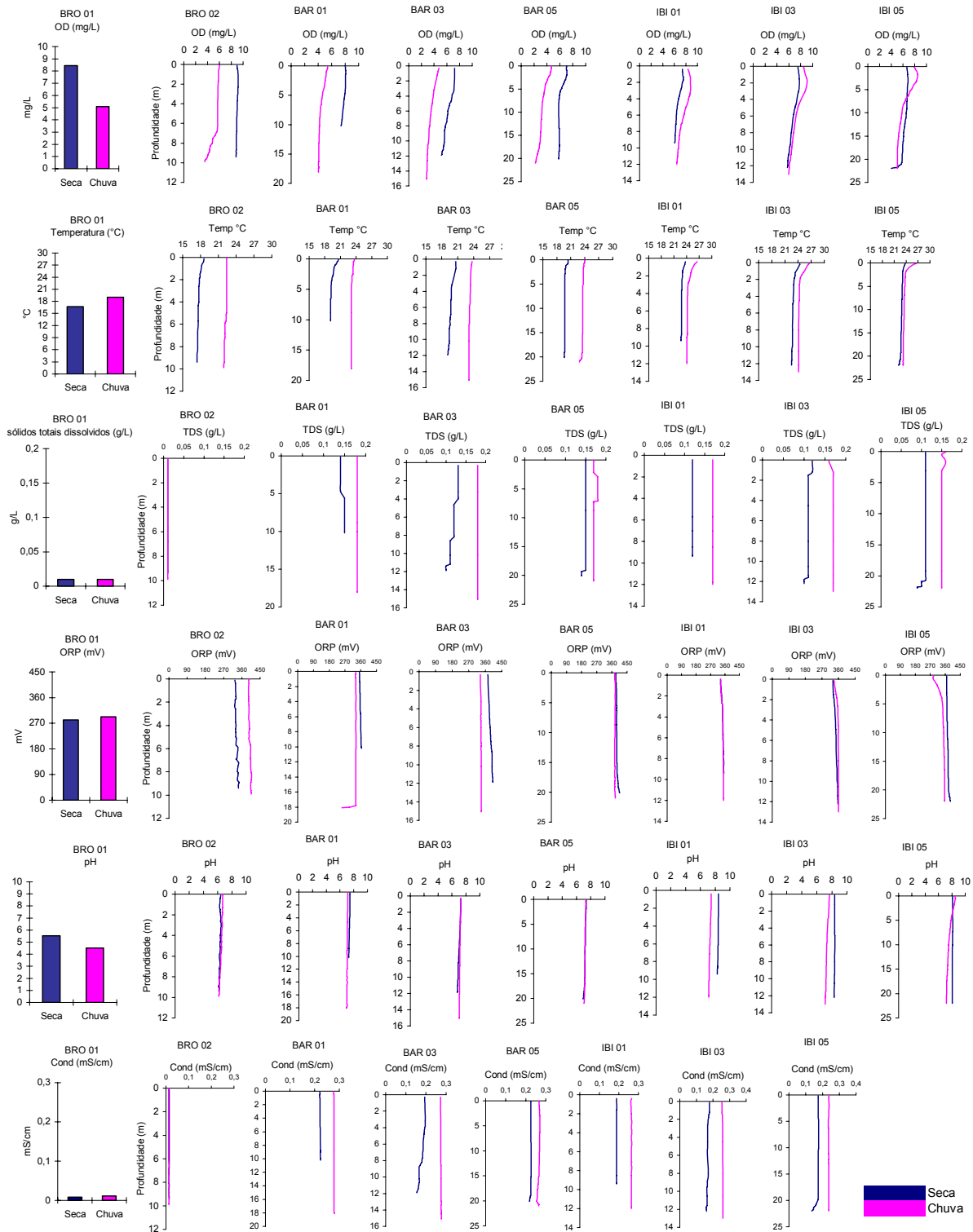


Figura 46 - Valores dos perfis dos parâmetros oxigênio dissolvido, temperatura, sólidos totais dissolvidos, ORP, pH e condutividade nas represas do Broa, Bariri e Ibitinga, nos períodos de seca e chuva.

Na figura 46a podem-se observar os valores da transparência do disco de Secchi e o limite da zona eufótica para os dois períodos de coleta. Nas represas de Bariri e Ibitinga as maiores profundidades da zona eufótica foram observadas no período de seca.

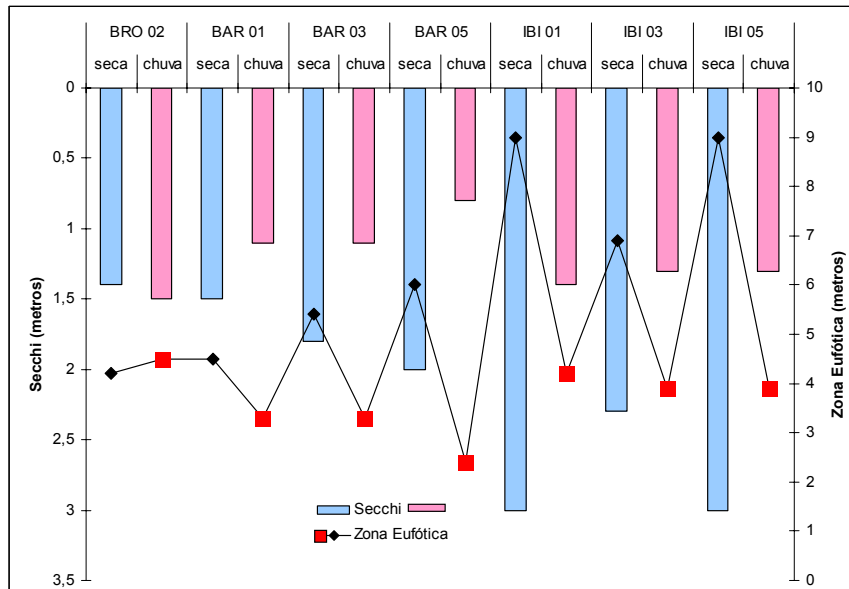


Figura 46a – Variação da penetração de luz nos dois períodos de coleta (seca e chuva) nos diferentes pontos da represa de Bariri, Ibitinga e Broa .

## b) Análise dos componentes iônicos

Nas figuras 47 a 53 estão apresentados os valores das concentrações de fluoreto, cloreto, brometo, sulfato, potássio, magnésio e cálcio.

Os maiores valores de fluoreto (figura 47) durante o período de seca foram observados nos pontos (BAR 01, BAR 03 e BAR 05) do reservatório de Bariri, com valores próximos de  $2000\mu\text{g/L}$ , já no período de chuva, as concentrações foram similares, em torno de  $500\mu\text{g/L}$ , nos pontos dos reservatórios de Bariri e Ibitinga. Os pontos amostrados na represa do Broa apresentaram concentrações abaixo de  $100\mu\text{g/L}$  em ambos períodos.

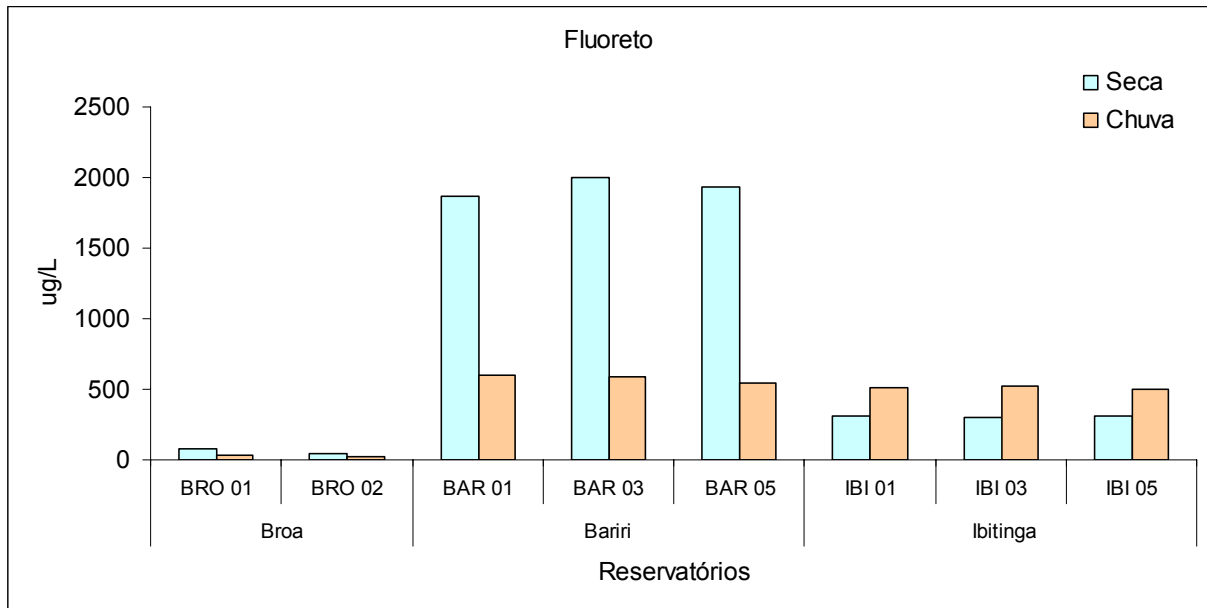


Figura 47 - Valores das concentrações de fluoreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

As maiores concentrações de cloreto foram obtidas no reservatório de Bariri durante a estiagem (valores entre 140mg-Cl/L, e 160mg-Cl/L). Nesta mesma época os reservatórios de Ibitinga e Broa apresentaram concentrações semelhantes do ânion, com valores da ordem de 4,75mg-Cl/L a 8,03mg-Cl/L (Figura 48). Durante o período chuvoso as menores concentrações foram obtidas no reservatório do Broa (< 2,00mg-Cl/L). Nesta estação de chuvas os valores de cloreto foram próximos para os pontos de coleta de Bariri e Ibitinga, variando de 26,58mg-Cl/L a 34,72mg-Cl/L. Os três pontos de amostragem do reservatório de Ibitinga foram os únicos que apresentaram valores maiores de concentração de íons cloreto durante o período de chuvas, em relação ao período de secas.

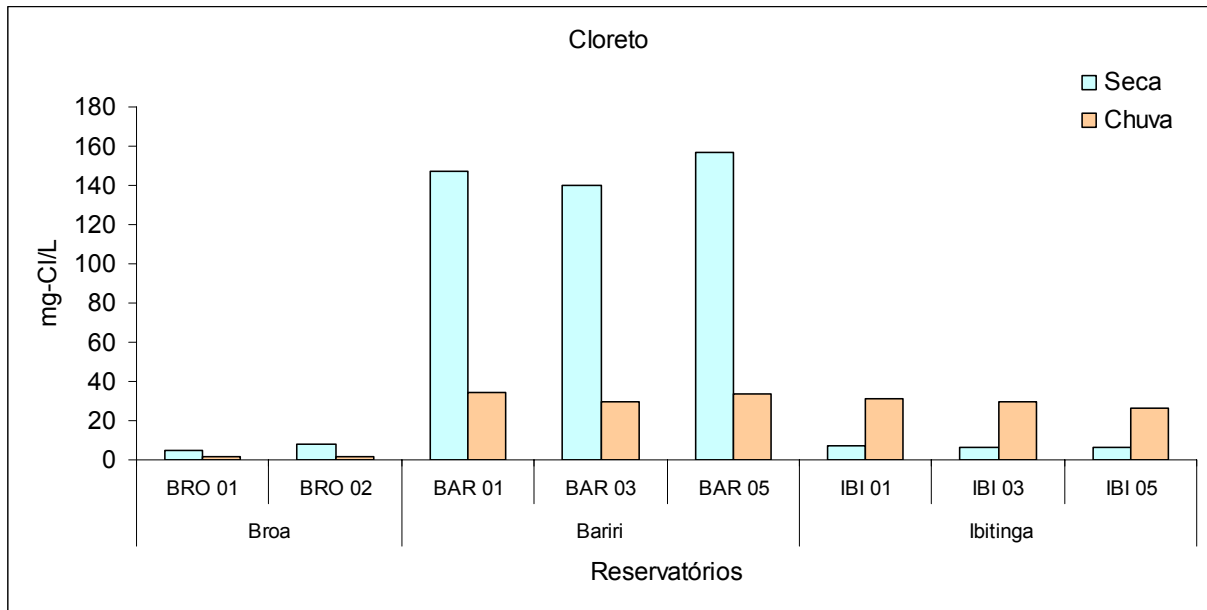


Figura 48 - Valores das concentrações de cloreto durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

Na figura 49 estão representados os dados referentes às concentrações de brometo nos 3 reservatórios estudados durante os períodos chuvoso e seco. O reservatório do Broa apresentou os valores mais baixos em ambos os períodos, e no reservatório de Bariri foram obtidas as maiores concentrações, especialmente na estação seca. As concentrações do íon em questão apresentaram-se sempre mais elevadas no período de seca. Comparando-se as concentrações de brometo durante a seca em relação a época de chuva observou-se para as represas do Broa e Ibitinga valores aproximadamente de 2 a 3 vezes maiores, e de aproximadamente 6 a 8 vezes mais concentradas para o reservatório de Bariri.

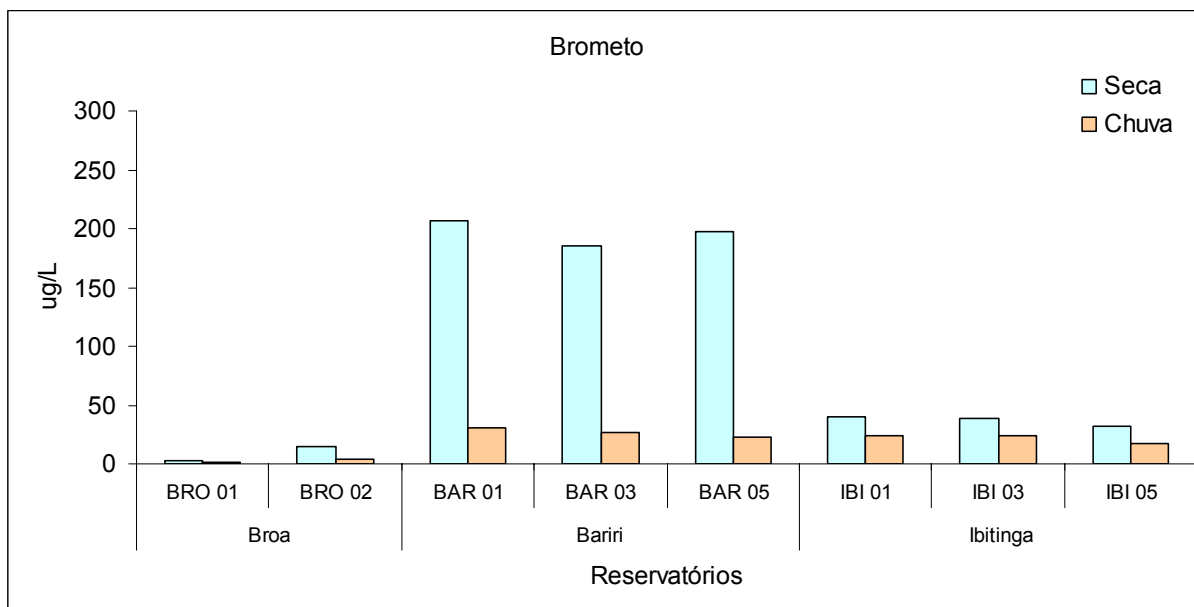


Figura 49 - Valores das concentrações de brometo durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

As concentrações de **sulfato** obtidas nos três reservatórios estudados estão representadas na figura 50. Na época de seca os maiores valores foram de aproximadamente  $39\mu\text{g-S/L}$  nas três estações de coleta da represa de Bariri, os valores mais baixos obtidos durante a estiagem foram de  $0,08\mu\text{g-S/L}$  e  $0,53\mu\text{g-S/L}$ , correspondendo ao ponto BRO 01 e BRO 02, respectivamente. A concentração média encontrada em Ibitinga durante o mesmo período foi de  $5,73\mu\text{g-S/L}$ . Durante a época chuvosa as concentrações de sulfato variam aproximadamente entre  $8\mu\text{g-S/L}$  e  $11,0\mu\text{g-S/L}$ , tanto no reservatório de Bariri como no de Ibitinga. Já na represa do Broa os valores foram de  $0,21\mu\text{g-S/L}$  e  $0,18\mu\text{g-S/L}$  nos pontos BRO 01 e BRO 02, respectivamente.

As concentrações do íon **potássio** foram determinadas nas represas estudadas, sendo que cada um dos pontos de coleta apresentou valores mais elevados durante a época de chuva (Figura 51), caindo quase a metade no período de seca. Nos reservatórios de Bariri e Ibitinga nenhum ponto de coleta apresentou concentrações que o destacasse dos demais, com valores que variaram de  $3,50\text{mg/L}$  a  $3,99\text{mg/L}$  durante a estiagem, e de  $5,65\text{mg/L}$  a  $6,97\text{mg/L}$  no período chuvoso. A represa do Broa se destacou das demais por apresentar as menores concentrações de potássio, com médias de  $0,43\text{mg/L}$  e  $0,98\text{mg/L}$  durante o período de seca e de chuva, respectivamente.

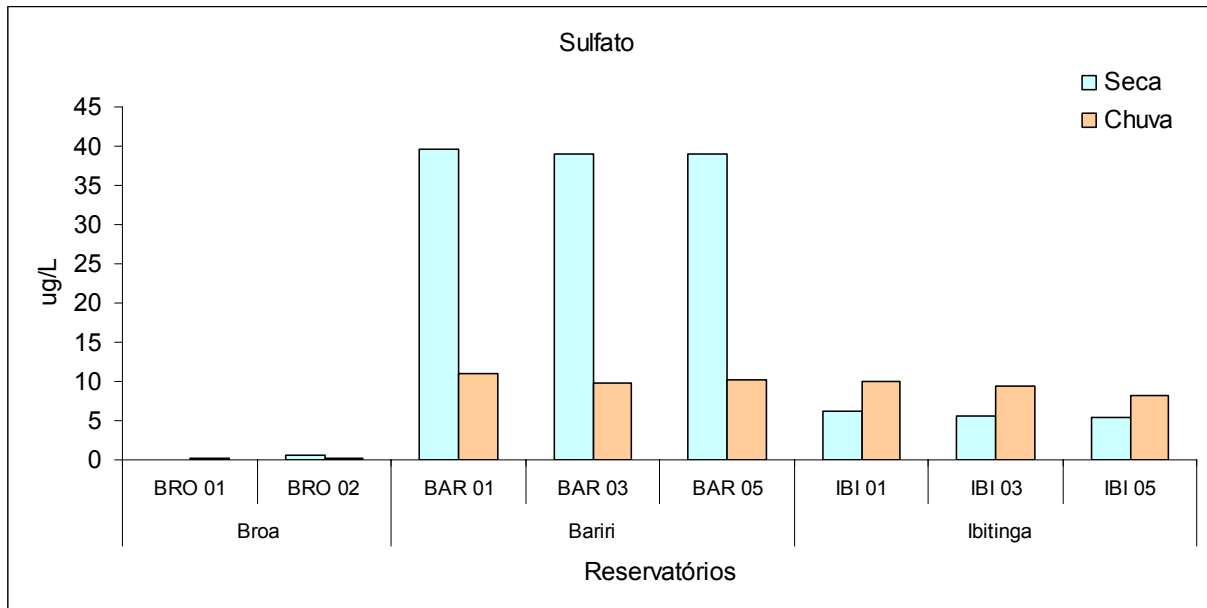


Figura 50 - Valores das concentrações de sulfato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

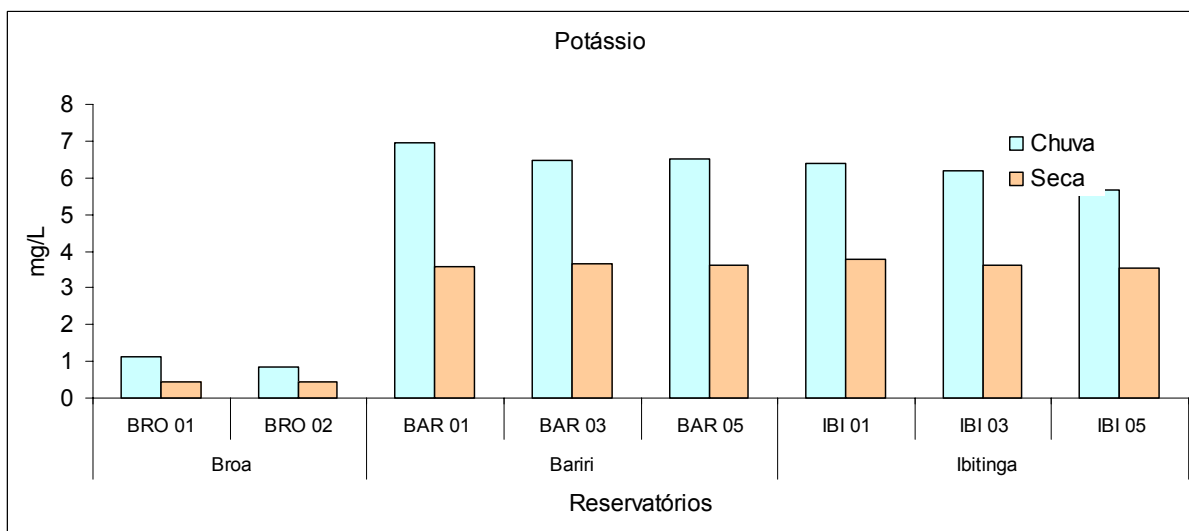


Figura 51 - Valores das concentrações de potássio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

As concentrações de **magnésio** nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga estão ilustradas na figura 52. Os pontos BRO 01 e BRO 02 apresentaram as menores concentrações do cátion em questão, com valores abaixo de 0,5mg/L, e muito semelhantes tanto na estação seca como chuvosa. Os demais reservatórios também apresentaram baixa variação nas concentrações, porém com valores sensivelmente mais elevados, entre 2,95mg/L e 3,80mg/L. Tanto em Bariri como em Ibitinga foram obtidas concentrações ligeiramente mais elevadas durante a estação seca.



Quanto às concentrações do íon **cálcio**, os valores mais baixos foram obtidos mais uma vez no reservatório do Broa, com médias de 0,77mg/L na estação seca e 1,07mg/L na chuvosa (figura 53). Nas outras duas represas as médias foram de 13,31mg/L durante o período de seca, e de 15,37mg/L na época de chuva. O ponto BAR 03 apresentou a maior concentração durante a estiagem (14,09mg/L), enquanto que em BAR 01 foi obtida a maior concentração no período chuvoso (16,83mg/L). Em todos os pontos foram verificados valores um pouco mais elevados durante a época de chuva.

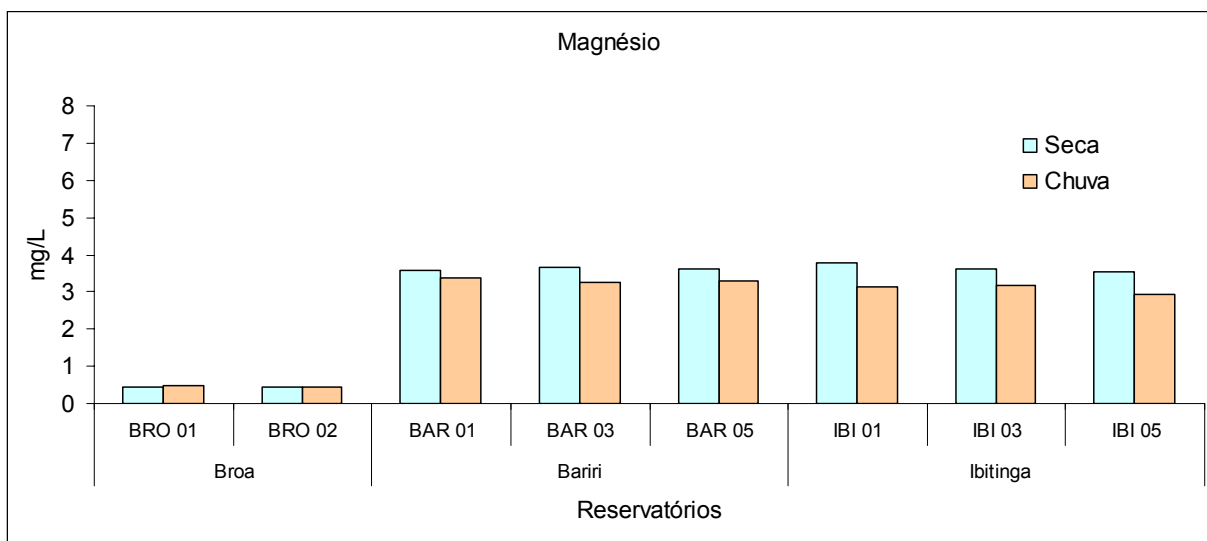


Figura 52 - Valores das concentrações de magnésio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibatinga.

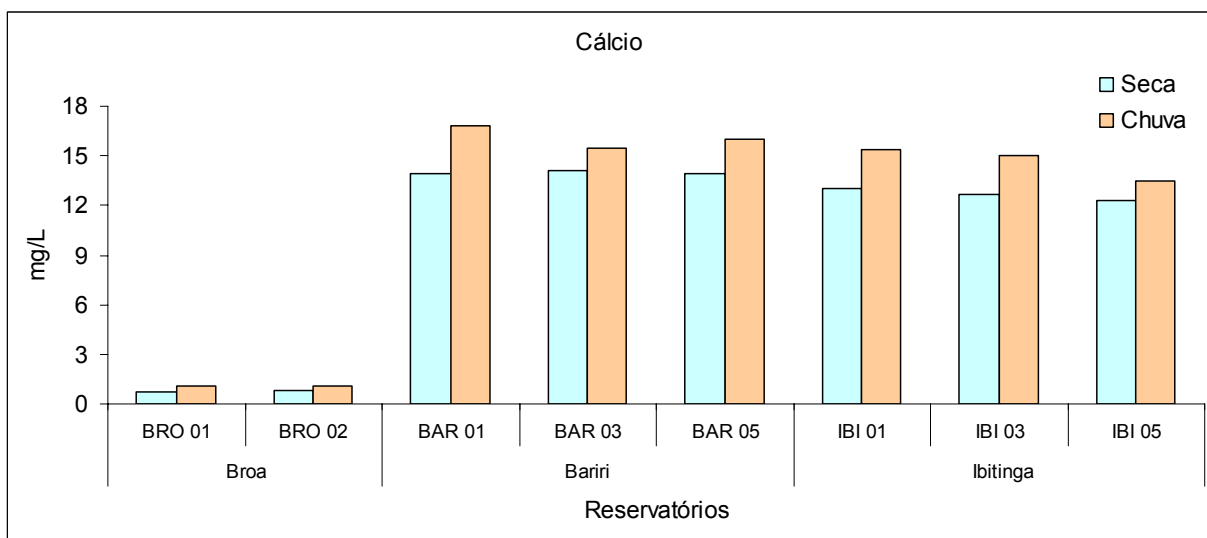


Figura 53 - Valores das concentrações de cálcio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibatinga.

Os componentes iônicos na represa do Broa apresentaram valores baixos sendo fluoreto < 100µg/L, cloreto < 8,0 µg/L, brometo <10,0 µg/L, sulfato não detectado, potássio 1,0 µg/L, Mg < 1,0mg/L e cálcio < 1,0mg/L. Na represa de Bariri foram encontrados valores muito mais elevados de fluoreto (2000 µg/L), cloreto (140 µg/L), brometo (200 µg/L) e sulfato (40 µg/L) do que os valores da represa de Ibitinga, principalmente no período da seca.

### **c) Compostos nitrogenados, fosfatados e silicatos.**

Nas figuras 54, 55 e 56 estão apresentadas as concentrações de nitrito, nitrato e amônio, respectivamente, obtidas no período de seca e de chuva, nos sistemas lênticos analisados.

Os valores das concentrações de nitrito obtidos nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga estão ilustrados na figura 54. Durante a seca o maior valor obtido foi de 14,47µg-N/L, no ponto BAR 03; enquanto que nos demais pontos as concentrações ficaram abaixo de 0,50µg-N/L (BRO 01, BRO 02 e IBI 01) ou não foram detectadas (BAR 01, BAR 05, IBI 03 e IBI 05). No período chuvoso as concentrações de nitrito foram mais elevadas principalmente nos pontos BAR 05 da represa de Bariri e no IBI 01 da represa de Ibitinga cujos valores foram acima de 50,0µg-N/L. No reservatório do Broa não foi detectado concentrações de nitrito.

A figura 55 é referente às concentrações de nitrato obtidas durante os períodos de chuva e de estiagem nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga. Os valores mais altos (acima de 20.000µg/L), foram obtidos em Bariri durante a época de seca nos pontos BAR 05, BAR 01 e BAR 03. Na represa do Broa as concentrações de nitrato variaram de 260µg/L no período seco, a 95µg/L no período chuvoso. Na represa de Ibitinga as concentrações de nitrato variaram de 2000µg/L na seca, a 3600µg/L durante a época chuvosa.

Os valores das concentrações de amônio durante os períodos de seca e chuva nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga estão compilados na figura 56. O ponto BAR 05 da represa de Bariri apresentou o valor mais elevado durante a época chuvosa, equivalente a 2737,71µg-N/L. Na represa do Broa, nas duas localidades BRO 01 e BRO 02, foram obtidas concentrações de 90µg-N/L, no período de chuva. Essas concentrações de amônio na represa do Broa, na época da seca variou de

3,79 $\mu\text{g-N/L}$  no BRO 01 a 27,50 $\mu\text{g-N/L}$ , no ponto BRO 02. Na represa de Ibatinga durante a época da seca foi registrada concentração de amônio de 5,69 $\mu\text{g-N/L}$ , no ponto IBI 03 e 0,95 $\mu\text{g-N/L}$  no ponto IBI 05.

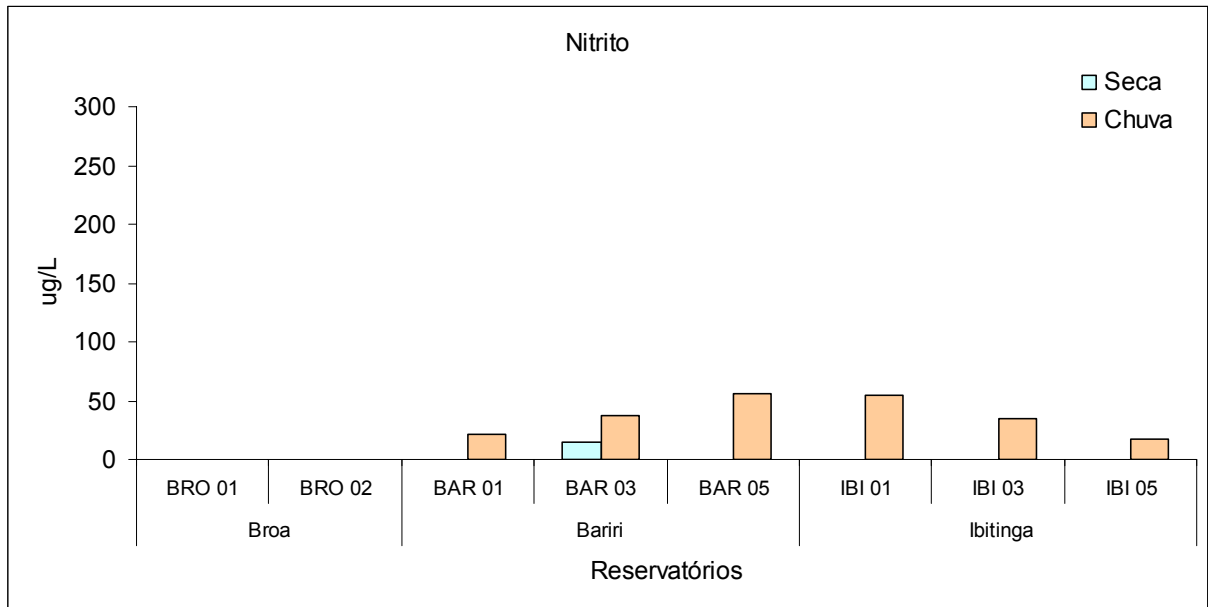


Figura 54 - Valores das concentrações de Nitrito durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibatinga.

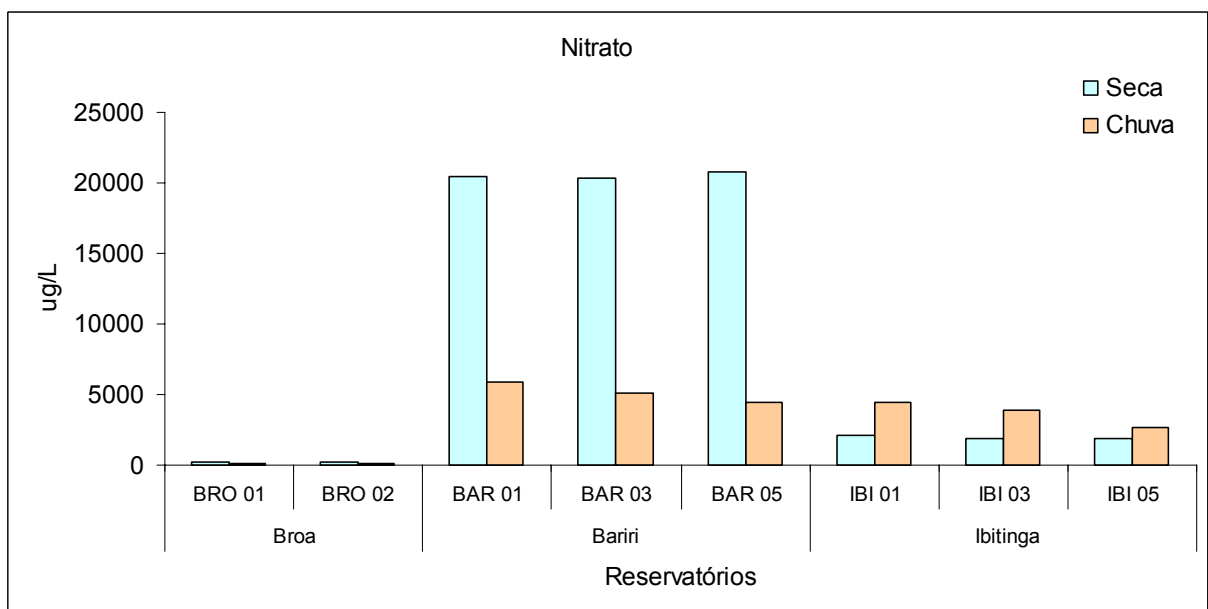


Figura 55 - Valores das concentrações de Nitrato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibatinga.

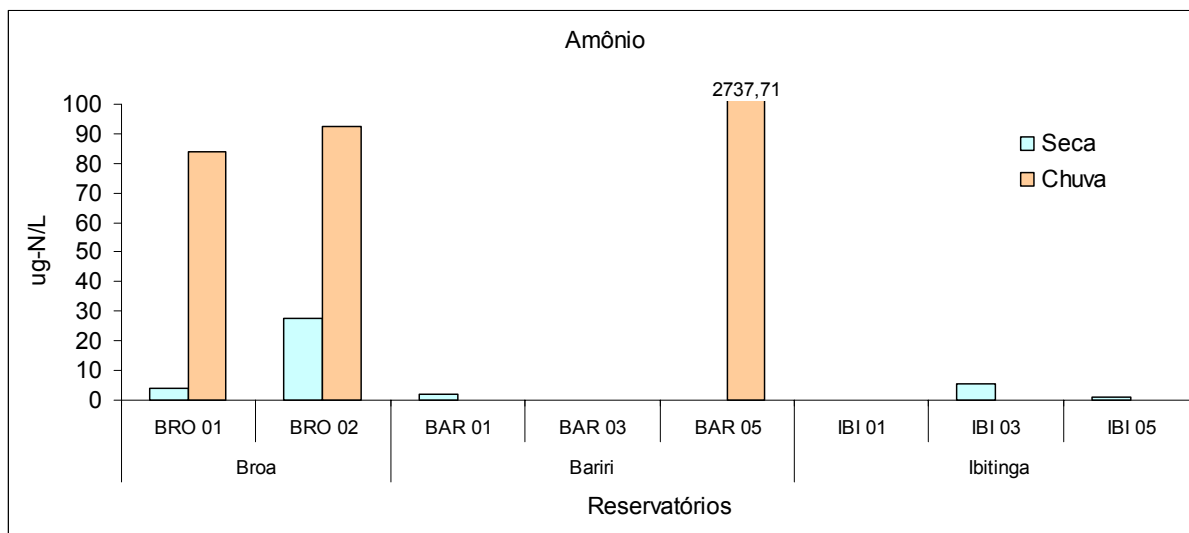


Figura 56 - Valores das concentrações de amônio durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga.

As figuras 57 e 58 referem-se às concentrações de fósforo total dissolvido e fósforo inorgânico sob a forma de ortofosfato.

De maneira geral os valores das concentrações de fosfato total dissolvido nos reservatórios estudados foram mais elevados durante a época de chuva do que a de seca onde na represa de Bariri foi registrada  $68,28\mu\text{g/L}$  na época da chuva e  $48,76\mu\text{g/L}$  na seca (figura 57). No reservatório de Ibitinga as concentrações ficaram entre  $18,55\mu\text{g/L}$  e  $24,09\mu\text{g/L}$  durante a estiagem, e entre  $39,17\mu\text{g/L}$  e  $58,88\mu\text{g/L}$  no período chuvoso. Os valores da concentração de fósforo na represa do Broa foram bem inferiores do que a de Bariri e de Ibitinga ficando entre  $2,67\mu\text{g/L}$  a  $9,14\mu\text{g/L}$ .

Em relação ao fosfato inorgânico apresentado na figura 58, foi observado o mesmo padrão do fósforo total com concentrações ligeiramente mais elevadas durante a época chuvosa em todos os reservatórios. As mais elevadas concentrações de fósforo inorgânico foram observadas na represa de Bariri com valores variando de  $41,83\mu\text{g/L}$  a  $47,09\mu\text{g/L}$ .

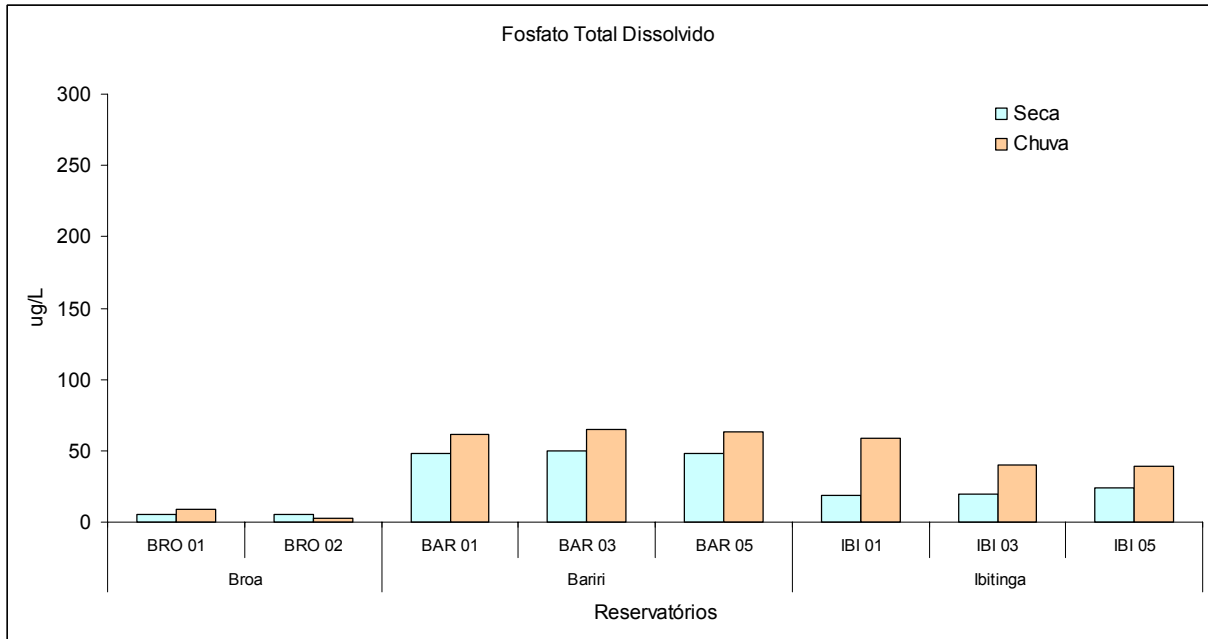


Figura 57 - Valores das concentrações de fosfato total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

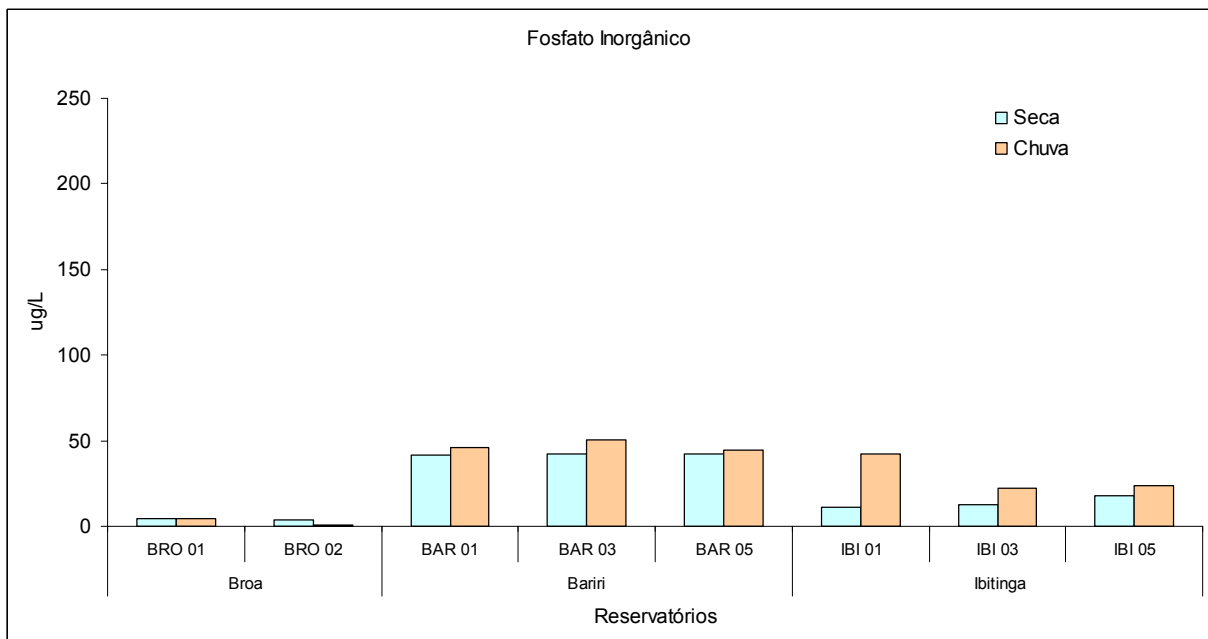


Figura 58 - Valores das concentrações de fosfato inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

A figura 59 refere-se às concentrações de Si sob a forma de silicato obtidas nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga. No reservatório do Broa os valores ficaram entre 0,320mg/L e 0,591mg/L, enquanto que nos reservatórios de Bariri e Ibitinga as concentrações de silicato variaram de 2,37mg/L a 5,0 mg/L.

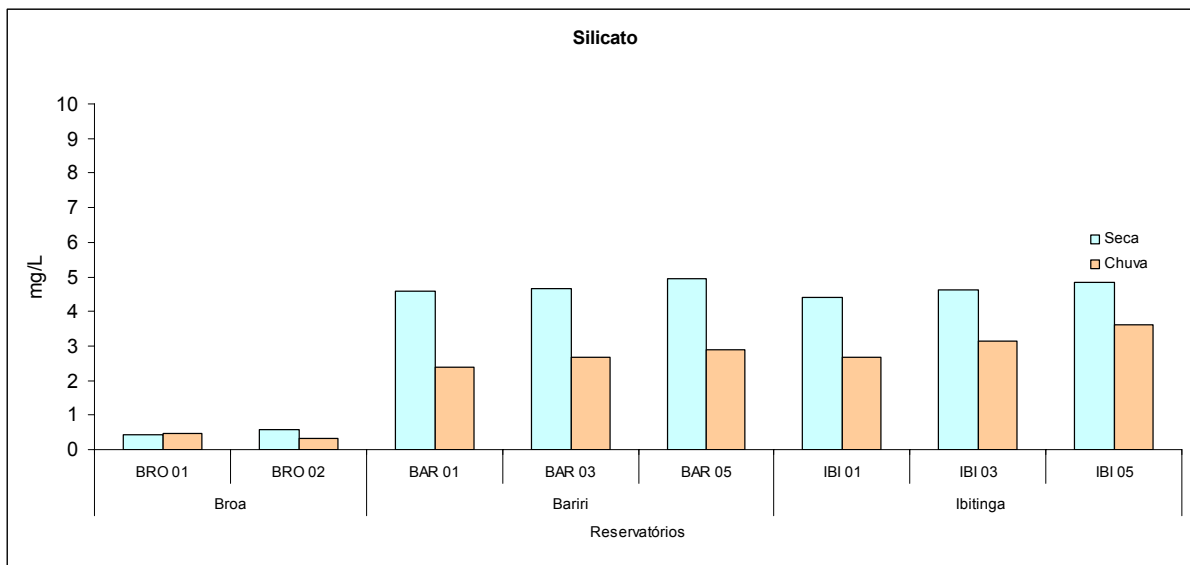


Figura 59 - Valores das concentrações de silicato durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

#### d) Nitrogênio total, fósforo total e carbono total

Nas figuras 60 e 61 podem-se observar os valores das concentrações de nitrogênio total e fósforo total nos diferentes pontos amostrados dos reservatórios estudados.

Curiosamente foi registrada uma concentração altíssima de nitrogênio total, no ponto BR 01 da represa do Broa, na época da chuva com valor de 11,30mg/L (Figura 60), enquanto que nos demais reservatórios os valores variaram entre 2,66mg/L e 4,26mg/L.

Com relação as concentrações de fósforo total (figura 61) foi observada na represa do Broa uma concentração maior de fósforo total durante a época da seca do que na chuva variando de 43,23µg/L a 51,77µg/L. Nos reservatórios de Bariri e Ibitinga, os valores de fósforo total foram maiores na época da chuva variado de 33,37µg/L a 70,56µg/L. No ponto IBI 03 da represa de Ibitinga a concentração de fósforo total atingiu o valor de 170,63µg/L na época da chuva.

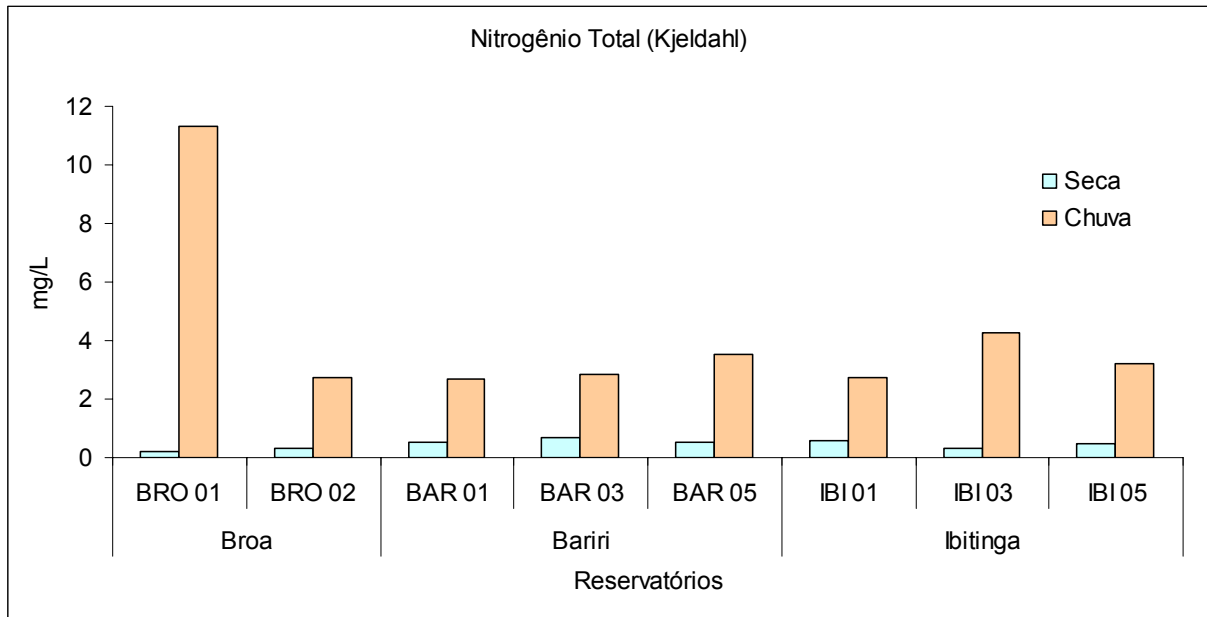


Figura 60 - Valores das concentrações de nitrogênio total (Kjeldahl) durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

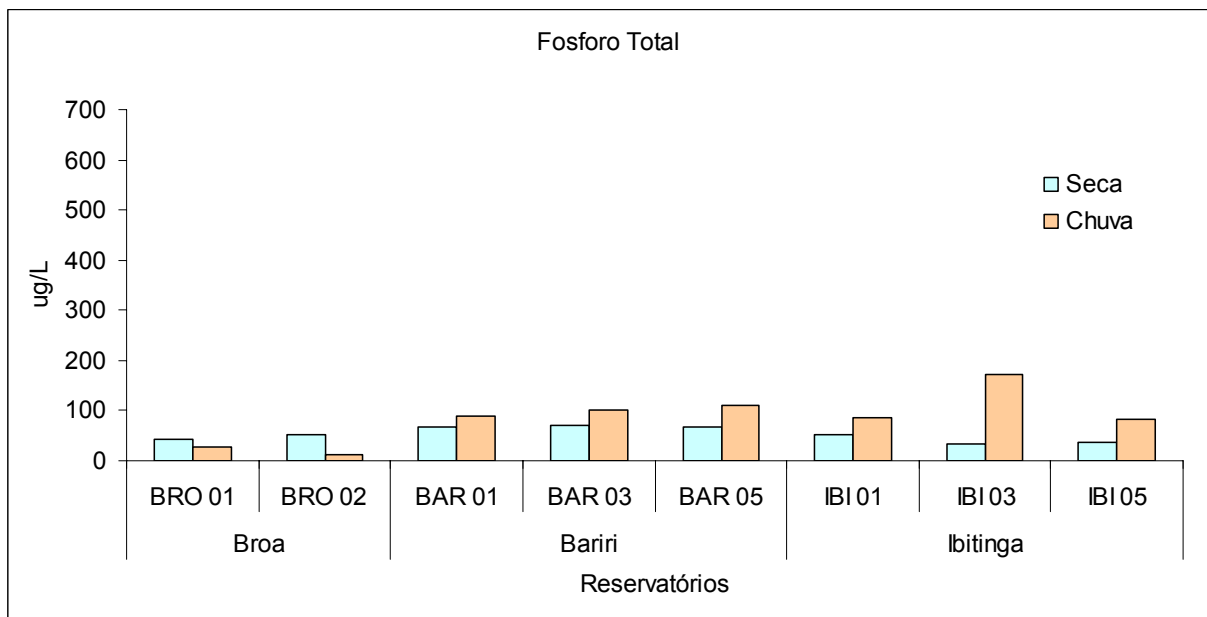


Figura 61 - Valores das concentrações de fósforo total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

Os valores referentes ao carbono total dissolvido (DTC), carbono inorgânico dissolvido (DIC), carbono orgânico dissolvido (DOC) estão apresentados nas figuras 62, 63 e 64, respectivamente.

Essas três formas de carbono analisadas nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga mostraram altos valores nas represas de Bariri e Ibitinga, com valores que variaram de 10,0 a 15,0 mg/L de carbono total, entre 9,0 a 10,0 mg/L de carbono inorgânico e de 2,0 a 5,0 mg/L de carbono orgânico, enquanto que na represa do

Broa, esses valores se apresentaram entre 2,0 a 10mg/L de C total, <1,0mg/L de carbono inorgânico e de 0,5 a 2,0 mg/L de carbono orgânico.

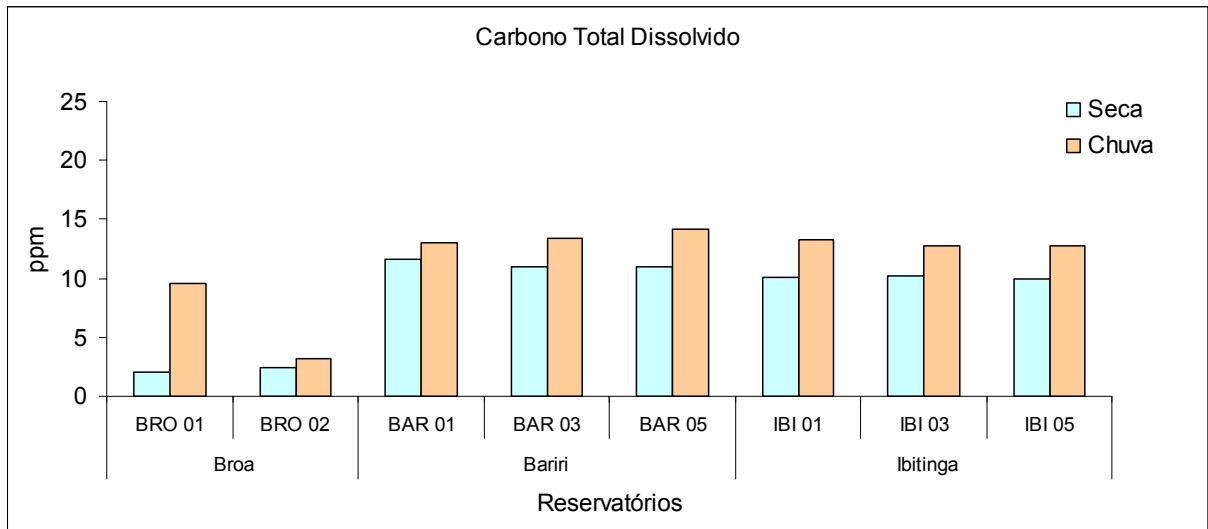


Figura 62 - Valores das concentrações de carbono total dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

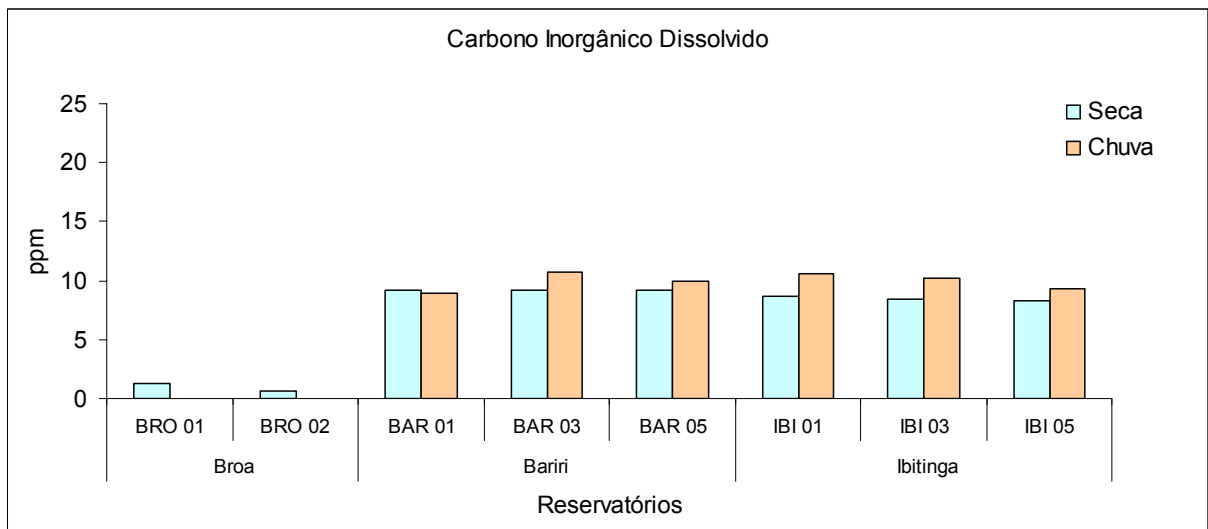


Figura 63 - Valores das concentrações de carbono inorgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.



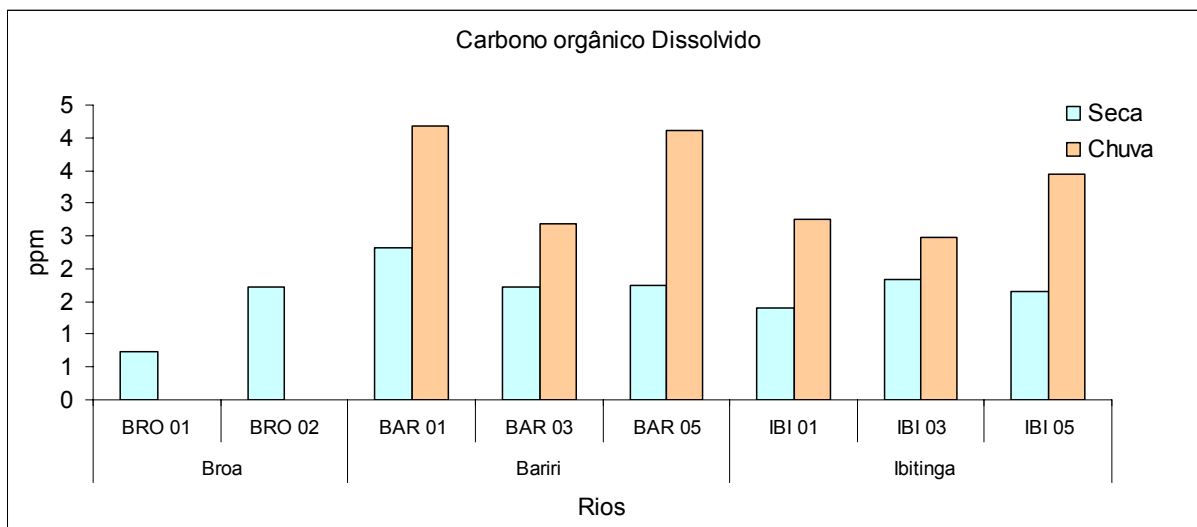


Figura 64 - Valores das concentrações de carbono orgânico dissolvido durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### e) Dureza e alcalinidade

Nas figuras 65 e 66 estão apresentados os valores referentes à alcalinidade e dureza obtidos para os reservatórios de Bariri, Ibitinga e Broa.

Tanto a dureza como a alcalinidade das represas de Bariri e Ibitinga mostraram valores elevados de  $\text{CaCO}_3$  (entre 35,0 a 60,0 mg/L), enquanto que na Represa do Broa os valores se situaram entre 1,0 a 3,5mg de  $\text{CaCO}_3$ .

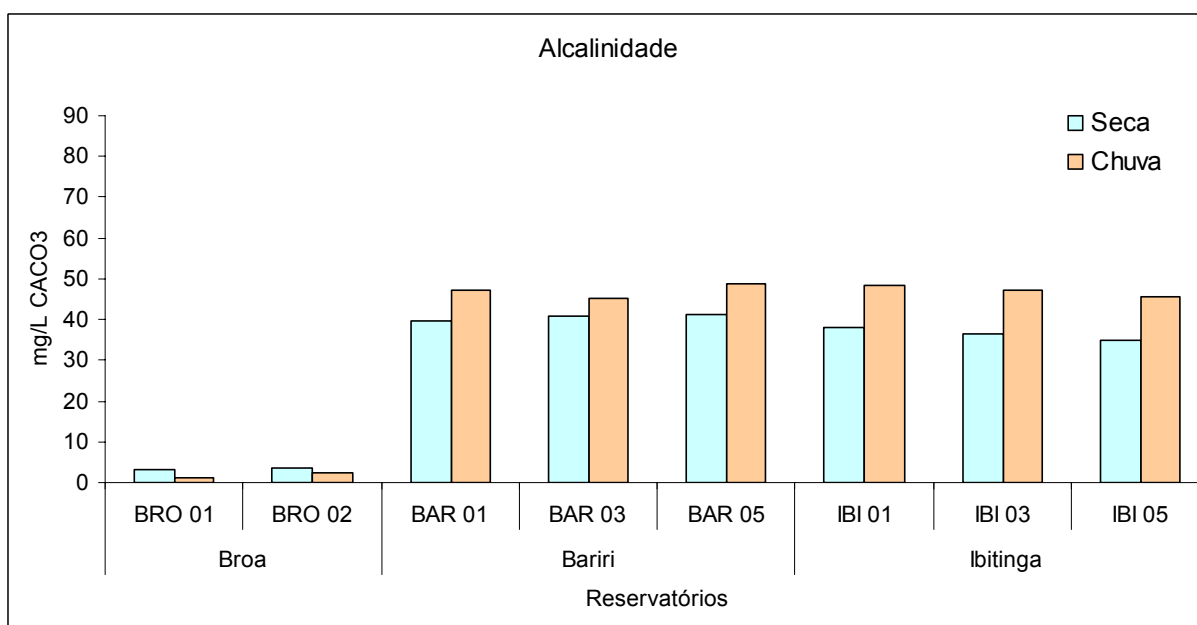


Figura 65 - Valores das concentrações de alcalinidade durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

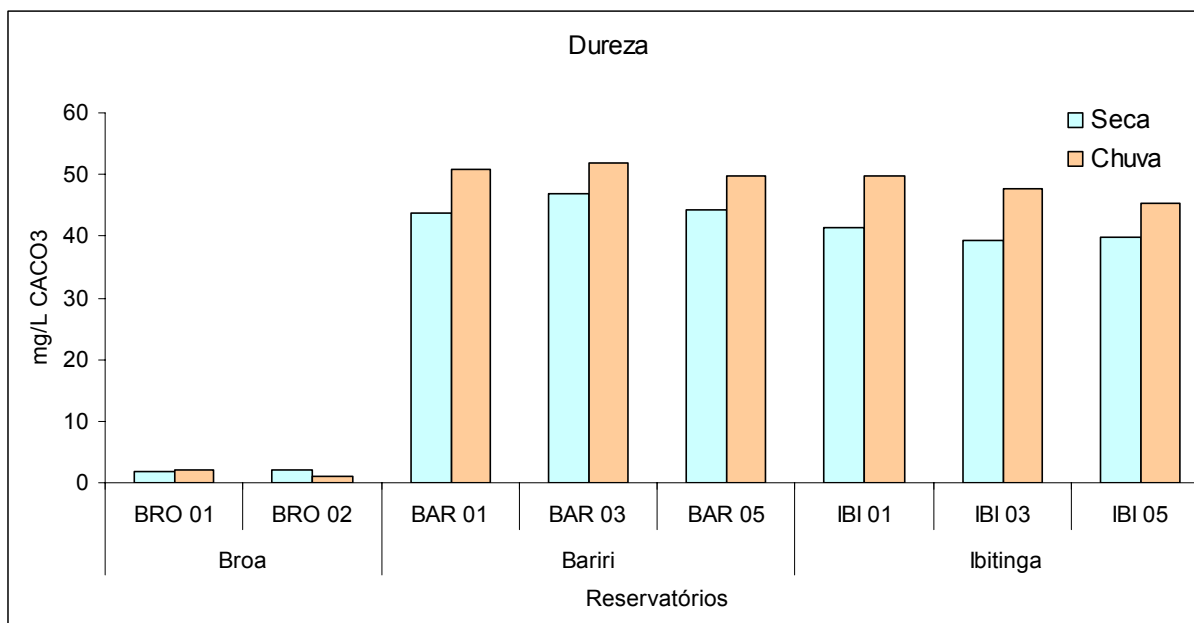


Figura 66 - Valores das concentrações de dureza durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

#### f) Material em suspensão

As figuras 67, 68 e 69 referem-se respectivamente ao material em suspensão total, inorgânico e orgânico

Alta concentração de material em suspensão total foi observada na represa do Broa, na estação BRO 01 (42,1mg/L), durante o período da chuva e esta foi devida principalmente ao material inorgânico, 80%, e 20% de material orgânico. Nos outros dois reservatórios Bariri e Ibitinga o material em suspensão total foi bem inferior registrando o máximo valor na represa de Ibitinga no ponto IBI 03 com valor de 22,8mg/L sendo este material em suspensão quase 100% de material orgânico. A represa de Bariri com valor mais alto de material em suspensão total de 10,8mg/L no ponto BAR 05, também foi devido ao material orgânico (95%).

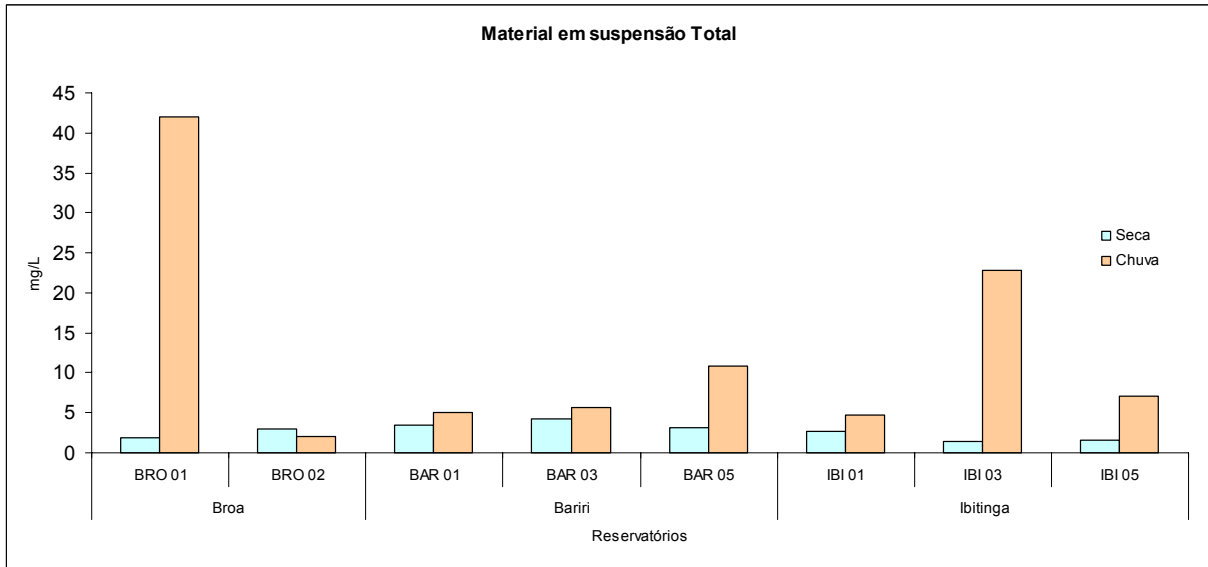


Figura 67 - Valores das concentrações de material em suspensão total durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

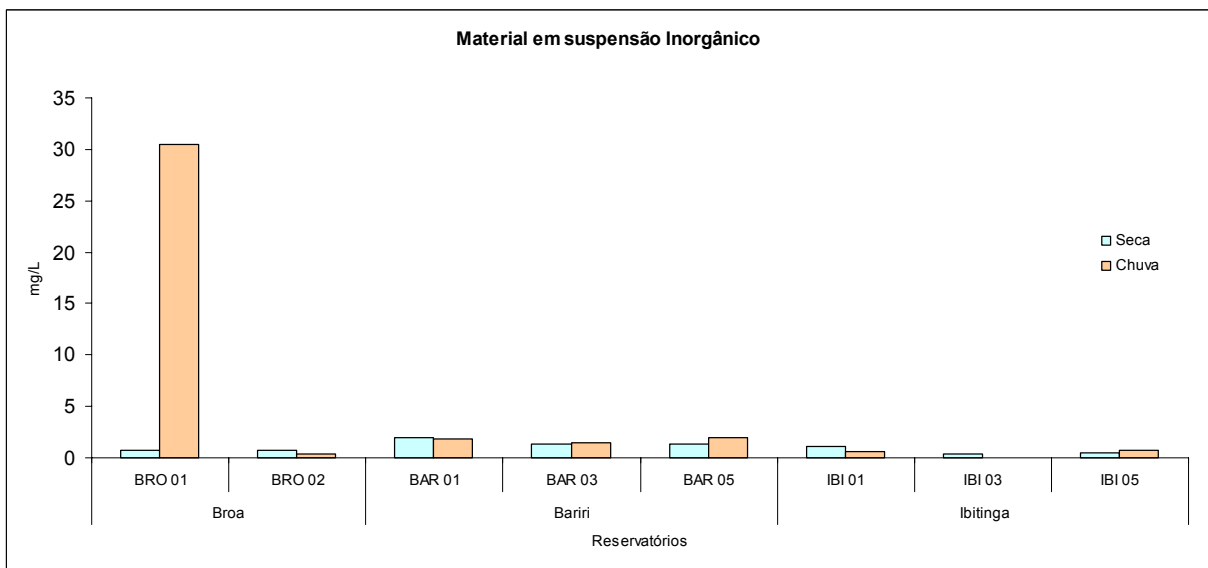


Figura 68 - Valores das concentrações de material em suspensão inorgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

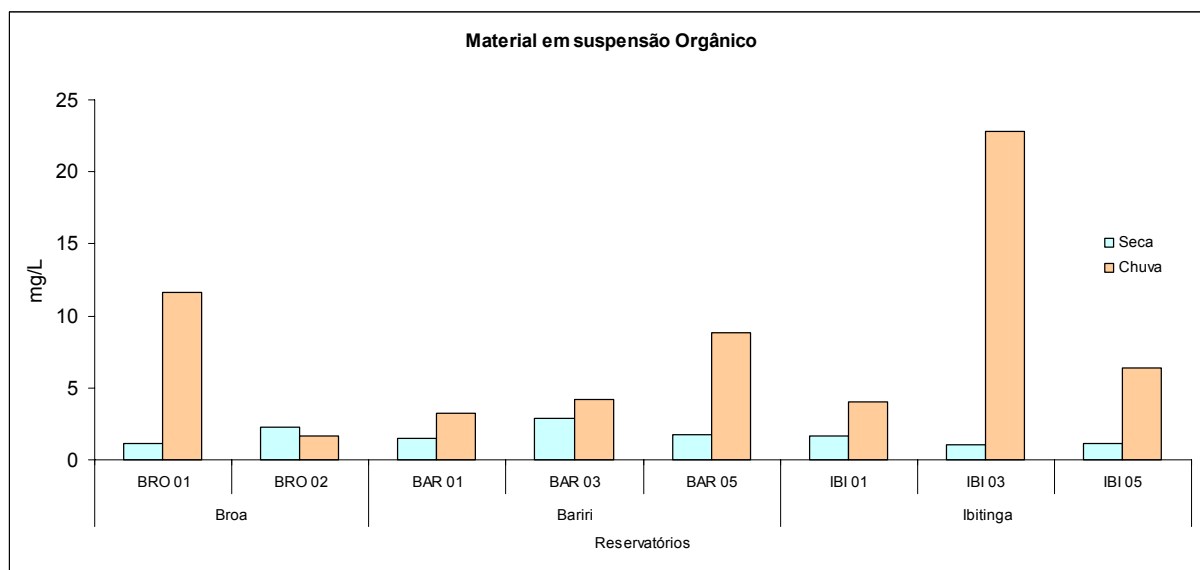


Figura 69 - Valores das concentrações de material em suspensão orgânico durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### 5.2.2 – Índice do Estado Trófico

Os índices do estado trófico calculados para os três reservatórios (Broa, Bariri e Ibitinga) através da equação de Carlson (1977), estão representados graficamente na Figura 70. A represa do Broa comporta-se como sistema oligomesotrófico (BRO 02), porém na região à montante (BRO 01) onde entra o tributário Rio Itaquerí que recebe as águas do Córrego Água Branca, apresenta o estado de trofia de mesotrófico tendendo à eutrofia, principalmente na época da seca. A represa de Bariri encontra-se totalmente eutrofizada tendendo para estado hipereutrófico tanto no período da seca como no de chuva. A represa de Ibitinga, entretanto, apresenta-se um pouco menos eutrofizada que a de Bariri, apresentando um índice menor IET(P), principalmente na época da seca, enquadrando-se, porém como hipereutrófico na época da chuva.

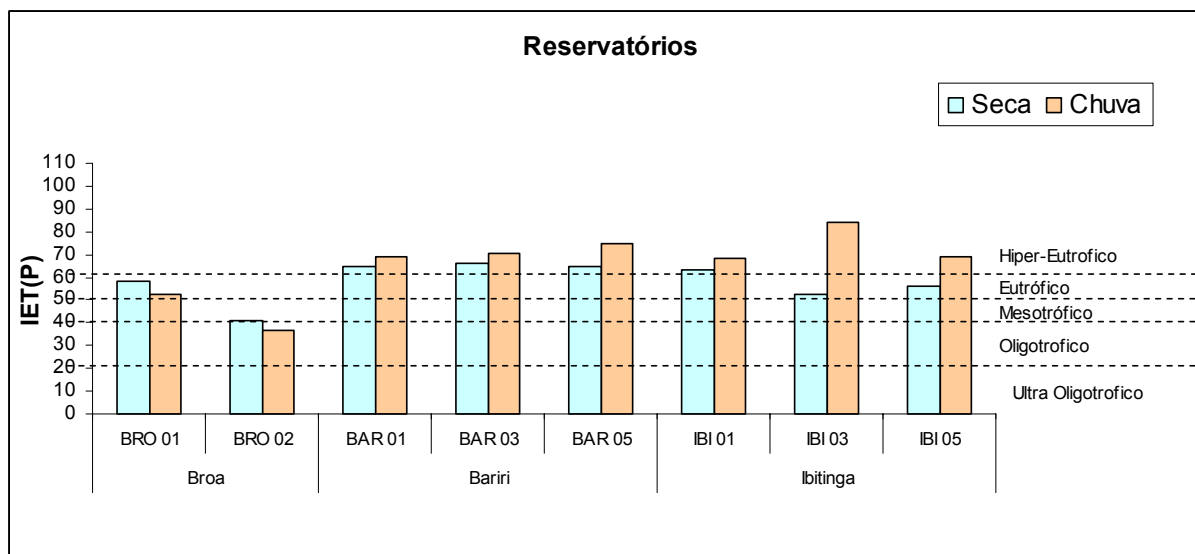


Figura 70 - Valores do Índice do Estado Trófico (IET) aplicado ao parâmetro do fósforo nos diferentes pontos amostrados dos reservatórios, nos dois períodos de coleta.

### 5.2.3 – Análise da comunidade fitoplanctônica dos sistemas lênticos

#### a) Clorofila *a*

A biomassa fitoplanctônica medida em concentrações de clorofila *a* nos três reservatórios esta ilustrada na figura 71. Na represa do Broa essas concentrações foram baixas na região mais à montante (ponto BRO 01) onde foram obtidos valores de 0,057 $\mu$ g/L, a 1,0 $\mu$ g/L. A região mais próxima à barragem (BRO 02) apresentou concentrações de 2,12 $\mu$ g/L a 7,98 $\mu$ g/L. O reservatório que apresentou o valor mais alto de clorofila *a* foi a represa de Ibitinga, no ponto IBI 03, no período da chuva com concentração de 109,85 $\mu$ g/L. Na represa de Bariri, o ponto BAR 05 apresentou alta concentração de clorofila *a* na época da chuva com 62,45 $\mu$ g/L. Estas altas concentrações de clorofila *a* nas represas de Ibitinga e de Bariri indicam que os reservatórios se encontram no estado eutrófico a hipereutrófico.

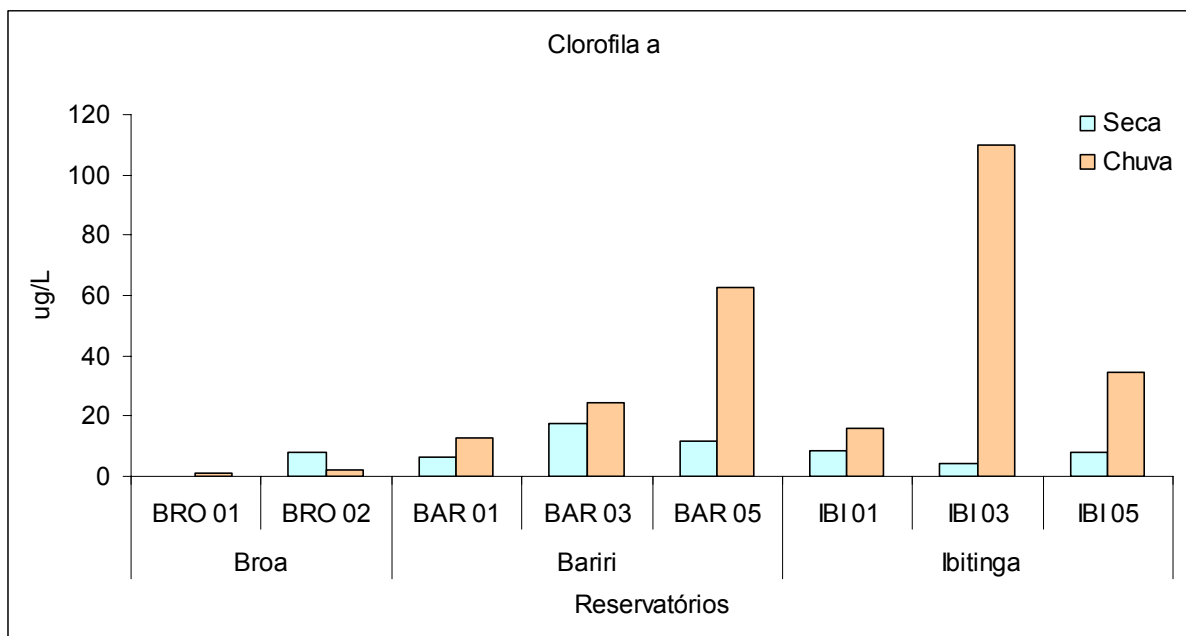


Figura 71 - Valores das concentrações de clorofila a durante os períodos de seca e chuva, nos diferentes pontos de coleta.

### b) Abundância relativa das classes fitoplanctônicas

Nas figuras 72 e 73 estão apresentados os valores de abundância relativa da das diferentes classes de fitoplâncton que ocorreram nas diferentes estações das represas do Broa, Bariri e Ibitinga nos dois períodos de amostragem, seca e de chuva e nas tabelas 8 e 9 estão apresentadas as densidades dos organismos fitoplanctônicos identificados a nível de gêneros.

Observa-se que no período de seca (figura 72) houve uma predominância da classe Bacillariophyceae em todos os pontos das represas do Broa (de 50% a 60%), e de Ibitinga (de 71% a 95%) com exceção do ponto BAR 03 da represa de Bariri que teve maior predominância da classe Cyanophyceae (75%). Na represa do Broa, outros grupos fitoplanctônicos estiveram presentes tais como a Zygnematophyceae representada principalmente pelo gênero *Mougeotia*, Dynophyceae pelo *Peridinium*, Chlorophyceae pelo *Dictiosphaerium* e *Coelastrum*, e Cyanophyceae representada principalmente pelos gêneros *Oscillatoria* e *Merismopedia*.

No período de chuva (verão), como pode ser observado na Figura 73, nas represas de Bariri e de Ibitinga houve predominância da classe Cyanophyceae de 79% a 98% do fitoplâncton total na represa de Bariri e de 82% a 95% na represa de Ibitinga. Já na represa do Broa a classe Bacillariophyceae continuou predominando

no ambiente, porém no ponto BRO 02 (próximo à barragem) houve um aumento da classe Chlorophyceae e Cyanophyceae e um diminuição da classe Dinophyceae.

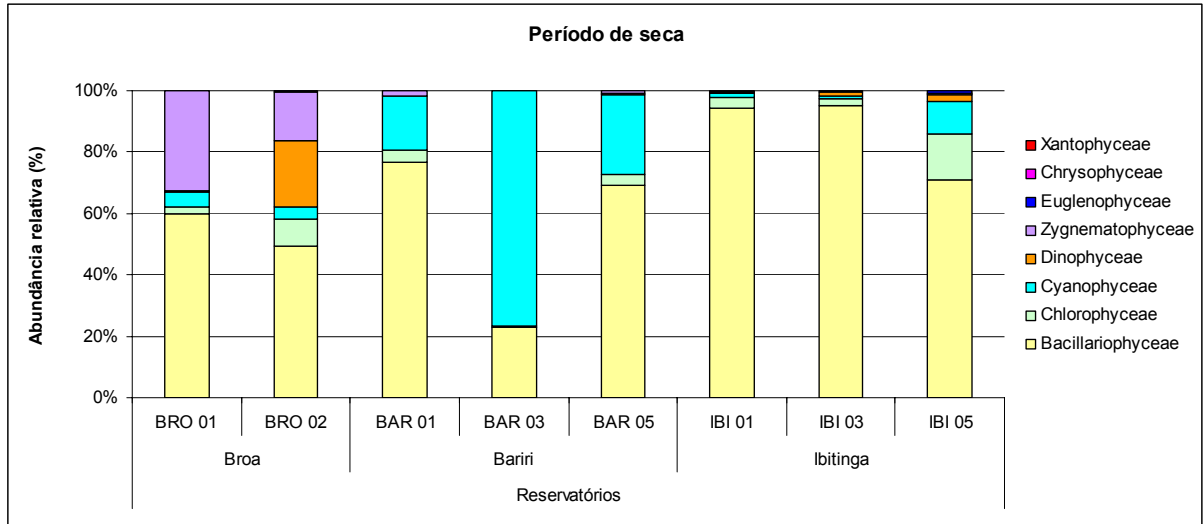


Figura 72 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de seca, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

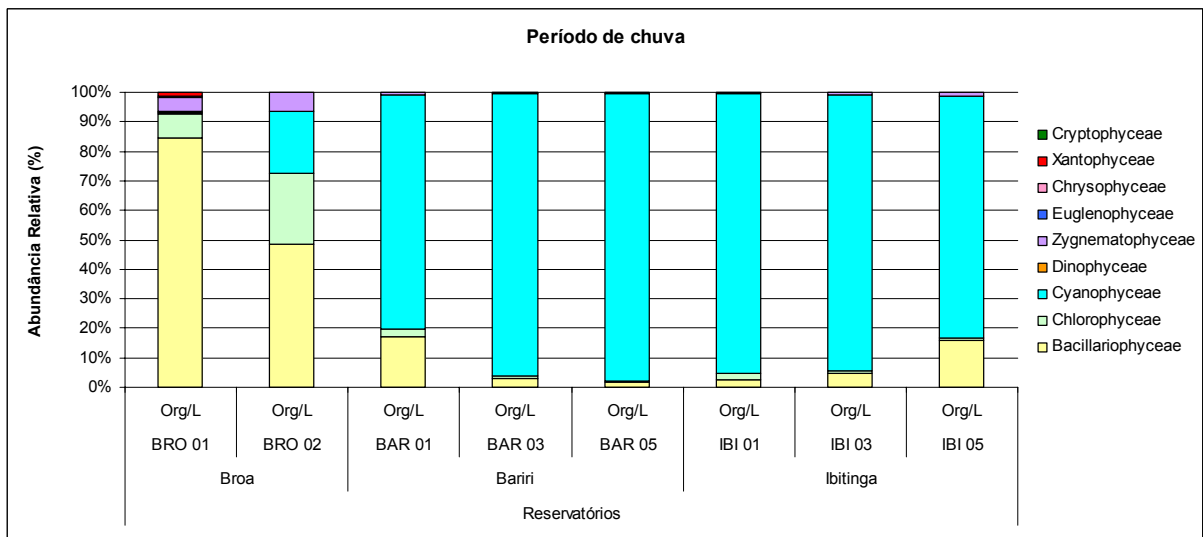


Figura 73 - Valores da abundância relativa das classes fitoplanctônicas, durante o período de chuva, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

Tabela 8 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos dos reservatórios de Bariri, Ibitinga e Broa durante o período de seca.

	SISTEMAS LÉTICOS- SECA															
	UHE Broa				UHE Bariri					UHE Ibitinga						
	BRO 01	BRO 01	BRO 02	BRO 02	BAR 01	BAR 01	BAR 03	BAR 03	BAR 05	BAR 05	IBI 01	IBI 01	IBI 03	IBI 03	IBI 05	IBI 05
	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%
<b>Bacillariophyceae</b>																
<i>Asterionella</i>	28	0,04														
<i>Aulacoseira</i>	750	1	378	19	13000	88	24422	82	18278	71	8292	75	1450	22	597	30
<i>Coscinodiscus</i>													3	0,04		
<i>Cyclotella</i>			6	0,3	1739	12	1244	4	579	2	2625	24	5044	77	661	33
<i>Cymbella</i>	250	0,35	3	0,1												
<i>Eunotia</i>	333	0,46	17	1												
<i>Fragilaria</i>	8222	11	67	3					5	0,02	6	0,05			3	0
<i>Frustula</i>	56	0,08														
<i>Gomphonema</i>	4000	6	6	0,3												
<i>Gyrosigma</i>	806	1	6	0,3												
<i>Meridion</i>											8	0,08				
<i>Navicula</i>	1333	2	17	1			3967	13	6722	26	58	1	14	0,21	753	37
<i>Pinnularia</i>	361	1									3	0,03			3	0
<i>Placoneis</i>			3	0,1												
<i>Rhizosolenia</i>			1028	53												
<i>Stauroneis</i>	361	1	8	0,4					9	0,04	8	0,08	3	0,04		
<i>Surirella</i>	83	0,12	8	0,4							3	0,03				
<i>Tabellaria</i>	55333	77	403	21			3	0,01	46	0,18						
<i>Urosolenia</i>													3	0,04		
<b>TOTAL</b>	<b>71917</b>	<b>100</b>	<b>1947</b>	<b>100</b>	<b>14739</b>	<b>100</b>	<b>29636</b>	<b>100</b>	<b>25639</b>	<b>100</b>	<b>11003</b>	<b>100</b>	<b>6517</b>	<b>100</b>	<b>2017</b>	<b>100</b>
<b>Chlorophyceae</b>																
<i>Actinastrum</i>					225	30	144	25	60	5	14	3	6	4	3	1
<i>Ankistrodesmus</i>	139	6	17	5					5	0,4			3	2		
<i>Asterococcus</i>	83	4	28	8	22	3	14	2	37	3	14	3	3	2		
<i>Bulbochaete</i>	53	2														
<i>Chlamydomonas</i>	56	3	25	7			3	0,5			3	1			11	3
<i>Chlorella</i>	56	3	8	2			11	2	5	0,4	17	4	19	13	169	39
<i>Chloromonas</i>													3	2		
<i>Cladophora</i>	139	6														
<i>Coccomyxa</i>					8	1	33	6							11	3
<i>Coelastrum</i>	167	8	17	5	39	5	17	3	51	4	17	4	11	7	31	7
<i>Crucigenia</i>	28	1			6	1	11	2	5	0,4						
<i>Dactylococcus</i>							89	15								
<i>Diacanthos</i>					3	0,4										
<i>Dictyosphaerium</i>	56	3	139	41	11	2			5	0,4	19	5			3	1
<i>Dimorphococcus</i>	28	1														
<i>Dispora</i>			3	1												
<i>Eutetramorus</i>									5	0,4						
<i>Gloeocystis</i>	56	3	25	7	222	30	125	21	935	73	106	26	6	4	44	10
<i>Golenkinia</i>													3	2		
<i>Gonium</i>	28	1														
<i>Kirchneriella</i>	583	26					6	1	5	0,4						
<i>Micractinium</i>					119	16	14	2	42	3	111	27	61	40	3	1
<i>Microspora</i>	28	1														
<i>Oedogonium</i>	306	14	19	6												
<i>Oocystis</i>	28	1	25	7	36	5	100	17	23	2					3	1
<i>Palmella</i>									9	1					3	1
<i>Pandorina</i>											19	5	6	4		
<i>Paradoxia</i>							3	0,5	5	0,4					6	1
<i>Pediastrum</i>	28	1			6	1			5	0,4	17	4			3	1
<i>Phytelios</i>											3	1				
<i>Radiococcus</i>			3	1												
<i>Scenedesmus</i>	194	9	14	4	6	1			14	1	6	1	8	5	6	1
<i>Schroederia</i>					3	0,4									6	1
<i>Selenastrum</i>	28	1	11	3					46	4						
<i>Sorastrum</i>	28	1														
<i>Sphaerocystis</i>	56	3	6	2	19	3	6	1	5	0,4	44	11	14	9	128	30
<i>Tetraedron</i>	28	1			14	2	11	2	28	2	14	3	11	7	3	1
<i>Ulothrix</i>	28	1														
<i>Volvox</i>											6	1				
<b>TOTAL</b>	<b>2219</b>	<b>100</b>	<b>339</b>	<b>100</b>	<b>739</b>	<b>100</b>	<b>586</b>	<b>100</b>	<b>1287</b>	<b>100</b>	<b>408</b>	<b>100</b>	<b>153</b>	<b>100</b>	<b>431</b>	<b>100</b>
<b>Cyanophyceae</b>																
<i>Anabaena</i>					25	1	478	0,48	889	9	8	6	6	14	97	32
<i>Aphanizomenon</i>							3	0,00								
<i>Aphanocapsa</i>							22	0,02								
<i>Aphanothece</i>					14	0,4			5	0,05					3	1
<i>Chroococcus</i>	28	0,5	72	44	506	15	2022	2	1120	12	14	11	6	14	67	22
<i>Coelosphaerium</i>					6	0,2										
<i>Lynngbya</i>							44	0,04								
<i>Merismopedia</i>			53	32												
<i>Microcystis</i>	28	0,5	6	3	19	1	91089	92	5074	53	94	72	28	71	114	38
<i>Nostochopsis</i>					3	0,1										
<i>Oscillatoria</i>	4000	67	11	7	2783	83	5378	5	2556	27	8	6			19	6
<i>Radiocystis</i>					14											
<i>Scytonema</i>	500	8														
<i>Spirulina</i>	1444	24	22	14							6	4				
<b>TOTAL</b>	<b>6000</b>	<b>100</b>	<b>164</b>	<b>100</b>	<b>3369</b>	<b>100</b>	<b>99036</b>	<b>100</b>	<b>9644</b>	<b>100</b>	<b>131</b>	<b>100</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>
<b>Dinophyceae</b>																
<i>Ceratium</i>									5	7						
<i>Peridinium</i>	556	100	850	100	6	100	31	100	65	93	86	100	100	100	61	100
<b>TOTAL</b>	<b>556</b>	<b>100</b>	<b>850</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>86</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>61</b>	<b>100</b>



## Continuação da Tabela 8

	SISTEMAS LÉTICOS- SECA															
	UHE Broa				UHE Bariri						UHE Ibitinga					
	BRO 01	BRO 01	BRO 02	BRO 02	BAR 01	BAR 01	BAR 03	BAR 03	BAR 05	BAR 05	IBI 01	IBI 01	IBI 03	IBI 03	IBI 05	IBI 05
	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%	Org/L	%
<b>Zygomatophyceae</b>																
<i>Bambusina</i>	1111	3	6	1												
<i>Closteropsis</i>					6	2										
<i>Closterium</i>	4333	11	14	2			3	2	28	8	6	20	11	33		
<i>Cosmarium</i>	861	2	47	8	3	1	3	2	5	1						
<i>Desmidiium</i>	308	1														
<i>Euastrum</i>	56	0,1														
<i>Gonatozygon</i>	83	0,2	3	0,4									3	8		
<i>Hyalotheca</i>	139	0,4														
<i>Merismogloea</i>			31	5												
<i>Micrasterias</i>	111	0,3			3	1										
<i>Mougeotia</i>	30222	78	214	34	3	1			37	11						
<i>Netrium</i>	111	0,3														
<i>Octacanthium</i>			11	2												
<i>Spondylosium</i>	139	0,4														
<i>Staurastrum</i>	861	2	147	23	317	95	139	96	250	72	19	70	11	33	19	88
<i>Staurodesmus</i>	361	1	153	24	3	1			28	8	3	10	8	25	3	13
<i>Xanthidium</i>	139	0,4	3	0,4												
<b>TOTAL</b>	<b>38836</b>	<b>100</b>	<b>628</b>	<b>100</b>	<b>333</b>	<b>100</b>	<b>144</b>	<b>100</b>	<b>347</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>33</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>100</b>
<b>Euglenophyceae</b>																
<i>Euglena</i>	28	33	11	80	6	67										
<i>Phacus</i>	56	67			3	33	3	25	5	50						
<i>Strombomonas</i>															3	14
<i>Trachelomonas</i>			3	20			8	75	5	50	6	100			17	86
<b>TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>9</b>	<b>100</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>100</b>
<b>Chrysophyceae</b>																
<i>Dinobryon</i>	56	100														
<i>Synura</i>			3	100												
<b>TOTAL</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Xantophyceae</b>																
<i>Botryochloris</i>	28	100														
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabela 9 - Densidade (org/L) e densidade relativa (%) dos gêneros encontrados nos diferentes pontos dos reservatórios de Bariri, Ibitinga e Broa durante o período de chuva.

	SISTEMAS LÉTICOS - CHUVA															
	Broa				Bariri						Ibitinga					
	BRO 01	BRO 01	BRO 02	BRO 02	BAR 01	BAR 01	BAR 03	BAR 03	BAR 05	BAR 05	IBI 01	IBI 01	IBI 03	IBI 03	IBI 05	IBI 05
	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%	org/L	%
<b>Bacillariophyceae</b>																
<i>Amphipleura</i>	8	1														
<i>Aulacoseira</i>	108	14	4000	98	36944	70	11852	55	13125	58	1017	31	1967	25	8800	36
<i>Cyclotella</i>			5	0,1	12500	24	1852	9	2639	12	83	3	283	4	6211	26
<i>Cymbella</i>	8	1	14	0,3												
<i>Diatoma</i>	3	0,4														
<i>Eunotia</i>	58	7							69	0,3						
<i>Fallacia</i>	3	0,4														
<i>Fragilaria</i>	44	6														
<i>Frustulia</i>	19	2														
<i>Gomphonema</i>	11	1			46	0,1	46	0,2								
<i>Gyrosigma</i>	6	1														
<i>Hantzschia</i>	8	1														
<i>Navicula</i>	56	7			3148	6	7778	36	6944	30	2200	67	5517	71	9244	38
<i>Nupela</i>	3	0,4														
<i>Pinnularia</i>			9	0,2												
<i>Placoneis</i>	3	0,4														
<i>Rhizosolenia</i>			9	0,2												
<i>Stauroneis</i>																
<i>Surirella</i>	3	0,4	23	1												
<i>Tabellaria</i>	447	57	14	0,3												
<b>TOTAL</b>	<b>789</b>	<b>100</b>	<b>4074</b>	<b>100</b>	<b>52639</b>	<b>100</b>	<b>21528</b>	<b>100</b>	<b>22778</b>	<b>100</b>	<b>3300</b>	<b>100</b>	<b>7767</b>	<b>100</b>	<b>24256</b>	<b>100</b>
<b>Chlorophyceae</b>																
<i>Actinastrum</i>					1157	14	1019	17	694	15	1100	40	517	30	378	25
<i>Ankistrodesmus</i>	3	4											3	0,2		
<i>Asterococcus</i>			14	1	46	1							8	0,5	11	1
<i>Chlamydomonas</i>							46	1								
<i>Chlorella</i>			125	6	139	2										
<i>Coccomyxa</i>			46	2												
<i>Coelastrum</i>	8	11	1685	83	1111	14	926	15	486	10	183	7	31	2	200	13
<i>Crucigenia</i>			9	0,5							33	1				
<i>Dictyosphaenum</i>			28	1	93	1							3	0,2		
<i>Elakathrix</i>					46	1										
<i>Eudorina</i>																
<i>Gloeocystis</i>			14	1	231	3	185	3	69	1	150	5	383	22	78	5
<i>Golenkinia</i>			19	1			139	2	208	4			50	3		
<i>Kirchneriella</i>													3	0,2		
<i>Micractinium</i>					2824	35	2269	37	1944	42	700	25	650	38	67	4
<i>Monoraphidium</i>	8	11														
<i>Nephroclytium</i>							46	1					3	0		
<i>Oocystis</i>			83	4	463	6	324	5	486	10	433	16	33	2	333	22
<i>Paradoxia</i>															11	1
<i>Pediastrum</i>					370	5	278	5	69	1	67	2	17	1	300	20
<i>Radiococcus</i>					46	1										
<i>Scenedesmus</i>	3	4			880	11	185	3	69	1	33	1				
<i>Schroederia</i>													8	0,5		
<i>Selenastrum</i>			5	0,2												
<i>Sphaerocystis</i>					139	2										
<i>Tetraedron</i>					509	6	741	12	625	13	67	2	14	1	144	9
<i>Tetrastrum</i>			5	0,2												
<i>Ulothrix</i>	53	70														
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>100</b>	<b>2032</b>	<b>100</b>	<b>8056</b>	<b>100</b>	<b>6157</b>	<b>100</b>	<b>4653</b>	<b>100</b>	<b>2767</b>	<b>100</b>	<b>1722</b>	<b>100</b>	<b>1522</b>	<b>100</b>

continuação tabela 9

	SISTEMAS LÉNTICOS - CHUVA															
	Broa				Bariri						Ibitinga					
	BRO 01 org/L	BRO 01 %	BRO 02 org/L	BRO 02 %	BAR 01 org/L	BAR 01 %	BAR 03 org/L	BAR 03 %	BAR 05 org/L	BAR 05 %	IBI 01 org/L	IBI 01 %	IBI 03 org/L	IBI 03 %	IBI 05 org/L	IBI 05 %
<b>Cyanophyceae</b>																
<i>Anabaena</i>					2917	1	4444	1	9931	1	2267	2	2867	2	2589	2
<i>Aphanocapsa</i>					46	0,02			278	0,02	50	0,04	19	0,01		
<i>Aphanothece</i>					46	0,02	46	0,01	139	0,01						
<i>Chroococcus</i>			42	2	2500	1	1204	0,18	833	0,07	467	0,4	950	1	511	0,4
<i>Coelosphaerium</i>																
<i>Gloeocapsa</i>					463	0,2	185	0,03			33	0,03	8	0,01		
<i>Gomphosphaeria</i>	3	50														
<i>Merismopedia</i>			1727	97											11	0,01
<i>Microcystis</i>			5	0,3	224398	93	668287	98	1189583	98	110800	90	136117	88	105800	84
<i>Oscillatoria</i>	3	50			10926	5	8519	1	10208	1	9067	7	15033	10	17567	14
<i>Planktothrix</i>									69	0,01						
<i>Radiocystis</i>					509	0,2										
<i>Sphaerocavum</i>					139	0,1	185	0,03								
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>1773</b>	<b>100</b>	<b>241944</b>	<b>100</b>	<b>682870</b>	<b>100</b>	<b>1211042</b>	<b>100</b>	<b>122683</b>	<b>100</b>	<b>154994</b>	<b>100</b>	<b>126478</b>	<b>100</b>
<b>Dinophyceae</b>																
<i>Ceratium</i>							46	100								
<i>Peridinium</i>	3	100	23	100												
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Zygnematomyceae</b>																
<i>Closteropsis</i>			9	2												
<i>Closterium</i>	8	19	14	3	93	3	93	3	69	2	33	6	6	0,49	11	1
<i>Cosmarium</i>	6	13									17	3				
<i>Desmidium</i>	8	19														
<i>Micrasterias</i>	3	6														
<i>Mougeotia</i>	17	38														
<i>Spondylosium</i>	3	6														
<i>Staurastrum</i>			5	1	2731	97	3333	97	3264	94	550	92	1133	100	1967	99
<i>Staurodesmus</i>			495	95					139	4					11	1
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>523</b>	<b>100</b>	<b>2824</b>	<b>100</b>	<b>3426</b>	<b>100</b>	<b>3472</b>	<b>100</b>	<b>600</b>	<b>100</b>	<b>1139</b>	<b>100</b>	<b>1989</b>	<b>100</b>
<b>Euglenophyceae</b>																
<i>Euglena</i>	3	50														
<i>Lepocinclis</i>			5	100												
<i>Phacus</i>	3	50														
<i>Trachelomonas</i>					46	100							8	100	100	100
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Chrysophyceae</b>																
<i>Dinobryon</i>			5	100												
<i>Mallomonas</i>													8	100		
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Xanthophyceae</b>																
<i>Tetraplektron</i>			5	100												
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

As tabelas 8 e 9 mostram os principais gêneros (abundância de mais de 50%) das diferentes classes de fitoplâncton que ocorreram nas represas do Broa, Bariri e Ibitinga, incluindo os períodos de chuva e de seca.

As Classes tiveram como principais gêneros em ordem de abundância :

#### Classes Bacillariophyceae

- Represa do Broa: *Tabellaria*, *Rizosolenia* e *Aulacoseira*.
- Represa de Bariri: *Aulacoseira*.
- Represa de Ibitinga: *Aulacoseira*, *Cyclotella*, *Navicula*.

#### Classe Chlorophyceae:

- Represa do Broa: *Scenedesmus*, *Kirchneriella*, *Oedogonium*, *Dictyosphaerium*, *Ulothrix* e *Coelastrum*.
- Represa de Bariri: *Selenastrum*, *Sphaerocystis*, *Actinastrum*, *Gloeocystis*, *Dactylococcus*, *Oocystis* e *Micractinium*.
- Represa de Ibitinga: *Sphaerocystis*, *Gloeocystis*, *Micractinium*, *Chlorella*, *Actinastrum*, *Nephrocystium*, *Pediastrum* e *Oocystis*.

#### Classe Cyanophyceae

- a) Represa do Broa: *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Chroococcus*, *Gomphosphaeria* e *Merismopedia*.
- b) Represa de Bariri: *Microcystis*, *Oscillatoria*.
- c) Represa de Ibitinga: *Microcystis*, *Anabaena*, *Chroococcus*.

#### Classe Dinophyceae

- a) Represa do Broa: *Peridinium*.
- b) Represa de Bariri: *Peridinium*, *Ceratium*.
- c) Represa de Ibitinga: *Peridinium*.

#### Classe Zygnematophyceae

- a) Represa do Broa: *Mougeotia*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*.
- b) Represa de Bariri: *Staurastrum*, *Mougeotia*.
- c) Represa de Ibitinga: *Staurastrum*, *Staurodesmus*, *Closterium*.

#### Classe Euglenophyceae

- a) Represa do Broa: *Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*.
- b) Represa de Bariri: *Euglena*, *Phacus*, *Trachelomonas*.
- c) Represa de Ibitinga: *Trachelomonas*, *Strombomonas*.

#### Classe Chrysophyceae

- a) Represa do Broa: *Dinobryon*, *Synura*.
- b) Represa de Bariri: - não foi encontrado nenhum gênero dessa classe.
- c) Represa de Ibitinga: *Mallomonas*.

#### Classe Xantophyceae

- a) Represa do Broa: *Botryochloris*, *Tetraplekton*.

### c) Riqueza de organismos fitoplanctônicos a nível de gêneros

Nas figuras 74 e 75 encontra-se representada a riqueza em gêneros do fitoplâncton, nas represas do Broa, Bariri e Ibitinga, durante os períodos de seca e de chuva. Observa-se que a represa do Broa considerada oligo-mesotrófica, apresentou maior riqueza de gêneros com 60 gêneros no período da seca e 32 no período da chuva.

As represas eutrofizadas de Bariri e Ibitinga tendendo a hipereutrófica apresentaram menor riqueza em gêneros de fitoplâncton caindo para 39 na seca e 30 na chuva na represa de Bariri e 30 e 27 gêneros, respectivamente na seca e chuva, na represa de Ibitinga.

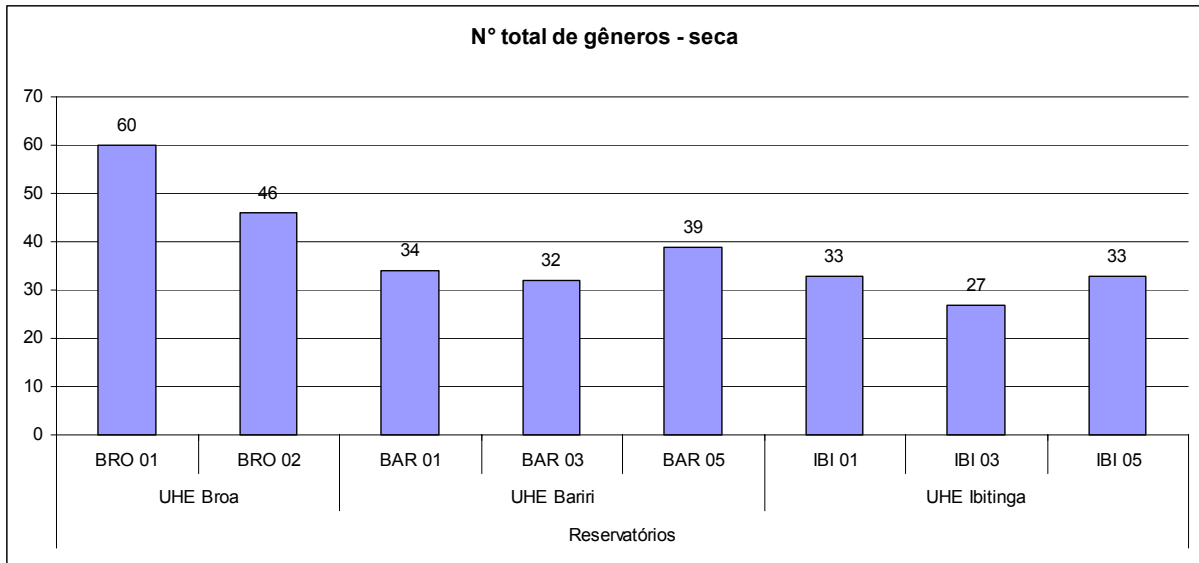


Figura 74 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, durante o período de seca.

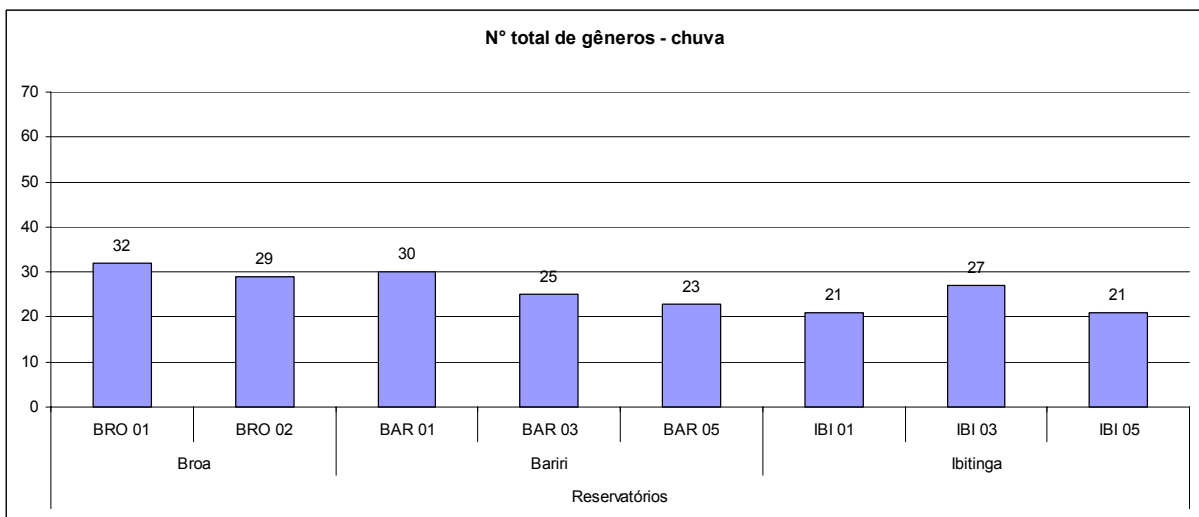


Figura 75 - Número total de gêneros encontrados nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizado no período de Chuva.

Nas figura 76 e 77 estão representados o número de gêneros de cada classe fitoplanctônica que ocorreram nas estações das represas do Broa, Bariri e Ibitinga, nos períodos de seca e de chuva, respectivamente. Na época da seca nas três represas, a classe das Chlorophyceae apresentou maior riqueza de gêneros, sendo que o ponto BAR 05 da represa de Bariri e o ponto BRO 01 (região à montante) da represa do Broa apresentaram maior riqueza de gêneros (26 e 23 gêneros respectivamente). Na época da chuva, entretanto, o ponto BRO 01 da represa do Broa apresentou maior riqueza de gêneros da classe Bacillariophyceae com 16

gêneros. Nos demais pontos das três represas a classe Chlorophyceae continuou apresentando maior número de gêneros

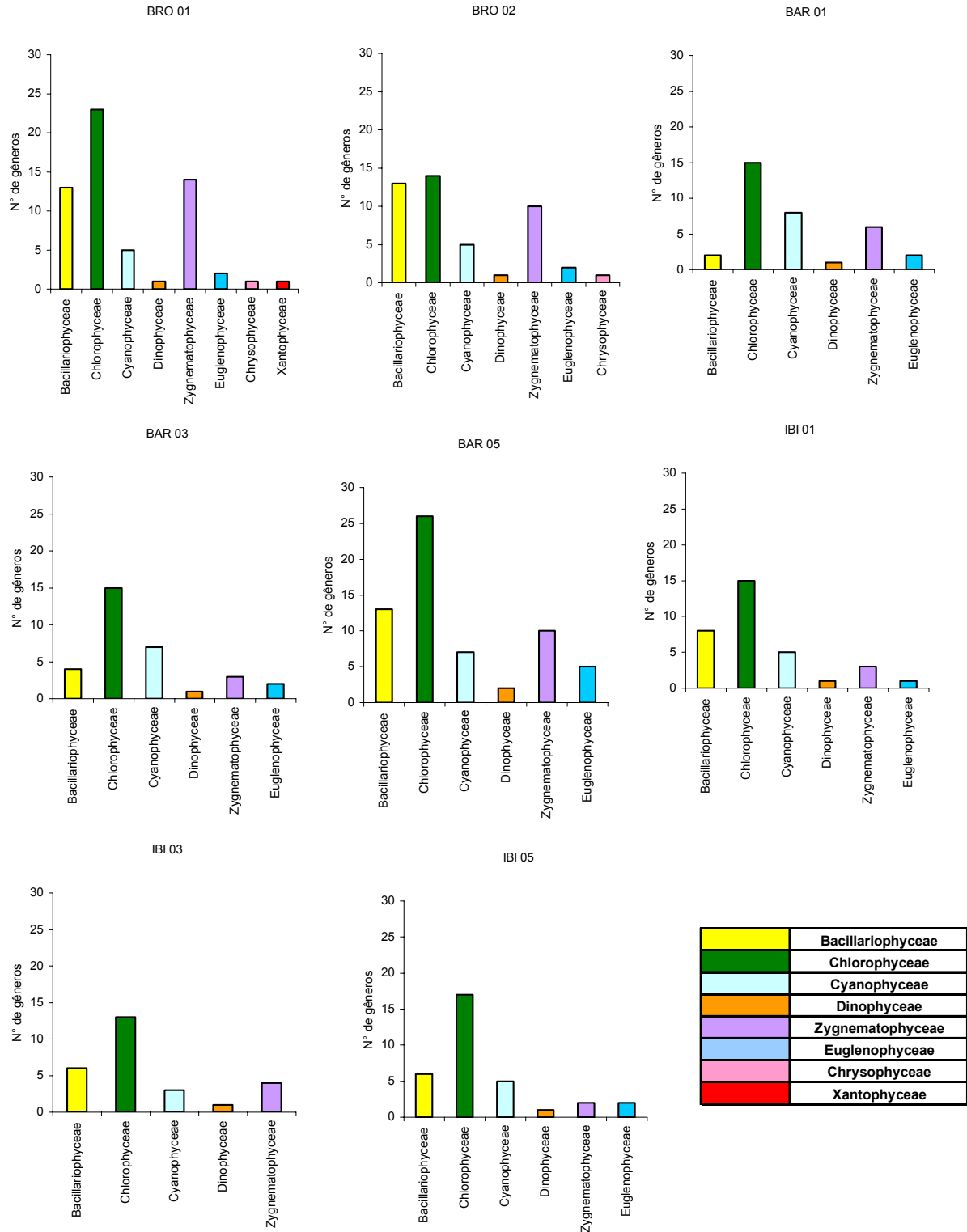


Figura 76 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizados no período de seca.

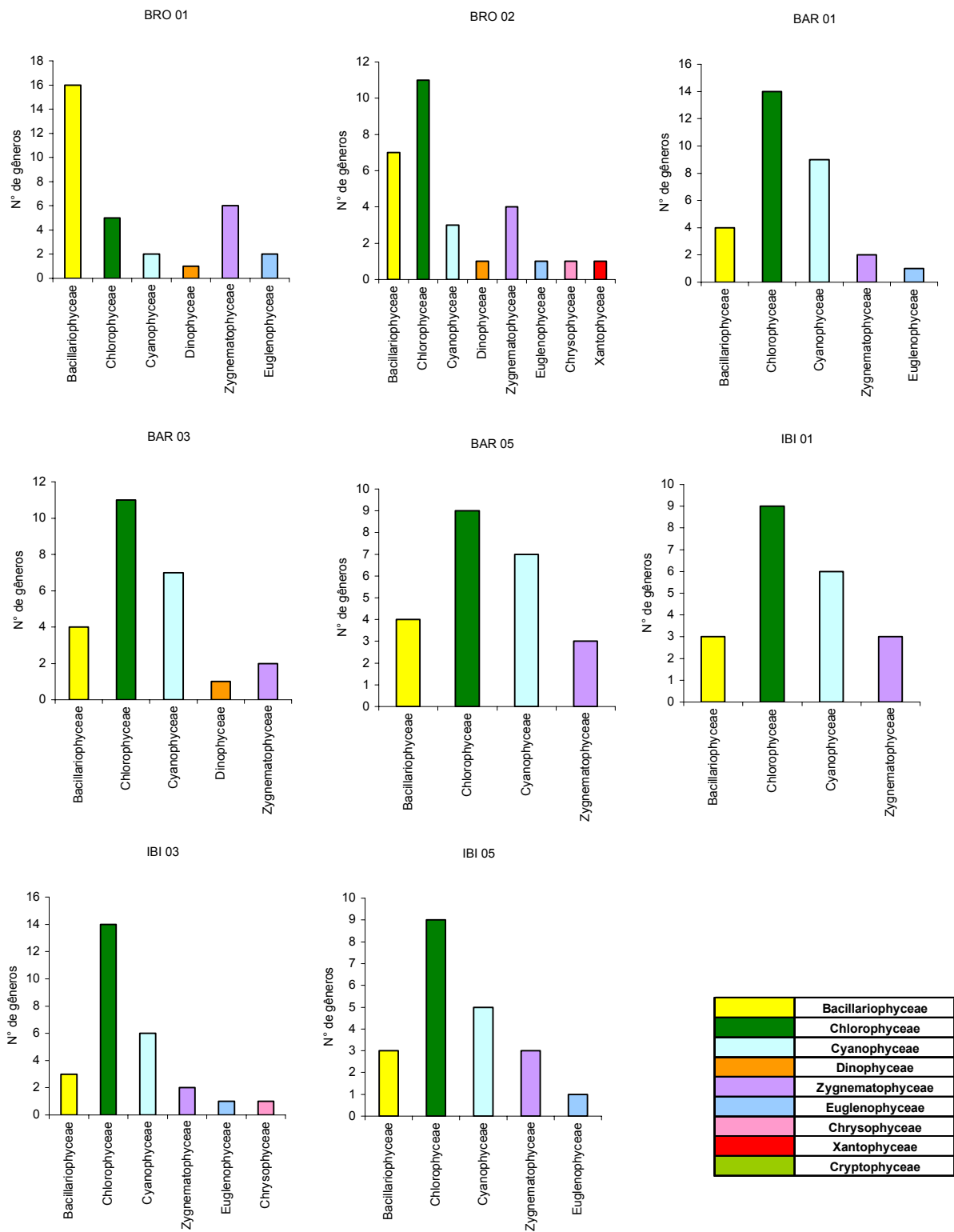


Figura 77 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, realizados no período de chuva.

#### d) Índice de diversidade, dominância, equitabilidade e riqueza.

Os gráficos apresentados na figura 78 referem-se aos índices de diversidade (Shannon Wiener -  $H'$ ), dominância (Berger Parker -  $d$ ), equitabilidade (Shannon Wiener) e riqueza (Jackknife). O índice de Shannon Wiener leva em consideração o número de espécies e a sua distribuição em termos de abundância. Quanto maior o número de espécies e uma distribuição equitativa maior, mais alto será o índice. A represa do Broa apresentou maior índice de diversidade do que as represas de Bariri e de Ibitinga. Os índices de diversidade ( $H'$ ) e de equitabilidade apresentam a mesma relação como pode ser observado na figura 78. As maiores dominâncias foram observadas nos pontos localizados na represa de Bariri, também em ambos os períodos de coleta. Os pontos BRO 01 (chuva) e BRO 02 (seca), localizados na represa do Broa, apresentaram maior equitabilidade. Os maiores valores de riqueza podem ser observados no período de seca em todos os pontos amostrados.

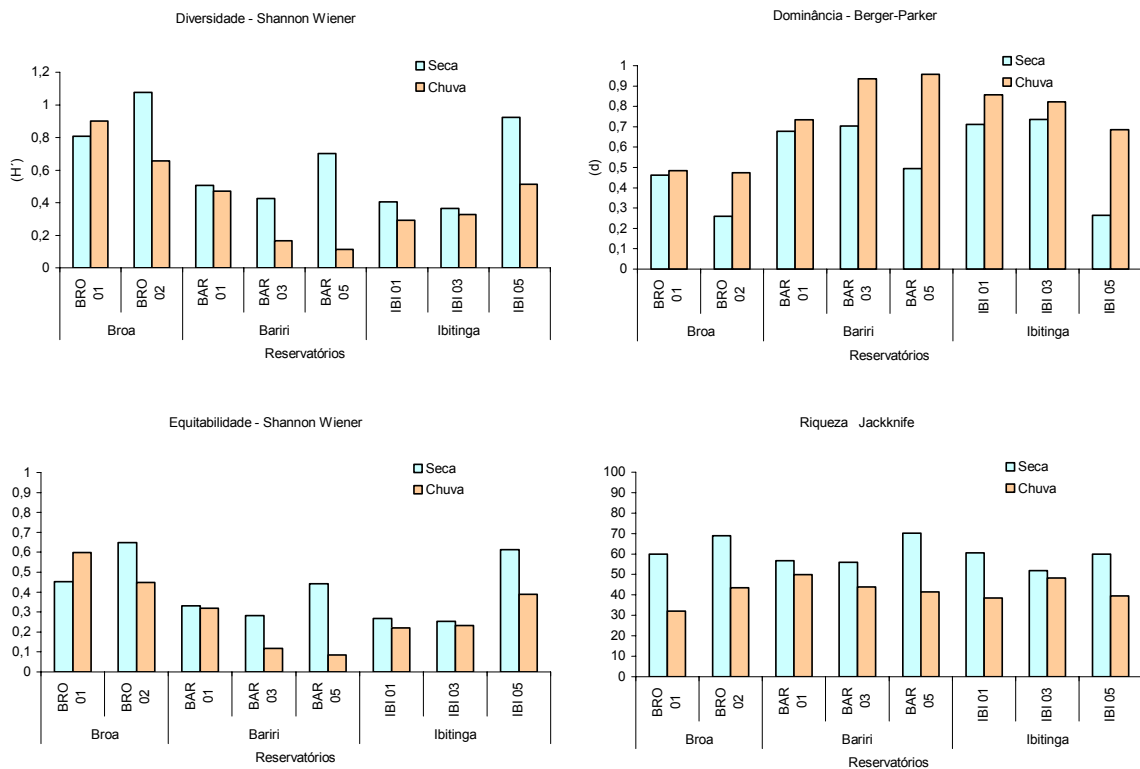


Figura 78 - Índices de Diversidade, Dominância, Equitabilidade e Riqueza, aplicados aos diferentes pontos de coleta dos reservatórios, nas estações de seca e chuva.

#### 5.2.4 – Análise estatística

Na figura 79 estão apresentados os resultados da análise estatística PCA aplicados nos pontos dos reservatórios nos períodos de seca e chuva.

Essa análise que correlaciona os diversos parâmetros abióticos com a riqueza do fitoplâncton mostra em ambos os períodos o destaque da represa do Broa em relação às represas de Bariri e Ibitinga. O reservatório do Broa se diferenciou dos outros dois reservatórios por apresentar maior riqueza de gêneros, promovidas pelas classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae, Chrysophyceae e Xantophyceae. Esse reservatório caracteriza-se ainda por apresentar baixos valores de fatores abióticos sendo seu estado de trofia oligo-mesotrófico. Já os reservatórios de Bariri e de Ibitinga se agrupam por apresentar altos valores de fatores abióticos principalmente de nutrientes, nitrogênio e fósforo associado à dominância e abundância de Cyanophyceae. Esses dois reservatórios são caracterizados pelo seu estado extremamente eutrófico tendendo a hipereutrófico, principalmente a represa de Bariri que se caracterizou hipereutrófica em ambos os períodos.



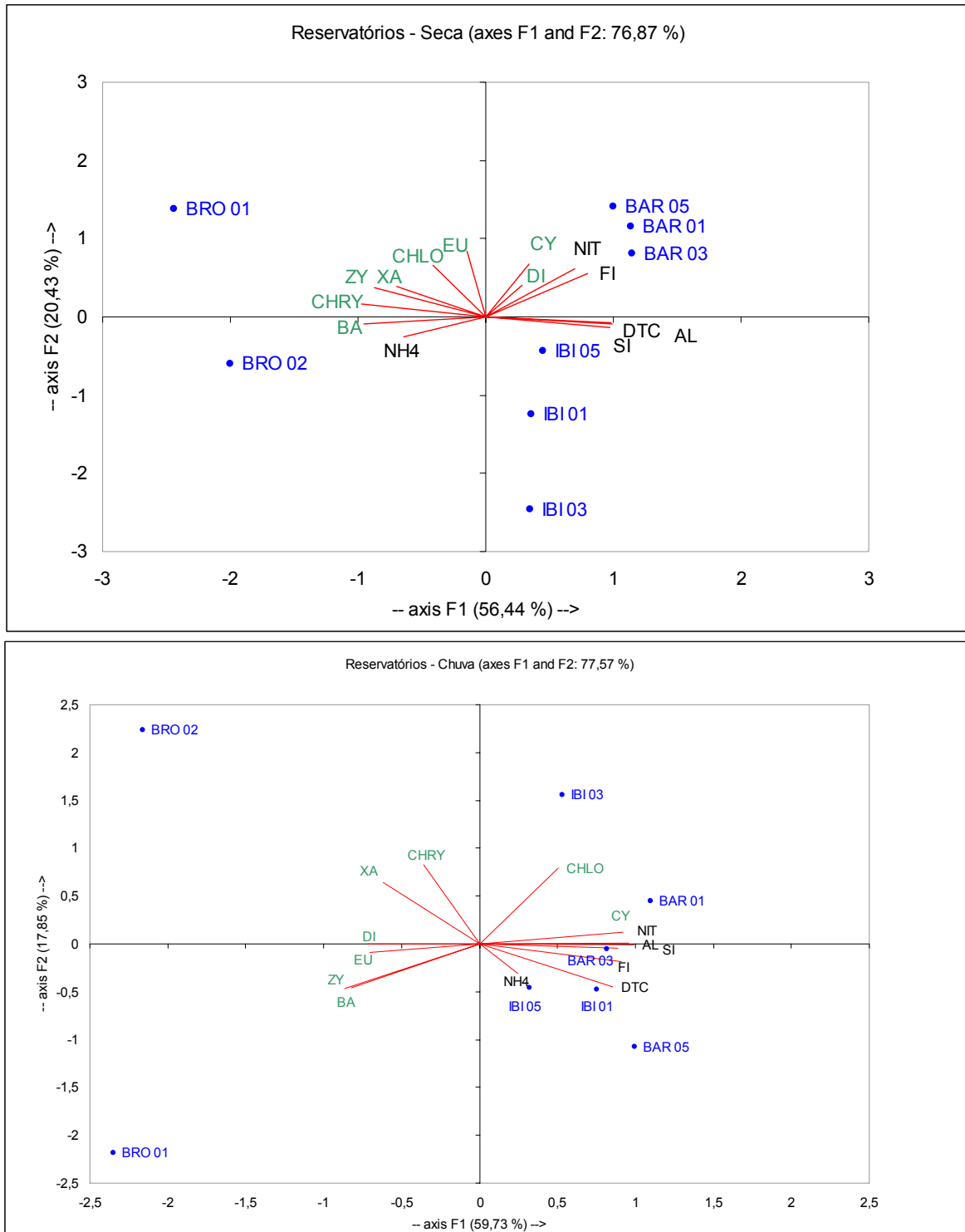


Figura 79 - Análise estatística utilizando análise dos componentes principais com os parâmetros alcalinidade (AL), carbono total dissolvido (DTC), silicato (SI), nitrato (NIT), amônio (AM), fosfato inorgânico (FI), e as classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU), Chrysophyceae (CHRY) e Xantophyceae (XA) nos períodos de seca e chuva aplicada nos diferentes pontos de coleta dos reservatórios.

### 5.3 – Variação dos parâmetros em curto intervalo de tempo (7 dias) na represa de Bariri - impacto da frente fria

#### 5.3.1 - Análise das frentes frias

A frente fria é um fenômeno meteorológico que ocorre quando uma massa de ar frio que avança e desloca ar quente na sua trajetória, provocando queda de temperatura, aumento na velocidade do vento, causando impacto nos sistemas aquáticos.

##### a) Sistemas frontais

A figura 80 é a carta sinótica do dia 08/05/2007 da Secretaria do Meio Ambiente na qual pode-se observar a formação da frente fria, no mês de maio de 2007 e na figura 81 a formação da frente fria pela imagem de satélite.

Na figura 82 podemos observar a chegada da frente fria a São Paulo vindo do Sul, (sistemas frontais) no dia 8 de maio, causando mudanças nas condições climáticas ocasionando a precipitação, diminuição da pressão atmosférica e aumento da velocidade do vento.

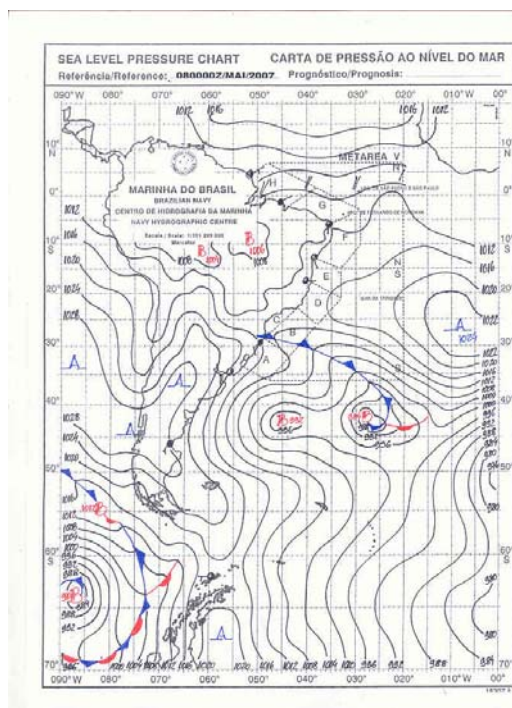


Figura 80 - Carta sinótica do dia 8/05/2007, às 00UTC (Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha disponível em <http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/cartas/cartas.htm>).

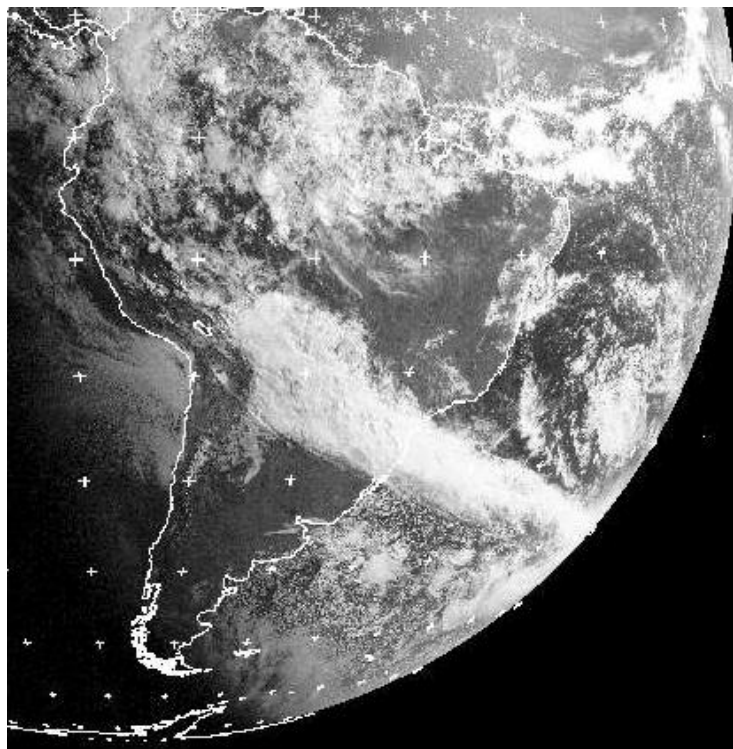


Figura 81 - Imagem de satélite as 12UTC do dia 08/05/2007 (Fonte: University of Dundee-UK).

Na figura 82 a linha horizontal em vermelho destaca a chegada da frente fria no Brasil e a linha horizontal em preto destaca a chegada da frente fria no Estado de São Paulo. Durante o mês de maio de 2007 houve ao todo 7 frentes frias vindas do Sul, principalmente da costa da Baía Blanca, Argentina. A frente fria estudada no presente trabalho foi formada na costa do Uruguai, como pode ser observado pela linha vermelha vertical, a qual se dissipou somente no Estado da Bahia. Essa frente fria se formou no Uruguai no dia cinco e após três dias já estava sobre o estado de São Paulo.

## Sistemas Frontais – Mai/2007

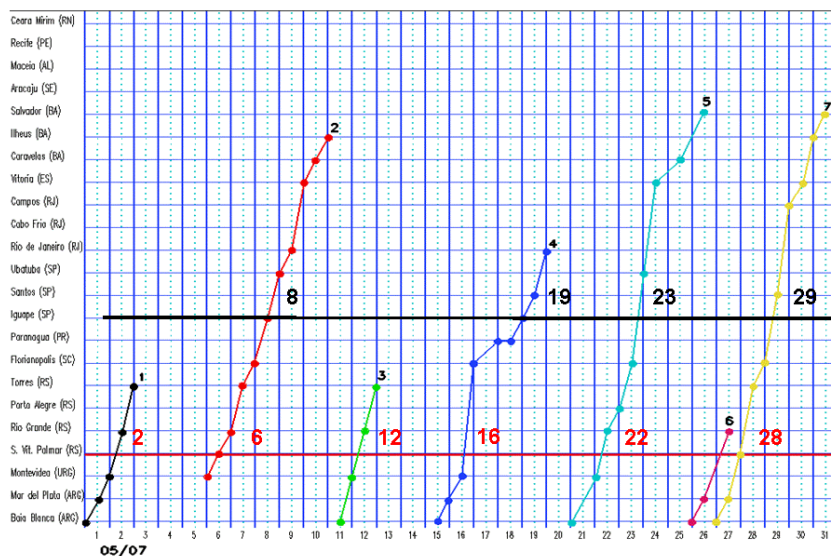


Figura 82 - Sistemas frontais que atuam no Brasil durante o mês de maio de 2007 (Fonte: CPTEC).

### b) Velocidade do vento

Na Figura 83 pode-se observar a variação da velocidade do vento nos dias que antecederam a chegada da frente fria, bem como a chegada da frente fria e os dias posteriores à chegada da frente fria. A velocidade do vento variou aproximadamente de 0 m/s (dia 7) a 10 m/s (dias 3 e 10). Observa-se também que no mesmo dia durante o período de 45 minutos, a velocidade do vento pode variar de 4,0 a 9,0 m/s, como aconteceu no dia 3 e de 0,0 a 9,0m/s como ocorreu no dia 10. No dia 7, dia anterior à chegada da frente fria pode-se observar um estado de calmaria, praticamente sem nada de vento, porém com a chegada da frente fria há novamente um aumento da velocidade do vento.

Esses acontecimentos têm uma repercussão nos sistemas aquáticos, no caso, represa de Bariri, ocasionando períodos de estabilidade e desestabilidade dos movimentos das massas de água e conseqüente, mudanças na distribuição do fitoplâncton.

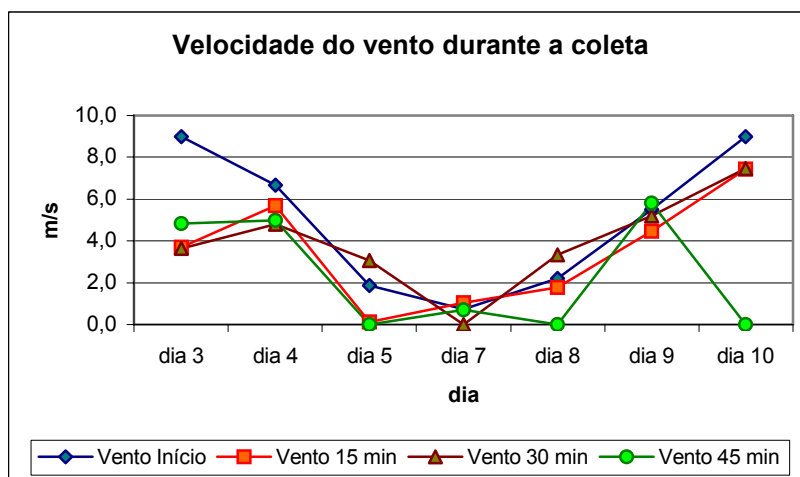


Figura 83 – Valores da velocidade do vento (m/s) medidos a cada 15 minutos durante os dias de coleta.

### 5.3.2 – Variáveis físicas e químicas da água

#### a) Oxigênio dissolvido, temperatura da água, condutividade, pH, turbidez e transparência do disco de Secchi.

As figuras 84, 85, 86, 87 e 88 correspondem respectivamente aos perfis verticais de temperatura, pH, condutividade, concentração de oxigênio dissolvido e turbidez medidos através de sonda multiparamétrica.

Nos perfis de temperatura (figura 84), observa-se uma pequena estratificação na superfície, nos primeiros cinco metros quando ocorre diferença de temperatura de 1,0°C (25,5°C – 24,5°C), o que se deu nos dias 7 (dia anterior) e 8, no dia da chegada da frente fria. Nos demais dias pode-se observar uma uniformidade térmica na camada dos primeiros 5 metros.

Os demais parâmetros como pH (6,5 - 7,0), condutividade (250 a 300µS/cm), mostraram uma distribuição vertical uniforme (figuras 85 e 86).

A concentração de oxigênio (figura 87) dissolvido teve uma variação na camada dos primeiros 5 metros, apenas no dia 10/05/2007 que mostrou alta concentração na superfície de 9,0mg/L.

## TEMPERATURA (°C)

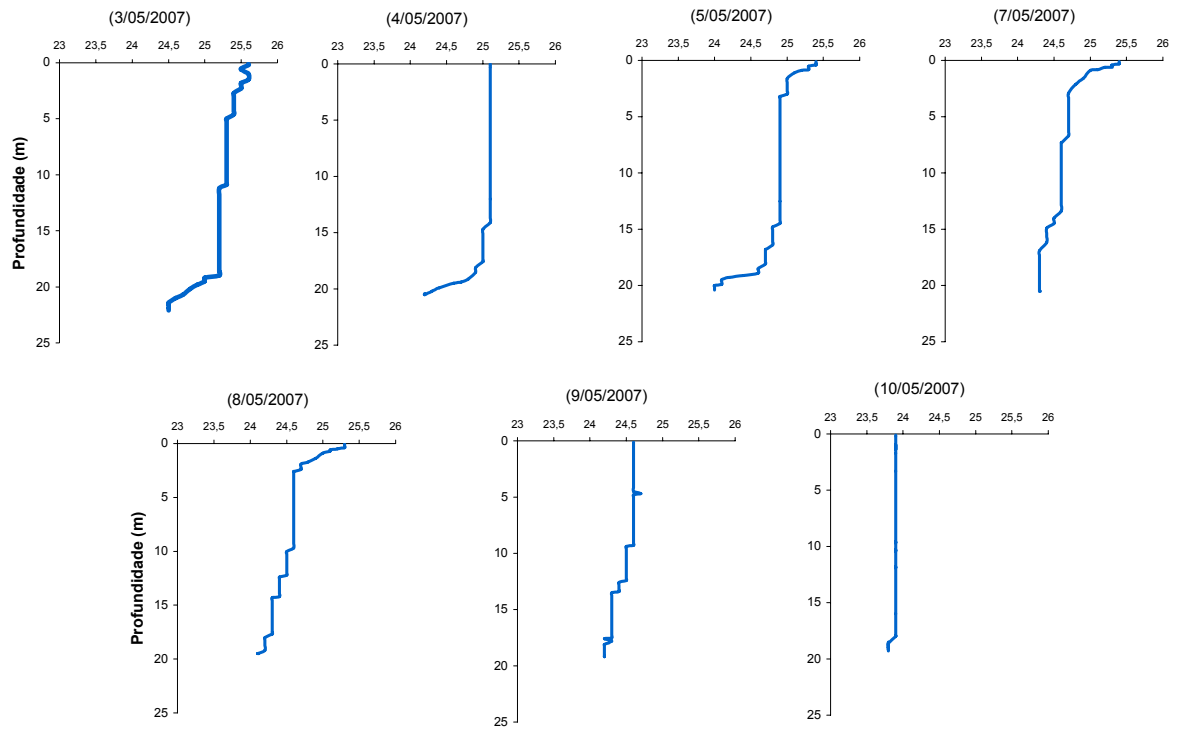


Figura 84 - Perfis verticais de temperatura na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.

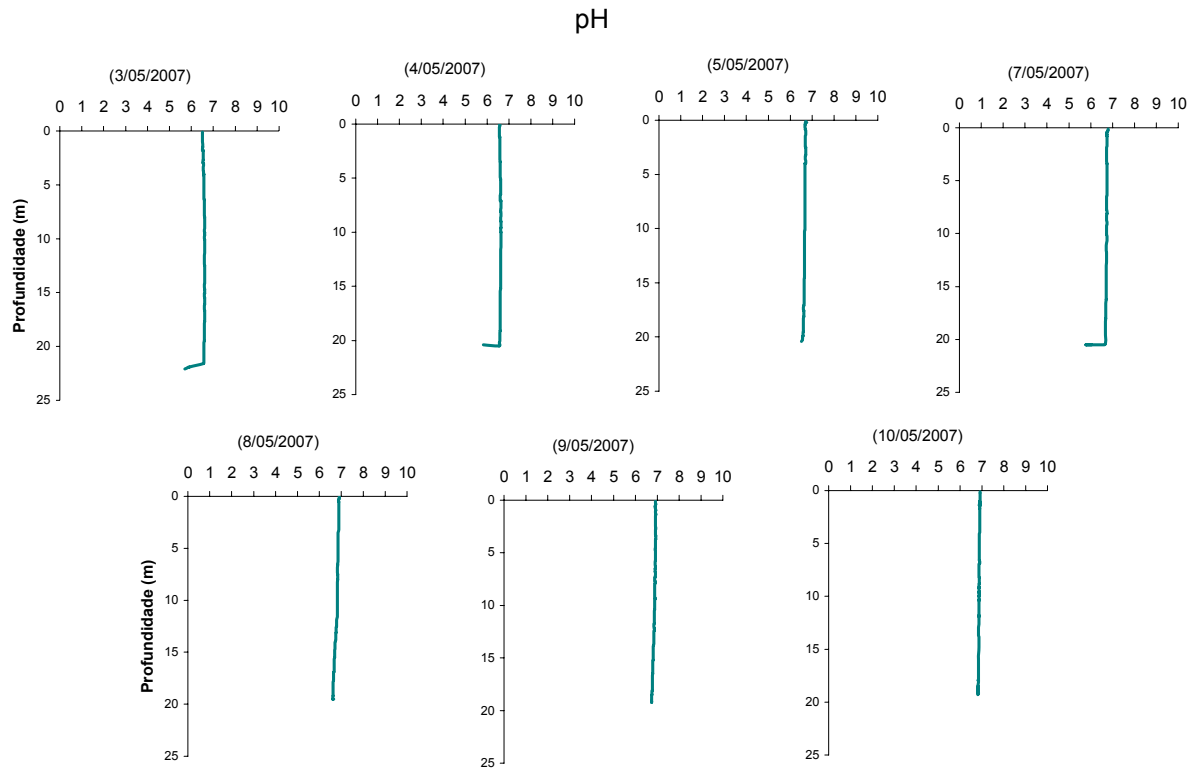


Figura 85 - Perfis verticais de pH na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.

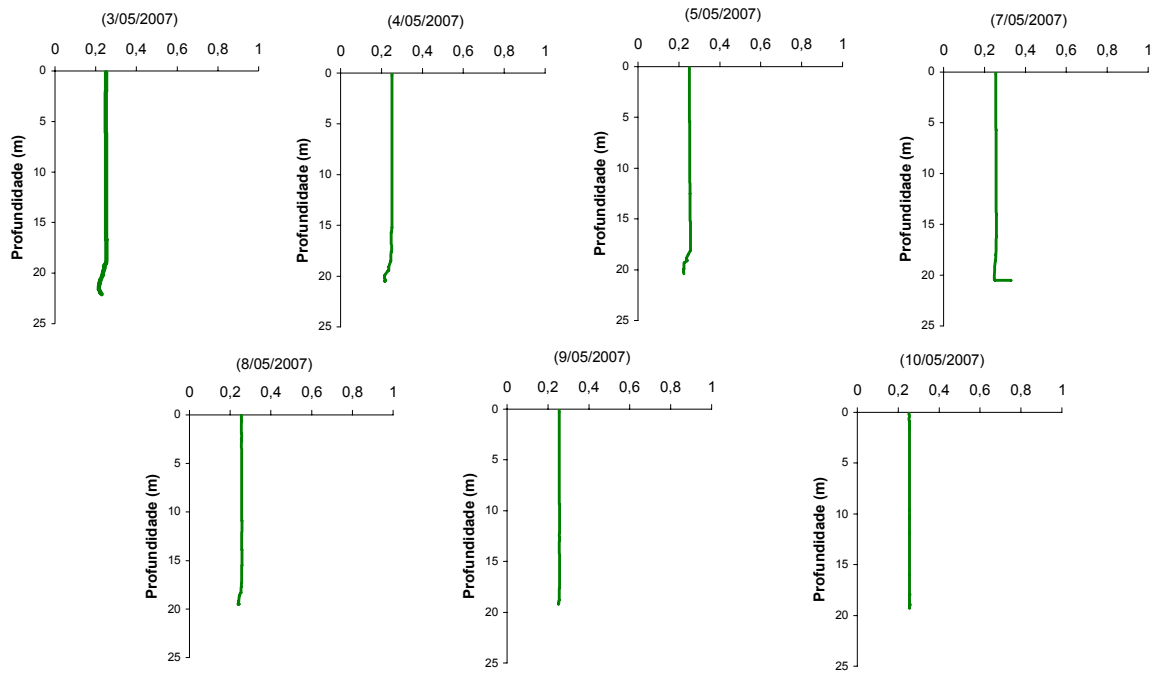
**CONDUTIVIDADE ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )**

Figura 86 - Perfis verticais de condutividade na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.



### OXIGÊNIO DISSOLVIDO (mg/L)

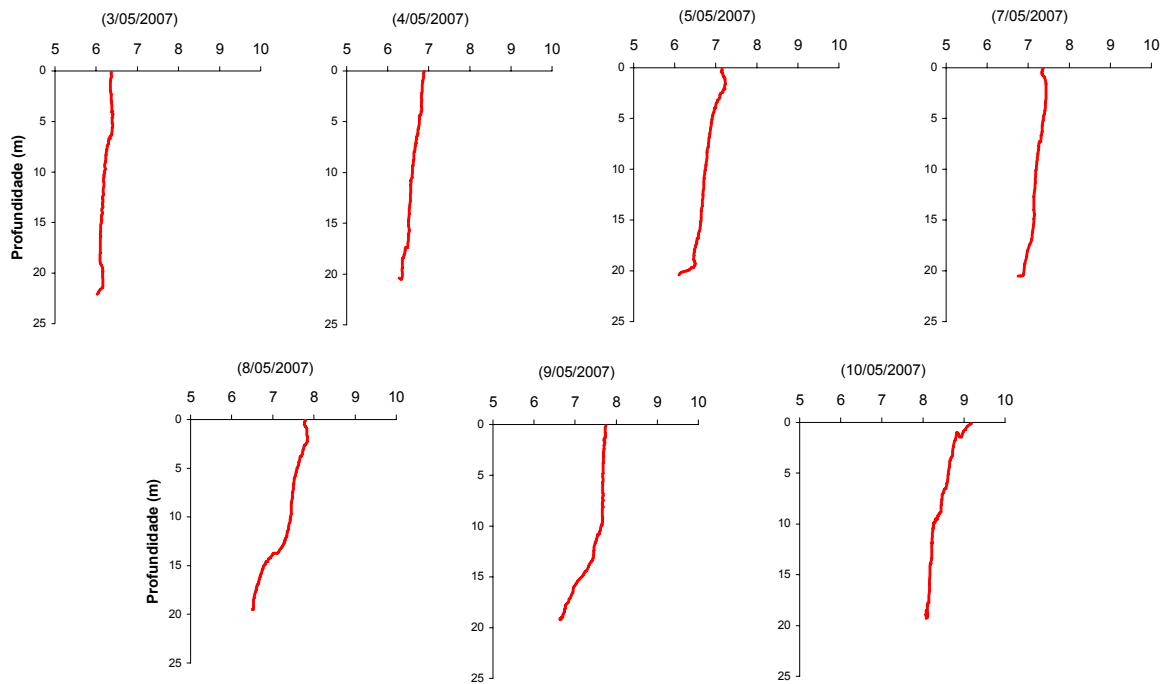


Figura 87 - Perfis verticais de oxigênio dissolvido na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.

### TURBIDEZ (NTU)

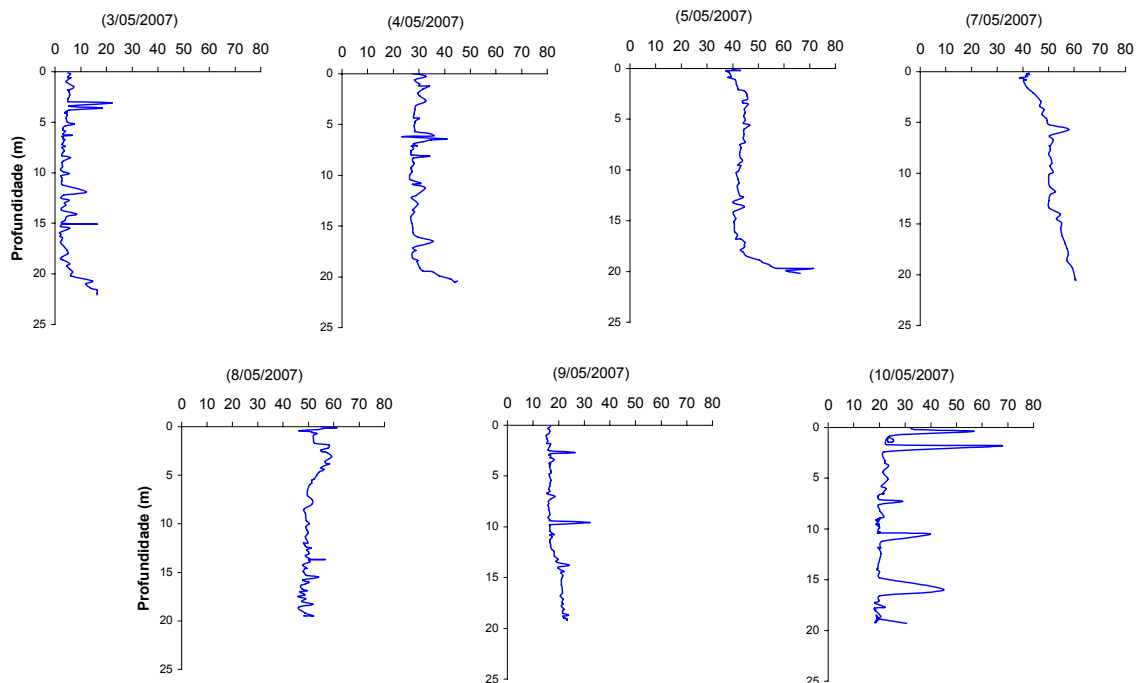


Figura 88 - Perfis verticais de turbidez na represa de Bariri durante o período de coleta de 3 a 10 de maio de 2007.

Na figura 88a estão apresentados as diferentes profundidades de penetração de luz medidas com o auxílio do disco de Secchi. Nos dias 3 e 7 foram observadas os maiores valores da zona eufótica.

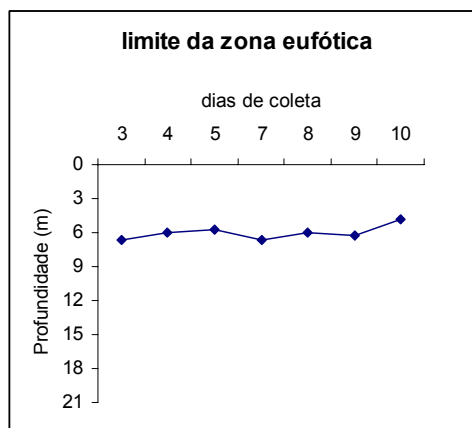


Figura 88a - Variação da zona eufótica medida nos dias 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 de Maio de 2007 na represa de Bariri

### **b) Composição iônica da água da represa de Bariri**

Na tabela 10 estão apresentados os valores das concentrações dos principais cátions e ânions amostrados na represa de Bariri durante o período de coleta.

Em geral, poucos íons apresentaram variações (amônio, nitrito e fluoreto), sendo que o restante dos íons apresentaram pouca variação durante o período de coleta nas diferentes profundidades em cada dia. Os valores de nitrito foram maiores no dia 8-05-2007 em relação aos outros dias de coleta. Os valores de amônio também apresentaram valores maiores nos dias 3, 4 e 5/05/2007 em relação aos outros dias.

Tabela 10 - Valores dos principais íons (cátions e ânions) analisados durante a coleta na represa de Bariri no período de 3 a 10 de maio de 2007.

dia	% penetração de luz	prof	ânions						Cátions					
			Fluoreto (µg/L)	Cloreto (mg-Cl/L)	Nitrato (µg-N/L)	Brometo (µg/L)	Nitrato (µg-N/L)	Sulfato (µg-S/L)	Lítio (µg/L)	Sódio (mg/L)	Amônio (µg-N/L)	Potássio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Cálcio (mg/L)
3/5/2007	100%	0,0	284,42	26,76	0,16	0,83	2639,83	6,199	0,44	21,30	5,85	5,35	4,05	2,81
	50%	0,5	338,60	23,62	0,40	0,63	2531,30	5,578	0,44	19,69	0,98	5,08	3,80	2,66
	20%	1,1	257,67	25,70	0,11	0,00	2547,24	6,065	0,44	20,83	2,93	5,25	4,16	2,86
	10%	2,4	344,73	24,48	0,29	0,30	2557,41	5,665	0,59	20,16	3,41	5,15	4,08	2,81
	1%	4,5	303,73	24,65	0,19	0,30	2538,80	5,769	0,59	19,91	0,98	5,16	4,00	2,78
	Afótica	8,0	360,08	21,13	0,00	0,47	2138,13	5,213	0,59	17,40	3,90	4,43	3,60	2,71
4/5/2007	100%	0,0	332,45	25,87	0,61	0,20	2558,64	5,709	0,59	20,12	0,49	5,20	3,99	2,80
	50%	0,5	333,86	24,99	0,95	0,30	2584,22	5,697	0,44	20,14	0,98	5,10	4,02	2,78
	20%	1,4	273,80	25,75	1,16	0,03	2564,23	6,130	0,59	20,94	0,00	5,26	3,96	2,76
	10%	2,0	226,43	25,62	0,32	0,03	2557,65	6,083	0,59	21,01	0,49	5,19	3,89	2,74
	1%	4,1	419,36	25,13	0,66	0,03	2524,55	5,576	0,44	20,18	3,90	5,22	3,88	2,73
	Afótica	8,0	286,84	25,92	0,51	0,03	2551,04	5,649	0,74	20,11	0,98	5,01	3,72	2,65
5/5/2007	100%	0,0	275,20	27,25	3,47	0,03	2589,61	6,131	0,59	21,49	2,44	5,35	4,09	2,86
	50%	0,5	350,06	25,62	3,20	0,03	2528,99	5,989	0,74	20,77	5,37	5,15	3,99	2,79
	20%	1,2	365,34	16,92	1,96	0,10	1726,04	4,122	0,59	14,01	4,88	3,59	2,95	2,52
	10%	2,0	304,79	25,91	4,61	0,00	2575,49	6,104	0,44	11,07	0,49	5,21	3,97	2,79
	1%	4,2	326,13	18,43	2,11	0,00	1941,43	4,546	0,88	15,21	1,95	3,88	3,07	2,52
	Afótica	8,0	270,27	26,22	3,41	0,00	2561,46	6,070	0,44	21,01	0,00	5,26	4,00	2,83
7/5/2007	100%	0,0	341,94	24,10	0,03	0,07	2620,46	5,716	0,59	19,71	0,49	5,07	3,76	2,68
	50%	0,6	305,08	25,74	0,01	0,20	2649,27	6,103	0,59	21,04	0,00	5,21	3,83	2,72
	20%	1,5	344,40	24,26	0,21	0,00	2620,06	5,682	0,59	19,88	0,00	4,93	3,70	2,64
	10%	2,3	350,42	24,59	0,05	0,03	2650,64	5,622	0,59	19,97	0,00	4,97	3,70	2,64
	1%	3,2	271,58	25,90	0,06	0,00	2672,24	6,177	0,59	21,27	0,00	5,20	3,83	2,72
	Afótica	8,0	251,50	25,84	0,04	0,03	2689,38	6,142	0,59	20,90	0,00	5,23	3,82	2,71
8/5/2007	100%	0,0	267,68	26,14	9,17	0,17	2686,04	6,096	0,59	20,91	0,00	5,26	3,95	2,87
	50%	0,5	299,70	21,91	7,27	0,23	2279,40	5,354	0,44	18,16	0,00	4,45	3,37	2,61
	20%	1,4	298,20	25,17	7,75	0,23	2622,69	6,022	0,44	20,65	0,00	5,06	3,77	2,71
	10%	2,2	310,14	25,89	5,08	0,23	2718,38	6,064	0,44	21,14	0,00	5,26	3,99	2,79
	1%	4,3	293,04	24,00	5,10	0,10	2503,08	5,733	0,44	19,81	0,00	4,86	3,63	2,66
	Afótica	8,0	291,17	15,68	3,64	0,37	1745,24	4,260	0,44	13,53	0,00	3,27	2,99	2,51
9/5/2007	100%	0,0	274,96	22,80	0,08	0,03	2373,94	5,344	0,44	18,43	0,00	4,67	3,60	2,73
	50%	0,5	281,04	26,08	0,04	0,30	2778,46	6,215	0,29	21,44	0,00	5,28	4,05	2,82
	20%	1,5	316,98	21,21	0,11	0,03	2371,62	5,145	0,59	17,58	0,00	4,39	3,56	2,71
	10%	2,5	378,02	24,10	0,18	1,16	2698,89	5,815	0,44	19,94	0,00	4,99	3,74	2,69
	1%	5,0	296,46	26,01	0,02	0,03	2767,65	6,084	0,44	21,52	0,00	5,28	3,86	2,72
	Afótica	8,0	341,66	23,74	0,75	0,53	2613,26	5,548	0,74	19,31	2,93	4,78	3,77	2,75
10/5/2007	100%	0,0	286,57	20,32	0,09	0,30	2121,92	5,105	0,44	16,78	0,00	4,00	3,36	2,60
	50%	0,5	286,15	25,21	0,22	0,23	2643,98	5,939	0,44	20,88	0,00	5,10	3,77	2,71
	20%	1,5	279,64	23,73	0,75	0,17	2478,91	5,591	0,59	19,64	0,00	4,78	3,65	2,69
	10%	2,0	354,36	24,18	6,99	0,03	2714,40	5,540	0,74	20,23	0,98	5,06	3,88	2,74
	1%	3,5	360,68	24,49	9,19	0,00	2684,36	5,679	0,59	20,55	0,00	5,17	4,05	2,82
	Afótica	8,0	348,04	24,25	9,20	0,20	2619,61	5,656	0,44	20,21	0,00	5,03	3,95	2,77

### c) Nitrogênio total, fósforo total, ortofosfatos e silicato

As figuras 89, 90, 91, 92 e 93 referem-se às concentrações de nitrogênio, fósforo total e fósforos dissolvidos (fósforo dissolvido total e inorgânico) na forma de ortofosfatos.

O nitrogênio total (figura 89) apresentou concentrações maiores nos dias 3, 5 e 7 a 8,0 metros de profundidade (zona afótica) do que na superfície, enquanto nos dias 4, 8, 9 e 10 as maiores concentrações foram encontradas na superfície.

O fósforo total mostrou valores que variaram de 65 a 70µg/L (figura 90), sendo que a maioria dos dias a maior concentração foi observada na superfície.

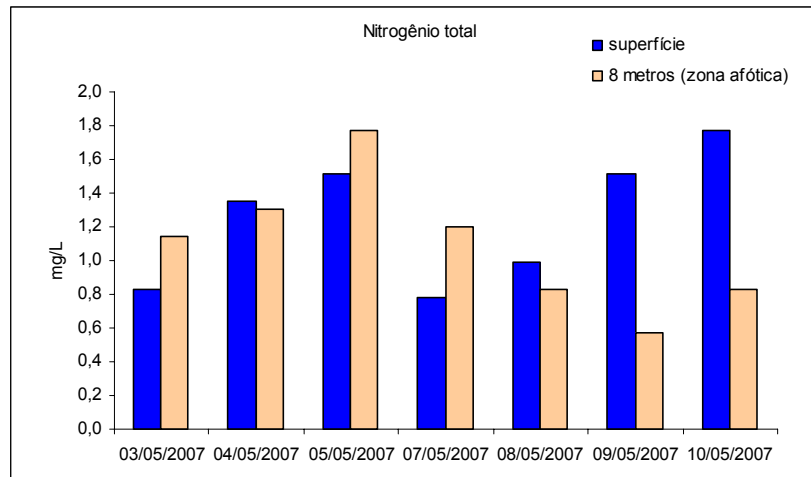


Figura 89 - Valores de Nitrogênio total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

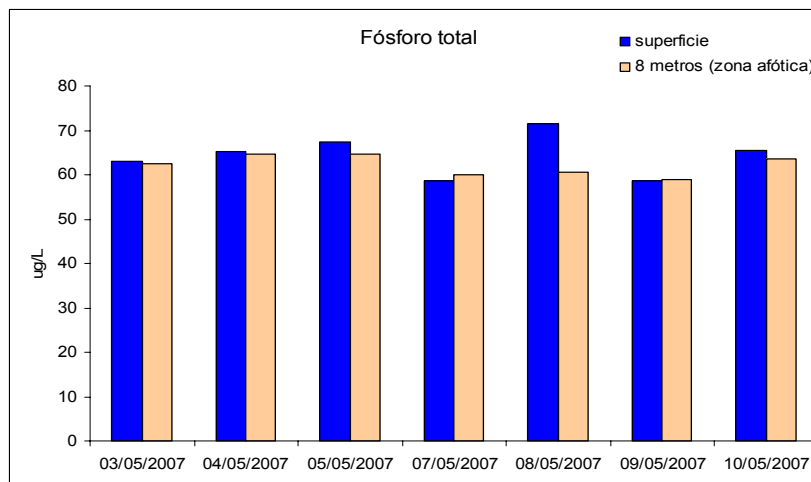


Figura 90 - Valores de fósforo total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

As concentrações de fosfato total dissolvido (figura 91) foram maiores nos dias 3, 4 e 5 na superfície e na zona afótica que nas profundidades intermediárias. No dia 7 valor maior foi registrado na zona afótica, porém nos dias 9 e 10 maiores valores foram registrados a profundidade de 1% de penetração de luz.

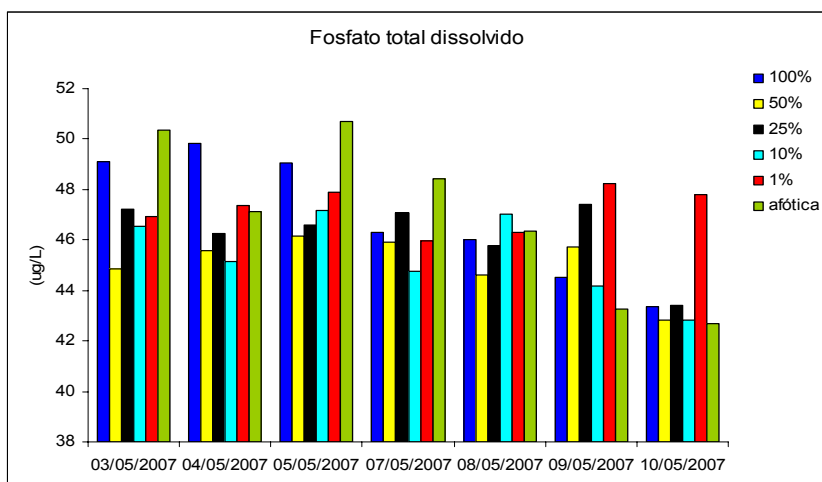


Figura 91 - Valores de fosfato total dissolvido encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

O fósforo dissolvido inorgânico (figura 92) com uma concentração média de 38µg/L, mostrou uma distribuição uniforme tanto na coluna de água quanto nas profundidades

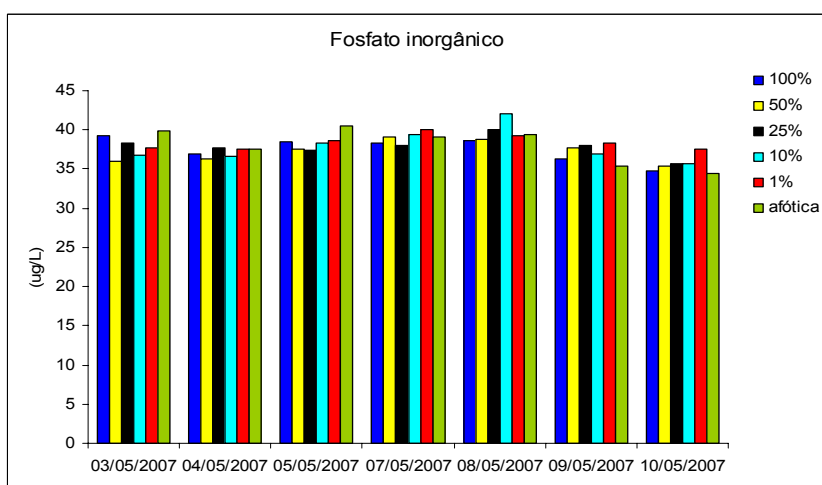


Figura 92 - Valores de fosfato inorgânico encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

A figura 93 refere-se às concentrações de silicato obtidas no período de 7 dias, mostrando uma variação tanto no tempo como nas diferentes profundidades de penetração de luz.

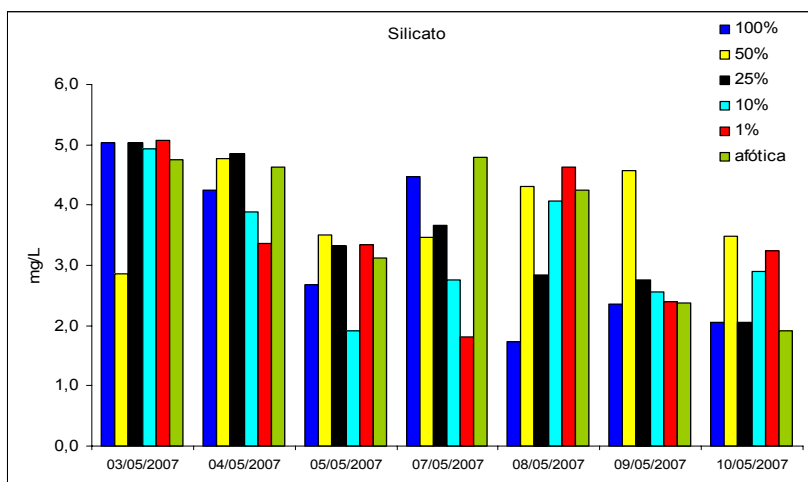


Figura 93 - Valores de silicato encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri entre os dias 3 e 10 de maio de 2007.

**d) Carbono total dissolvido, carbono inorgânico dissolvido, carbono orgânico dissolvido e carbono orgânico particulado.**

Na tabela 11 estão apresentadas as concentrações de carbono total dissolvido (DTC), carbono inorgânico dissolvido (DIC), carbono orgânico dissolvido (DOC) e carbono orgânico particulado (COP) analisados durante a coleta na represa de Bariri no período de 3 a 10 de maio de 2007.

Não houve grandes variações de concentrações de carbono das suas diferentes frações, no tempo e em profundidade. Os valores das concentrações de carbono total dissolvido foram em torno de 14,0mg/L, carbono inorgânico dissolvido em torno de 10,0mg/L e carbono orgânico dissolvido em torno de 4,0mg/L.

Os valores de carbono orgânico particulado mostraram valores diferenciados entre a superfície e fundo e nos diferentes dias de coleta, observando valores máximos de 0,744mgC/L (dia 08/05/2007) e mínimos de 0,017 mgC/L (dias 4, 7, 9, e 10/05/2007) na superfície; a variação das concentrações no fundo foram de 0,512mgC/L (maior valor no dia 10/05/2007) e de 0,017 mgC/L (menor valor encontrado nos dias 3, 5, 7, 8, e 9/05/2007).

Tabela 11 - Valores das concentrações de carbono total dissolvido (DTC), carbono inorgânico dissolvido (DIC), carbono orgânico dissolvido (DOC) e carbono orgânico particulado (COP) analisados durante a coleta na represa de Bariri no período de 3 a 10 de maio de 2007.

dia	% penetração de luz	prof	Carbono dissolvido			COP (mg C/L)
			DTC (ppm)	DIC (ppm)	DOC (ppm)	
3/5/2007	100%	0,0	16,18	10,9	6,09	0,424
	50%	0,5	14,83	10,17	4,66	*
	20%	1,1	15,04	10,22	4,82	*
	10%	2,4	14,63	10,16	4,47	*
	1%	4,5	14,89	10,17	4,72	*
	Afótica	8,0	14,82	10,05	4,77	0,017
4/5/2007	100%	0,0	14,81	10,23	4,58	0,017
	50%	0,5	14,34	10,19	4,15	*
	20%	1,4	13,46	9,136	4,324	*
	10%	2,0	14,91	10	4,91	*
	1%	4,1	14,91	10,2	4,71	*
	Afótica	8,0	14,44	10,07	4,37	0,421
5/5/2007	100%	0,0	14,57	10	4,57	0,727
	50%	0,5	14,62	10,16	4,46	*
	20%	1,2	15,25	10,4	4,85	*
	10%	2,0	14,63	10,2	4,43	*
	1%	4,2	14,5	10,16	4,34	*
	Afótica	8,0	14,54	10,21	4,33	0,017
7/5/2007	100%	0,0	14,51	10,43	4,08	0,017
	50%	0,6	14,8	10,26	4,54	*
	20%	1,5	14,32	10,02	4,3	*
	10%	2,3	14,72	14,1	0,62	*
	1%	3,2	15,14	10,31	4,83	*
	Afótica	8,0	14,75	10,4	4,35	0,017
8/5/2007	100%	0,0	14,96	10,38	4,58	0,744
	50%	0,5	14,48	10,03	4,45	*
	20%	1,4	14,46	10,04	4,42	*
	10%	2,2	14,65	10,34	4,31	*
	1%	4,3	11,71	7,743	3,967	*
	Afótica	8,0	14,57	10,14	4,43	0,017
9/5/2007	100%	0,0	14,06	9,74	4,32	0,017
	50%	0,5	14,23	9,901	4,329	*
	20%	1,5	14,13	9,712	4,418	*
	10%	2,5	14,55	10,04	4,51	*
	1%	5,0	14,34	9,755	4,585	*
	Afótica	8,0	14,48	10,17	4,31	0,017
10/5/2007	100%	0,0	14,35	10,06	4,29	0,017
	50%	0,5	15,04	10,16	4,88	*
	20%	1,5	14,55	10,05	4,5	*
	10%	2,0	14,43	9,991	4,439	*
	1%	3,5	14,83	10,2	4,63	*
	Afótica	8,0	14,78	9,916	4,864	0,512

### e) Dureza e alcalinidade

Nas figuras 94 e 95 podem ser observados os valores de dureza e alcalinidade no período de coleta.

Os valores de dureza (figura 94) tiveram maior valor nos dias 7 e 8, principalmente na superfície.

Os valores de alcalinidade (figura 95) mostraram variação bastante grande tanto no espaço (concentração nas diferentes profundidades de penetração de luz) como no tempo.

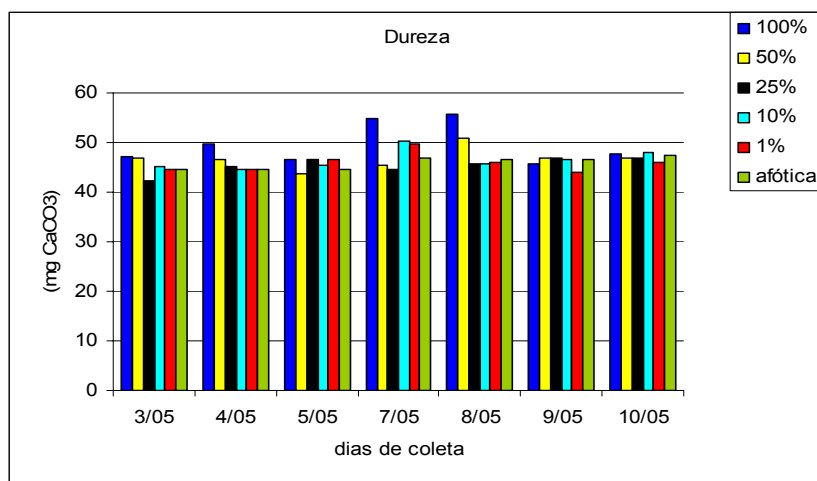


Figura 94 - Valores de dureza encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

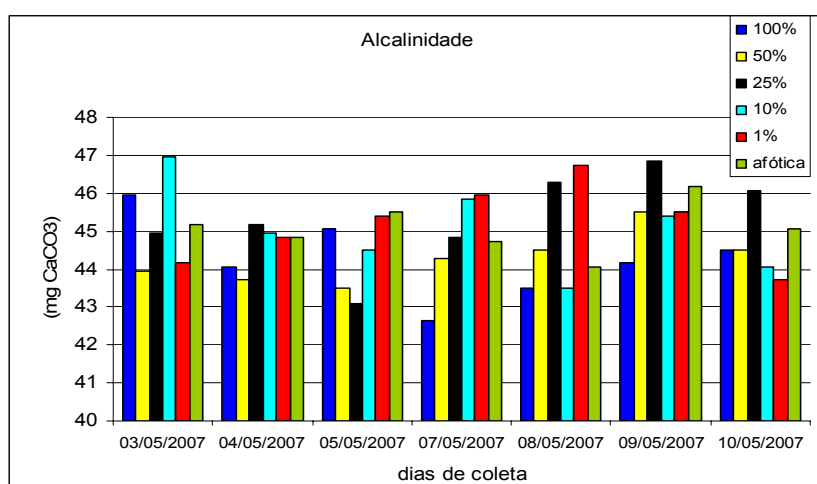


Figura 95 - Valores de alcalinidade encontrados nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

#### f) Material em suspensão total, inorgânico e orgânico.

As figuras 96, 97 e 98 referem-se aos valores de material em suspensão total, inorgânico e orgânico, respectivamente.

Houve um significativo aumento no valor de material em suspensão total do dia 3 ao dia 8 de maio, tanto na superfície quanto no fundo (figura 96), assim como também nos valores de material em suspensão inorgânico (figura 97). Já os valores de material em suspensão orgânico (figura 98) não apresentaram esse padrão de distribuição, podendo-se observar uma diminuição no dia 7 (anterior à chegada da



frente fria) e aumento novamente no dia 8, principalmente na superfície, provavelmente associado à distribuição do fitoplâncton.

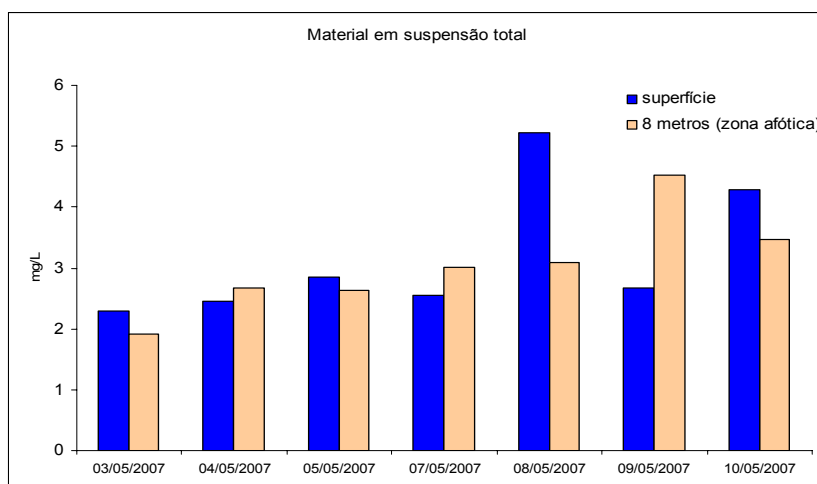


Figura 96 - Valores de material em suspensão total encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

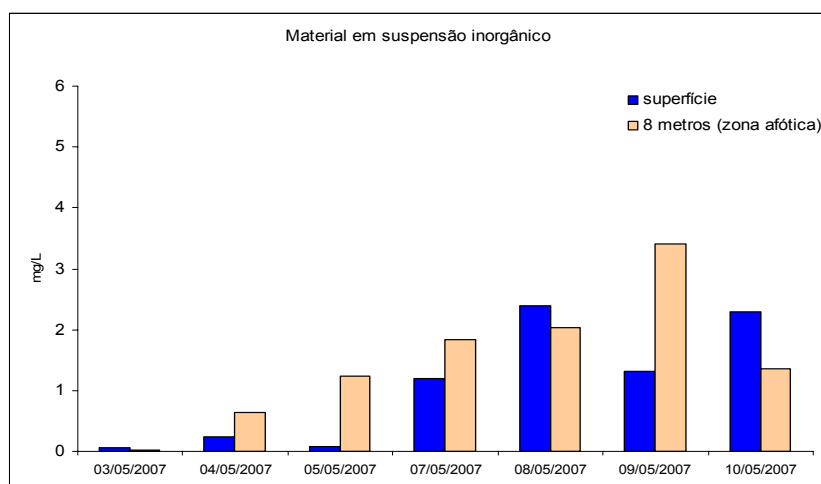


Figura 97 - Valores de material em suspensão inorgânico encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

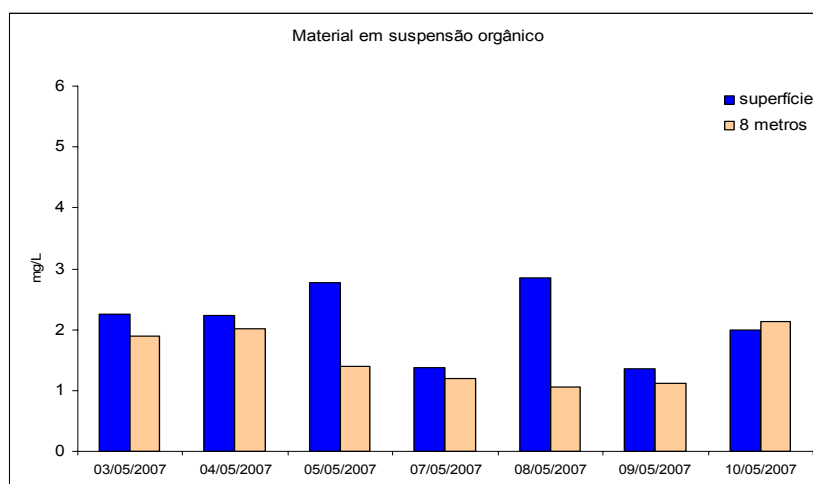


Figura 98 - Valores de material em suspensão orgânico encontrados na superfície e a 8 metros de profundidade (zona afótica) nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri.

### 5.3.3 – Variáveis Biológicas

#### a) Clorofila a

Na figura 99 estão apresentados os valores das concentrações de clorofila a durante o período de coleta nas diferentes profundidades de penetração de luz.

As menores concentrações de clorofila a (Figura 99) foram observadas nos dias 7 e 9 de maio de 2007, em todas as camadas de penetração de luz (superfície, 50%, 25%, 10%, 1% e 8 metros) e maiores concentrações no dia 03 na camada de 1,0% de penetração de luz, e nos dias 05 e 08, na superfície. Nos dias 04 e 10, apesar da concentração de clorofila ter sido alta, a sua distribuição nas diferentes camadas de penetração de luz foi uniforme.

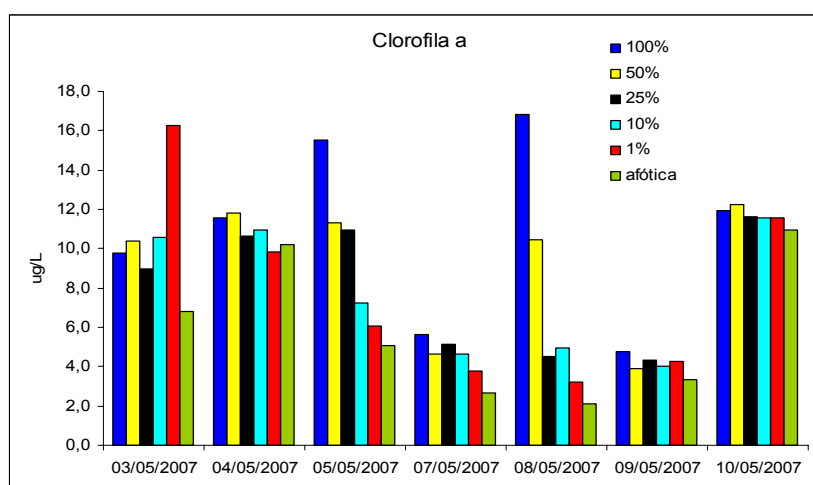


Figura 99 – valores de clorofila a nos diferentes dias de coleta, nas diferentes profundidades de penetração da luz no reservatório de Bariri.

**b) Abundância relativa e densidade das classes fitoplanctônicas encontradas durante o período de coleta.**

Nas figuras 100 e 101 estão apresentadas, respectivamente a abundância relativa, com a soma de organismos da coluna de água, e as densidades das classes fitoplanctônicas encontradas durante o período de coleta.

Como era de se esperar na represa de Bariri que é um ambiente eutrófico tendendo a hipereutrófico a classe Cyanophyceae dominou em quase todo o período constituindo 51,0% a 86% da comunidade fitoplanctônica. Somente no dia 04, a classe Bacillariophyceae superou a Cyanophyceae constituindo 51% do total do fitoplâncton.

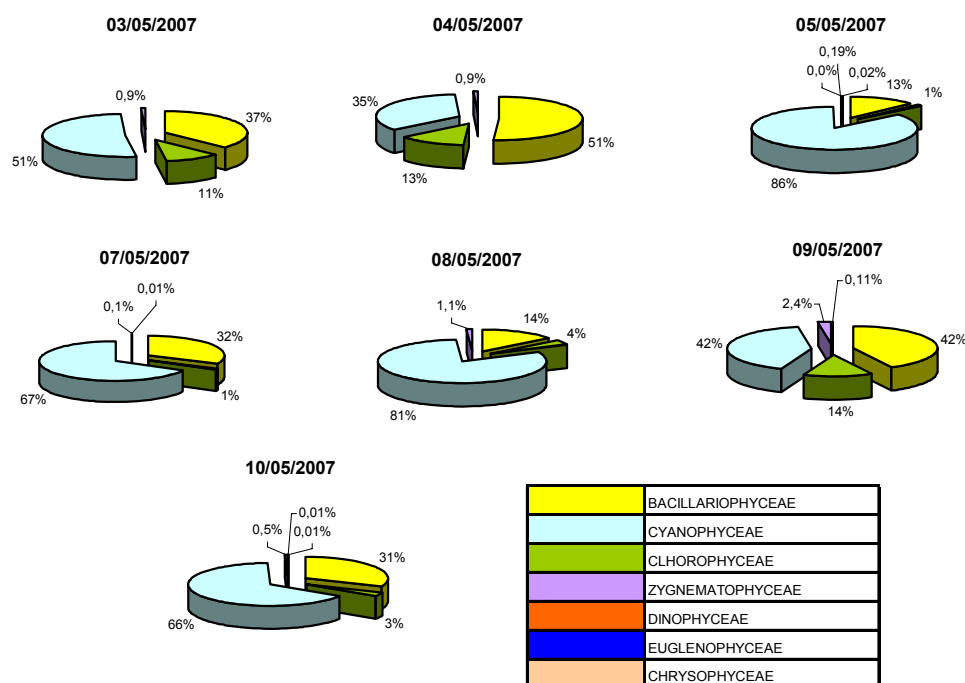


Figura 100 – Abundância relativa das principais classes fitoplanctônicas na represa de Bariri no período de 03 a 10/05/2007.

Na Figura 101 está representada a densidade do fitoplâncton em organismos por litro nos diferentes extratos da coluna de água durante o período de 03 a 10/05/2007. Pode-se observar que nos dias 5 e 7 de maio houve uma grande presença de organismos da classe Cyanophyceae, principalmente na superfície, com 100% de incidência de luz; a classe de Bacillariophyceae também foi registrada no dia 07, porém em maior quantidade na zona afótica.

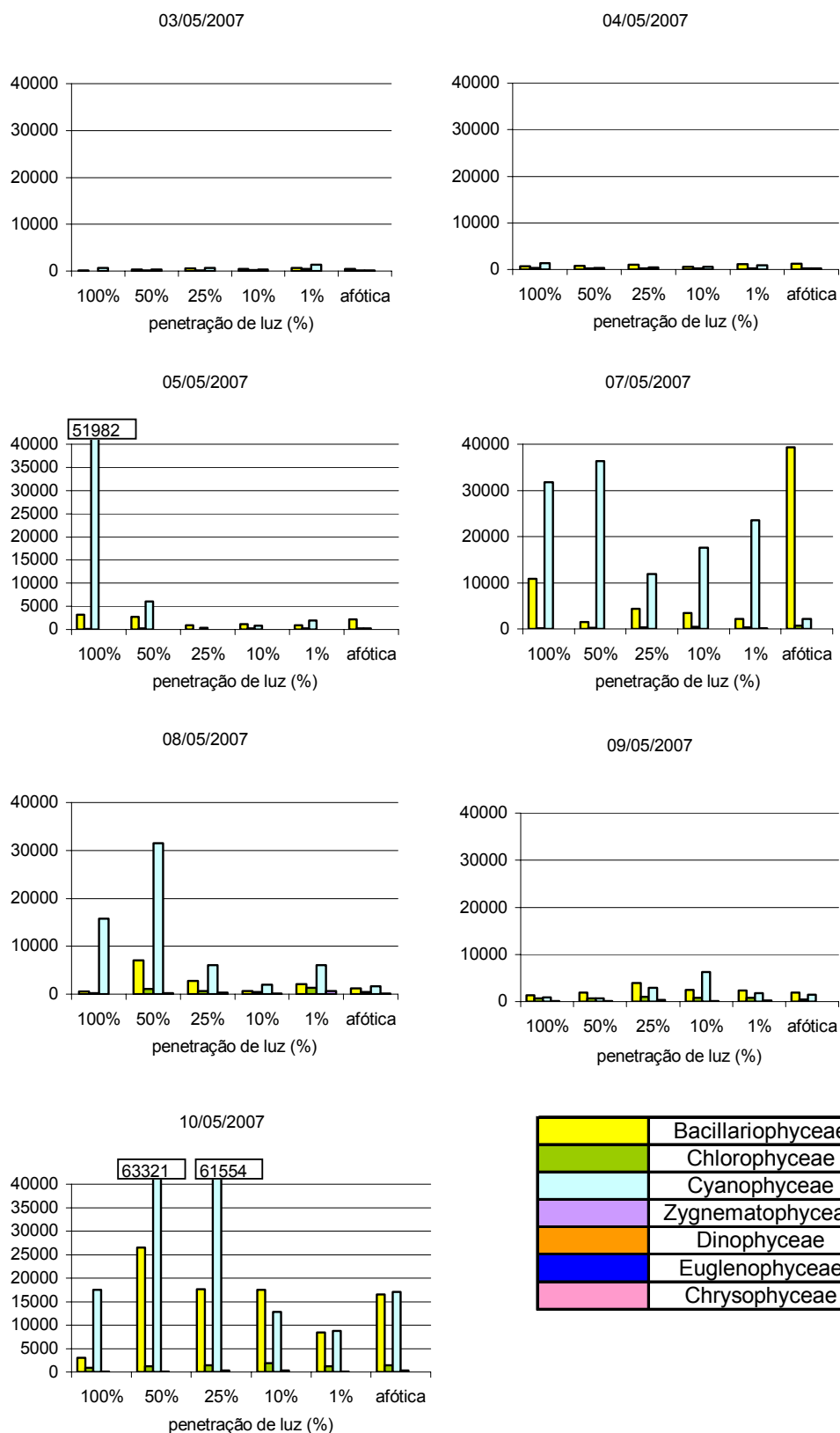


Figura 101- Densidade dos organismos fitoplanctônicos (n° org/L), pertencentes às diferentes classes, analisadas nas diferentes profundidades de penetração de luz durante o período de 03 a 10/05/2007.

**c) Gêneros e números de gêneros encontrados nos diferentes dias de coleta.**

A figura 102 mostra a ocorrência do número de gêneros das classes fitoplanctônicas na represa de Bariri durante o período de estudo. A classe Chlorophyceae apresentou maior número de gêneros variando de 11 a 15, seguida das classes Cyanophyceae (5 a 7 gêneros) e Bacillariophyceae (3 a 5 gêneros)

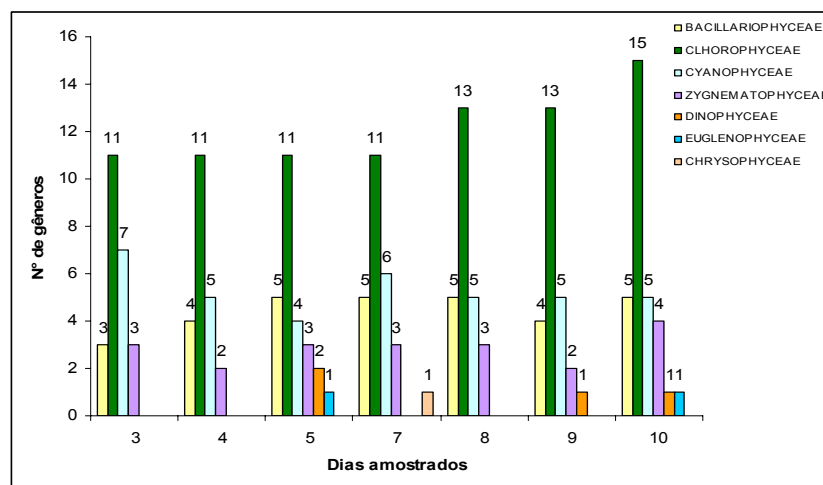


Figura 102 - Número de gêneros encontrados nas diferentes classes fitoplanctônicas, nos diferentes dias de coleta realizados na represa de Bariri.

As tabelas 12 a 18 mostram os principais gêneros (abundância de mais de 50%) das diferentes classes de fitoplâncton que ocorreram na represa de Bariri durante os dias 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10 de maio de 2007.

A Classe Bacillariophyceae teve como principais gêneros em ordem de abundância :

*Aulacoseira, Navicula*

Classe Chlorophyceae:

*Gloeocystis, Planktosphaerium, Sphaerocystis,*

Classe Cyanophyceae

*Microcystis*

Classe Zygnematophyceae

*Closterium, Staurastrum*

Classe Euglenophyceae

*Euglena*

Tabela 12 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 3 de maio de 2007.

	3/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	2267	3840	4089	3911	889	3111
<i>Cyclotella</i>		160		89		
<i>Navicula</i>	133	3680	622		489	89
<b>TOTAL</b>	<b>2400</b>	<b>7680</b>	<b>4711</b>	<b>4000</b>	<b>1378</b>	<b>3200</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>		160				
<i>Asterococcus</i>		160			133	
<i>Chlorella</i>		480	89	356	222	
<i>Chlorococcum</i>		480				
<i>Coelastrum</i>			89			
<i>Dictyosphaerium</i>						89
<i>Gloeocystis</i>	400	320	356	711	356	356
<i>Pandorina</i>					133	89
<i>Planktosphaeria</i>			622	356	133	444
<i>Sphaerocystis</i>			178			
<i>Volvox</i>				89		
<b>TOTAL</b>	<b>400</b>	<b>1600</b>	<b>1333</b>	<b>1511</b>	<b>978</b>	<b>978</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>	267		178	178		
<i>Aphanothece</i>			89			89
<i>Asterococcus</i>	267			89		
<i>Chroococcus</i>	667	3200	1778	800	1200	267
<i>Microcystis</i>	9733	5920	2489	1600	978	89
<i>Oscillatoria</i>					44	
<i>Radiococcus</i>	133	480	711	267	533	267
<b>TOTAL</b>	<b>11067</b>	<b>9600</b>	<b>5244</b>	<b>2933</b>	<b>2756</b>	<b>711</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>				89	44	178
<i>Oedogonium</i>						89
<i>Staurastrum</i>			178			
<b>TOTAL</b>			<b>178</b>	<b>89</b>	<b>44</b>	<b>267</b>

Tabela 13 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 4 de maio de 2007.

	4/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	2116	1408	1920	1584	3671	3445
Centrales			53			
<i>Navicula</i>	684	2048	1067	528	933	1028
Pennales						60
<b>TOTAL</b>	<b>2800</b>	<b>3456</b>	<b>3040</b>	<b>2112</b>	<b>4604</b>	<b>4533</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>					62	
<i>Arthrodesmus</i>		64	53			
<i>Asterococcus</i>	62		53	117	249	60
<i>Chlorella</i>			213		62	
<i>Gloeocystis</i>	373	384	373		62	665
<i>Oocystis</i>					62	
<i>Planktosphaerium</i>	684	192			124	
<i>Pandorina</i>	62	64		59		
<i>Pediastrum</i>		64				
<i>Scenedesmus</i>					62	
<i>Sphaerocystis</i>				528	249	181
<b>TOTAL</b>	<b>1182</b>	<b>768</b>	<b>693</b>	<b>704</b>	<b>933</b>	<b>907</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>	62		107	59		
<i>Chroococcus</i>	436		107	117	187	
<i>Microcystis</i>	4729	1408	907	1877	3236	665
<i>Oscillatoria</i>						60
<i>Radiococcus</i>			53			
<b>TOTAL</b>	<b>5227</b>	<b>1408</b>	<b>1173</b>	<b>2053</b>	<b>3422</b>	<b>725</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>	62			59		
<i>Staurastrum</i>	124					121
<b>TOTAL</b>	<b>187</b>			<b>59</b>		<b>121</b>

Tabela 14 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 5 de maio de 2007.

	5/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	4661	4196	1431	4324	3200	8107
Centrales			62	68		
<i>Cyclotella</i>		213		68	128	640
<i>Navicula</i>	16192	9529	2116	405	448	1707
Pennales	245	71	124	135	128	213
<b>TOTAL</b>	<b>21099</b>	<b>14009</b>	<b>3733</b>	<b>4999</b>	<b>3904</b>	<b>10667</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Ankistrodesmus</i>		71				142
<i>Asterococcus</i>	245			68	64	71
<i>Chlorella</i>	82			68	64	
<i>Dictyosphaerium</i>				68		71
<i>Gloeocystis</i>	245	356	124		64	213
<i>Oocystis</i>		71		135	192	142
<i>Pandorina</i>		142			64	71
<i>Planktosphaerium</i>	82				64	
<i>Scenedesmus</i>						142
<i>Sphaerocystis</i>	245	356	62	676	576	284
<i>Volvox</i>	82					
<b>TOTAL</b>	<b>981</b>	<b>996</b>	<b>187</b>	<b>1013</b>	<b>1088</b>	<b>1138</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>			124			
<i>Chroococcus</i>	491	427	311	1419	448	
<i>Microcystis</i>	347147	30364	933	2027	7296	1209
<i>Oscillatoria</i>				135		
<b>TOTAL</b>	<b>347637</b>	<b>30791</b>	<b>1369</b>	<b>3580</b>	<b>7744</b>	<b>1209</b>
<b>DINOPHYCEAE</b>						
<i>Dinoflagelado</i>		71				
<i>Phacus</i>				68		
<b>TOTAL</b>		<b>71</b>		<b>68</b>		
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>	82		62	68		142
<i>Mougeotia</i>		71				
<i>Staurastrum</i>	82	213		135		
<b>TOTAL</b>	<b>164</b>	<b>284</b>	<b>62</b>	<b>203</b>		<b>142</b>
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<i>Euglena</i>		71				
<b>TOTAL</b>		<b>71</b>				



Tabela 15 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 7 de maio de 2007.

	7/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	711	1525	4533	5164	2800	6240
<i>Centrales</i>	178	92	53	124	178	160
<i>Navicula</i>	84889	1525	7627	8027	1244	105493
<i>Pennales</i>	89				44	
<i>Placoneis</i>	89					
<b>TOTAL</b>	<b>85956</b>	<b>3143</b>	<b>12213</b>	<b>13316</b>	<b>4267</b>	<b>111893</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>		46		62	44	53
<i>Ankistrodesmus</i>	178	185	53	249	44	213
<i>Asterococcus</i>	178		427	311	44	
<i>Chlorella</i>	533		53	187	178	107
<i>Clamydomonas</i>	178			249	44	107
<i>Dictyosphaerium</i>				124	0	0
<i>Gloeocystis</i>		92	160	124	89	320
<i>Micractinium</i>					44	
<i>Oocystis</i>			53			213
<i>Sphaerocystis</i>	178	231	267	622	133	907
<i>Volvox</i>	89	46				
<b>TOTAL</b>	<b>1333</b>	<b>601</b>	<b>1013</b>	<b>1929</b>	<b>622</b>	<b>1920</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>	89	46	107	62		213
<i>Aphanothece</i>			53			
<i>Chroococcus</i>	6133	647	853	1680	400	1333
<i>Microcystis</i>	245156	76868	32853	66516	46178	4373
<i>Oscillatoria</i>	89	46		62		53
<i>Spirulina</i>						53
<b>TOTAL</b>	<b>251467</b>	<b>77607</b>	<b>33867</b>	<b>68320</b>	<b>46578</b>	<b>6027</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>		46	107			53
<i>Cosmarium</i>	89					
<i>Staurastrum</i>		46			133	107
<b>TOTAL</b>	<b>89</b>	<b>92</b>	<b>107</b>		<b>133</b>	<b>160</b>
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>						
<i>Synura</i>			107			
<b>TOTAL</b>			<b>107</b>			

Tabela 16 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 8 de maio de 2007.

	8/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	907	3285	1643	498	907	967
Centrales	53	156	39	107	27	
<i>Cyclotella</i>	53					
<i>Navicula</i>	480	7196	2464	178	533	57
Pennales		78	39	36		
<b>TOTAL</b>	<b>1493</b>	<b>10716</b>	<b>4185</b>	<b>818</b>	<b>1467</b>	<b>1024</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>		78				28
<i>Ankistrodesmus</i>						28
<i>Asterococcus</i>	107	78	39		107	
<i>Chlorella</i>		39		36	27	
<i>Clamydomonas</i>		117	39	36		
<i>Coelastrum</i>	53	78	235	36	80	
<i>Gloeocystis</i>	53	274	39	71	187	114
<i>Micractinium</i>			39			
<i>Oocystis</i>		78	78		213	57
<i>Scenedesmus</i>			39			
<i>Sphaerocystis</i>	267	978	352	427	293	171
<i>Tetrastrum</i>			39			
<i>Volvox</i>		39	39			
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>1760</b>	<b>939</b>	<b>604</b>	<b>907</b>	<b>398</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>	53					
<i>Cylindrospermopsis</i>					27	
<i>Chroococcus</i>	267			36	293	57
<i>Microcystis</i>	44480	48185	9308	2418	3973	1280
<i>Oscillatoria</i>					27	
<b>TOTAL</b>	<b>44800</b>	<b>48185</b>	<b>9308</b>	<b>2453</b>	<b>4320</b>	<b>1337</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>	53	156	39	36		
<i>Cosmarium</i>			39			
<i>Staurastrum</i>		117	469	36	507	57
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>274</b>	<b>548</b>	<b>71</b>	<b>507</b>	<b>57</b>

Tabela 17 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 9 de maio de 2007.

	9/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	507	1200	2105	1573	1600	1280
Centrales	133	27	28	80		85
<i>Navicula</i>	267	133	1024	80	80	199
Pennales	80		28	27		
<b>TOTAL</b>	<b>987</b>	<b>1360</b>	<b>3186</b>	<b>1760</b>	<b>1680</b>	<b>1564</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>					27	
<i>Ankistrodesmus</i>	27			27		
<i>Asterococcus</i>		27		53	27	28
<i>Botryococcus</i>			28			
<i>Chlorella</i>			57	53		
<i>Clamydomonas</i>	53		57	53		
<i>Coelastrum</i>	27		57	27	27	
<i>Gloeocystis</i>	80	80	142	53	27	57
<i>Micractinium</i>						28
<i>Oocystis</i>	27	27	171	133	27	171
<i>Scenedesmus</i>				27		
<i>Sphaerocystis</i>	267	347	313	160	400	114
<i>Volvox</i>		27	28			
<b>TOTAL</b>	<b>480</b>	<b>507</b>	<b>853</b>	<b>587</b>	<b>533</b>	<b>398</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>		27	28	27		28
<i>Chroococcus</i>		133	398	187	133	57
<i>Microcystis</i>	587	293	1906	4213	1120	1081
<i>Oscillatoria</i>	27					
<i>Radiococcus</i>					27	57
<b>TOTAL</b>	<b>613</b>	<b>453</b>	<b>2332</b>	<b>4427</b>	<b>1280</b>	<b>1223</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>			85	27	53	
<i>Staurastrum</i>	53	53	171	27	107	28
<b>TOTAL</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>256</b>	<b>53</b>	<b>160</b>	<b>28</b>
<b>DINOPHYCEAE</b>						
Dinoflagelado				27		
<b>TOTAL</b>				<b>27</b>		

Tabela 18 - Composição fitoplanctônica das diferentes classes no dia 10 de maio de 2007.

	10/5/2007					
	100%	50%	25%	10%	1%	afótica
	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L	Org/L
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>						
<i>Aulacoseira</i>	1618	2837	3211	2681	3186	4368
Centrales	25	149	75	46	50	
<i>Navicula</i>	224	13390	7641	6517	1991	4414
Pennales		25	25	92		
<i>Synedra</i>						23
<b>TOTAL</b>	<b>1867</b>	<b>16402</b>	<b>10951</b>	<b>9337</b>	<b>5227</b>	<b>8805</b>
<b>CHLOROPHYCEAE</b>						
<i>Actinastrum</i>	100	25	50			
<i>Ankistrodesmus</i>	25	50	25	69	75	23
<i>Asterococcus</i>	25	25	75	23	25	23
<i>Chlorella</i>			25	324	124	23
<i>Clamydomonas</i>	50	25	50	162	149	23
<i>Gloeocystis</i>	25	75	398	347	274	324
<i>Micractinium</i>			75			
<i>Oocystis</i>	100	124	25	69	50	139
<i>Pandorina</i>			25			116
<i>Paradoxia</i>		25				
<i>Pediastrum</i>	25					
<i>Scenedesmus</i>		25	25	23	25	23
<i>Sphaerocystis</i>	224	398	100			46
<i>Tetraedron</i>					25	
<i>Volvox</i>				23		23
<b>TOTAL</b>	<b>572</b>	<b>772</b>	<b>871</b>	<b>1040</b>	<b>747</b>	<b>763</b>
<b>CYANOPHYCEAE</b>						
<i>Anabaena</i>		100	249	46		92
<i>Chroococcus</i>	398	423	398	532	473	393
<i>Lingbya</i>	25	50	25			
<i>Microcystis</i>	10404	38628	37383	6286	4928	8667
<i>Oscillatoria</i>	25	25	75			
<b>TOTAL</b>	<b>10852</b>	<b>39225</b>	<b>38130</b>	<b>6864</b>	<b>5401</b>	<b>9152</b>
<b>ZYGNEMATOPHYCEAE</b>						
<i>Closterium</i>	25		25	69	50	23
<i>Cosmarium</i>	50			46		
<i>Staurastrum</i>		50	174	69	50	69
<i>Staurodesmus</i>						92
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>	<b>50</b>	<b>199</b>	<b>185</b>	<b>100</b>	<b>185</b>
<b>DINOPHYCEAE</b>						
<i>Peridinium</i>		25				
<b>TOTAL</b>		<b>25</b>				
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>						
<i>Euglena</i>				25		
<b>TOTAL</b>				<b>25</b>		

### 5.3.4 – Índice do Estado Trófico

O índice do estado trófico calculado através da concentração de fósforo total (figura 103) mostra que a represa de Bariri se comportou como ambiente eutrófico tendendo a hipereutrófico em todo o período de estudo

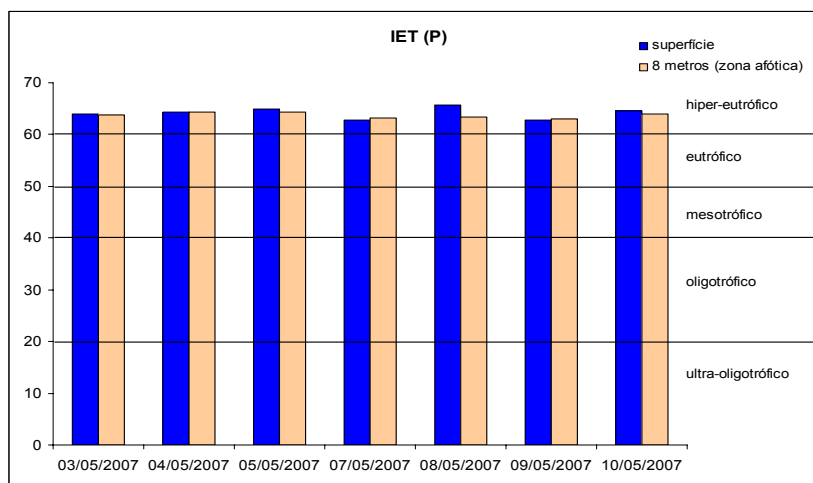


Figura 103 – Valores do índice do estado trófico (IET) aplicado ao parâmetro de fósforo total nos diferentes dias de coleta, na superfície e 8 metros (zona afótica).

### 5.3.5 – Análise estatística

Na figura 104 estão apresentados os resultados da análise estatística utilizando componentes principais com os parâmetros material em suspensão total, clorofila *a*, silicato, nitrito, nitrato e amônio, fosfato inorgânico, fosfato total dissolvido, oxigênio dissolvido, temperatura, velocidade do vento e a densidade das classes fitoplanctônicas: Bacillariophyceae, Chlorophyceae, Cyanophyceae, Dinophyceae, Zygnematophyceae, Euglenophyceae e Chrysophyceae nos diferentes dias de coleta. Pode se observar que os dias 8, 9 e 10 se agruparam em função das classes fitoplanctônicas, material em suspensão e oxigênio dissolvido, o dia 7 foi agrupado em função de valores de nitrato e fosfato inorgânico juntamente com a classe fitoplanctônica Chrysophyceae. Já os dias 3, 4 e 5 se agruparam em função dos parâmetros de temperatura, amônio e silicato.

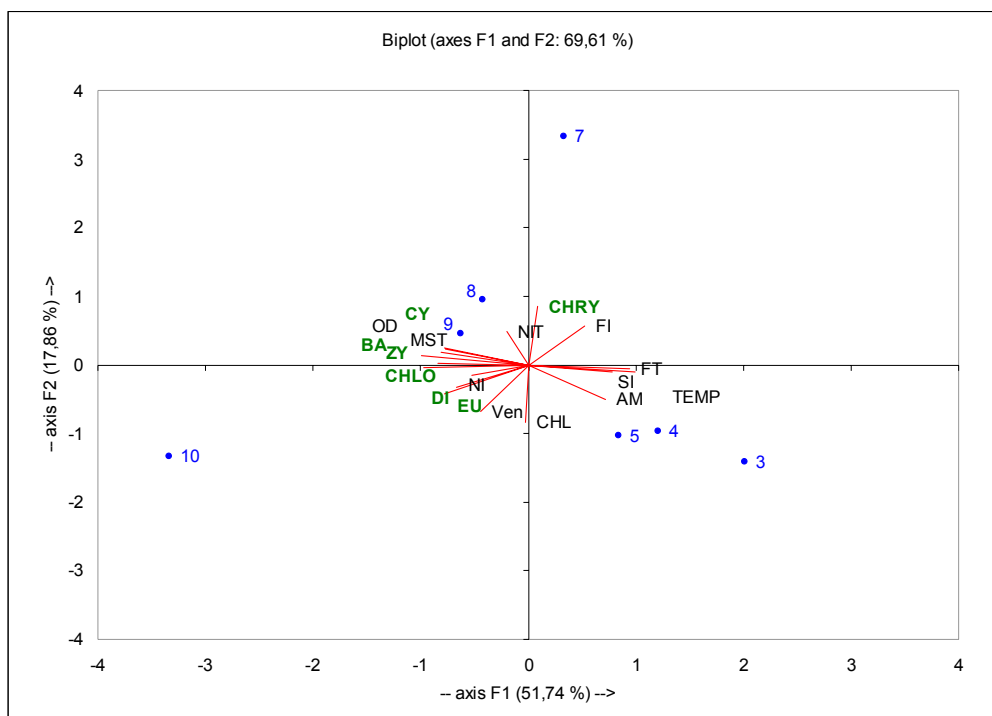


Figura 104 - Análise estatística utilizando componentes principais com os parâmetros material em suspensão total (MST), clorofila a (CHL), silicato (SI), nitrito (NI), nitrato (NIT), amônio (AM), fosfato inorgânico (FI), fosfato total dissolvido (FT), OD, temperatura (TEMP), velocidade do vento (Ven) e as classes fitoplanctônicas Bacillariophyceae (BA), Chlorophyceae (CHLO), Cyanophyceae (CY), Dinophyceae (DI), Zygnematophyceae (ZY), Euglenophyceae (EU) e Chrysophyceae (CHRY) juntamente com os dias de coleta 3/05/2007 (3), 4/05/2007 (4), 5/05/2007 (5), 7/05/2007 (7), 8/05/2007 (8), 9/05/2007 (9) e 10/05/2007 (10).

## 6 DISCUSSÃO

---

### 6.1 Estado trófico dos sistemas lóticos da bacia do Tietê/Jacaré

O uso e ocupação do solo em torno das bacias hidrográficas influenciam diretamente na qualidade dos corpos de água pertencentes a essa bacia. Os rios, por serem ambientes complexos, sofrem influências de diversos fatores que acabam afetando o desenvolvimento das comunidades fitoplanctônicas. Dentre esses fatores os que mais se destacam são os físicos e químicos. A dinâmica dos sistemas lóticos depende amplamente de fatores alóctone, da bacia a qual o sistema está inserido juntamente com o fluxo das correntes (TUNDISI, 1999b; TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

A área da bacia do Tietê/Jacaré delimitada administrativamente pela Lei nº 9034 de 27 de dezembro de 1994 da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Governo do Estado de São Paulo (Brasil, 1994) como Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHi 13) apresenta uma extensão de 11.537 km<sup>2</sup> com uma população de 1.106.832 habitantes distribuídos em 32 municípios (DAEE, 2008), dos quais os principais municípios com uma população maior do que 100.000 habitantes são as cidades de Araraquara, Bauru, Jaú e São Carlos. Essa área compreende 5 sub bacias: a sub bacia do Rio Jacaré Guaçu que tem como principais afluentes o rio do Chibarro que se encontra no município de Araraquara; rio Boa Esperança, no município de Boa Esperança e o córrego da Água Branca que atravessa a cidade de Itirapina recebendo todo o seu esgoto doméstico. Este córrego desemboca no rio Itaqueri que por sua vez irá se desembocar na Represa do Lobo (Broa), desta sub bacia. As sub bacias do Rio Jacaré Guaçu e a do Jacaré Pepira encontram-se relativamente bem preservadas apesar do solo ser utilizado para plantação de cana de açúcar, laranja e pastagem.

Há pouca área urbanizada em relação à área total de ambas as bacias, favorecendo a preservação do ambiente. A sub bacia do Jacaré Guaçu apesar de possuir um município populoso como a cidade de Araraquara, a qual possui uma estação de tratamento de esgoto eficaz, produz pouco impacto nos corpos hídricos que possuem correnteza forte. A maioria dos corpos de água desta sub bacia e do Jacaré Pepira apresentam uma boa oxigenação (concentração maior do que 5,0mg/L, pH entre 6,0 a 8,0, condutividade baixa - inferior a 50 $\mu$ S/cm), baixo teor de sólidos totais dissolvidos (< 0,04g/L). Somente o córrego da Água Branca que percorre a cidade de Itirapina recebendo o esgoto doméstico com tratamento pouco eficiente apresentou teor de oxigênio baixo (3,39mg/L), principalmente no período de chuva, assim como baixo potencial redox (< a 200mV), altos teores de amônio (> 2,0mg/L) e de nitrito (250 $\mu$ g/L), no período da seca. Esse córrego apresentou também altas concentrações de nitrogênio total e de fósforo total.

Os demais ambientes lóticos como o rio Bauru e o rio Jaú pertencentes às sub bacias que levam os respectivos nomes, apresentaram qualidade de água considerada ruim, com baixo teor de oxigênio principalmente o Rio Bauru, tanto na época da chuva (4,5mg/L) como na seca (2,12mg/L). Esses rios apresentaram também alta condutividade acima de 200 $\mu$ S/cm e altos teores de TDS (0,12g/L). O Rio Bauru é um rio altamente impactado por receber o esgoto doméstico não tratado da cidade de Bauru, que possui uma população de 347.661 habitantes (IBGE, 2009). Apresenta alto teor de fósforo total (574,0  $\mu$ g/L), e altas concentrações da maioria dos compostos químicos analisados tais como fluoretos, cloretos, brometos e sulfatos.

A concentração desses elementos químicos presentes nos rios Bauru, Jaú e no rio Jacaré Guaçu no trecho em confluência com rio Tietê (IBI 04) em uma quantidade muito maior, como de sulfato (30,0mg/L), cloreto (120,0mg/L) que a registrada nos rios da América do Sul, numa média de 9,6mg/L e 4,9mg/L respectivamente (PAYNE 1986 apud TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008), causa preocupação sobre os danos ambientais e à saúde humana.

Souza e Tundisi (2000) nos estudos feitos nos rios Jaú e Jacaré-Guaçu verificaram que as águas mais ricas ionicamente apresentavam menor oxigenação, enquanto as menos ricas ionicamente apresentavam maior oxigenação. Tais diferenças na composição dos íons destes rios foram atribuídas às diferenças que ocorrem na composição química do substrato geológico e pedológico, presença



maior ou menor de impactos pontuais, e também a quantidades diferentes de matas ciliares nas bacias em questão. Os trabalhos realizados por Maier (1978), Nakane *et al* (1981), Neto *et al* (1993), Sabater *et al* (1990) e Whitfield (1983), mostraram que as características físico-químicas dos corpos d'água, e a qualidade de suas águas sofrem grande influência do perfil litológico da bacia, tipo de solo em que se encontram, e outras peculiaridades geológicas bem como a presença de matas ciliares e outras categorias do uso e ocupação do solo nas bacias hidrográficas.

Trabalho realizado por Moretto e Nogueira (2003) mostra dois rios, próximo a cidade de Botucatu pertencentes à bacia do Tietê Jacaré dos quais um, o rio Capivara, possui características semelhantes aos rios Jacaré Guaçu e Jacaré Pepira, com valores de condutividade abaixo de 65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , oxigênio dissolvido acima de 5 mg/L e pH variando de levemente ácido a neutro, para os períodos de seca e chuva. O outro ponto é o rio Lavapés, que é considerado degradado, com as variáveis condutividade (acima de 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), pH (próximos a neutralidade) e oxigênio próximo de 5mg/L semelhantes aos pontos localizados no rio Bauru e rio Jaú. Trabalhos realizados em rios preservados em outros estados, como o de Matsumura-Tundisi e Tundisi (2007), em rios amazônicos, mostram corpos de água com condições de boa oxigenação (acima de 7,5 mg/L) e baixos valores de condutividade (máximo de 90 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

O índice do estado trófico calculado pela equação de Carlson, (1977) em relação à concentração de fósforo, mostrou que os corpos de água lóticos da sub bacia do Jacaré Guaçu variam de oligotrófico tais como o córrego do Chibarro (com concentração de fósforo até 12,0  $\mu\text{g}/\text{L}$ ), a eutrófico (entre 24-48  $\mu\text{g}/\text{L}$ ) e hipereutrófico (acima de 61  $\mu\text{g}/\text{L}$ ); o córrego da Água Branca tanto na época da seca como na de chuva apresentou-se como hipereutrófico. O rio Jacaré Pepira se apresentou de mesotrófico a eutrófico, enquanto que os rios Bauru e Jaú se apresentaram respectivamente hipereutrófico e eutrófico em ambos os períodos estacionais.

A qualidade da água e o estado trófico vêm refletir na estrutura da comunidade fitoplanctônica em termos de diversidade e dominância dos diversos grupos de fitoplâncton.

Peres (2002) em trabalho realizado no rio Monjolinho atribui um aumento de cargas orgânicas no sentido nascente-foz a entrada de efluentes domésticos, o que também pode explicar a diferença de estado trófico no rio Jacaré Guaçu, uma vez

que essas cargas orgânicas são ricas em nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo.

## 6.2 Comunidade fitoplanctônica nos sistemas lóticos

A estrutura da comunidade fitoplanctônica é altamente influenciada por fatores físicos como velocidade da corrente e químicos (micro e macronutrientes). Nos ambiente lóticos, de pouca profundidade e de maior correnteza, predominam os organismos típicos de fundo que são do grupo Bacillariophyceae, embora o grupo das Chlorophyceae e outros também possam dominar nos sistemas lóticos dependendo das condições de trofia e da composição química do sistema.

No período da seca houve dominância da classe Bacillariophyceae representada principalmente pelos gêneros *Fragilaria*, *Navicula* e *Aulacoseira* em quase todos os rios e córregos da bacia do Tietê/Jacaré analisados. Apenas nos córregos da Água Branca e no trecho do rio Jacaré Guaçu em confluência com o rio Tietê (IBI 04) houve dominância de Chlorophyceae, principalmente do gênero *Kirchneriella* no primeiro e de Cyanophyceae principalmente o gênero *Microcystis*, no segundo, que apresentaram características eutróficas tendendo para hipereutrófica. No período da chuva houve uma mudança na estrutura da composição e dominância dos grupos fitoplanctônicos. A classe Bacillariophyceae dominou somente em 5 corpos de água dos 11 analisados, sendo que os pontos JG 05 e IBI 04 que possuíam dominância das classes Chlorophyceae e Cyanophyceae no período de seca, passaram a ter dominância das classes Zygnematophyceae principalmente do gênero *Staurastrum* (92%) e da classe Cryptophyceae principalmente o gênero *Chilomonas*, respectivamente.

Reynolds (1998) associa os gêneros *Fragilaria*, *Staurastrum* e *Microcystis* a ambientes mais eutrofizados, assim como o gênero *Chilomonas* é comumente encontrado em ambientes rico em matéria orgânica em decomposição (BICUDO e MENEZES, 2006).

Com relação ao número de gêneros, a maioria dos pontos de coleta apresentou um aumento no número de gêneros do período de seca para o período de chuva, porém a abundância diminuiu no período de chuva.

Esses valores e abundâncias refletem na diversidade, dominância, equitabilidade e riqueza dos gêneros encontrados nos diferentes pontos. Com isso pode-se observar que o córrego da Água Branca (JG 05) foi o que apresentou maior

destaque, com menor diversidade fitoplanctônica e maior dominância, refletindo uma menor equitabilidade e uma maior riqueza.

Domitrovic e colaboradores (2007) estudaram padrões temporais de composição, abundância e diversidade da comunidade fitoplanctônica do médio Paraná, e de maneira semelhante, constataram alterações na densidade e composição da comunidade fitoplanctônica com incremento nas densidades de Chlorophyceae e Cryptophyceae, e diminuição das densidades de Cyanophyceae e Bacillariophyceae.

Peres (2002) em estudo realizado no rio Monjolinho verificou na composição fitoplanctônica 16 táxons distribuídos em 5 diferentes classes, com dominância de Chlorophyceae. Rodrigues *et al* (2007) em estudos realizados em 4 diferentes rios (considerados eutróficos) formadores do delta do Jacuí, obtiveram 135 gêneros pertencentes a diferentes classes, com dominância da classe Chlorophyceae com 33,4%.

Em rios argentinos, embora localizados em diferentes formações geológicas ou altitudes, mas que também possuem elevadas taxas de nutrientes, como é o caso do rio Gastona, que eventualmente pode ser encontrado em condições de anoxia devido plantações de cana em seu entorno, apresentou a maior abundância da classe Chlorophyceae (MIRANDE e TRACANNA, 2004). Salusso e Morana (2002) em estudo nos rios Arias-Arenales e Rosario, também na Argentina, detectaram em ambos sistemas a dominância das classes Bacillariophyceae, e Euglenophyceae (nos pontos mais contaminados).

Na análise multivariada de PCA, observou-se que o córrego da Água Branca (JG 05) destacou-se por apresentar altas concentrações de nutrientes com alta riqueza de gêneros, diferindo-se dos rios Bauru e Jaú que também se destacaram por possuir altas concentrações de nutrientes, porém baixa riqueza de gêneros, se destacando principalmente a dominância da classe Cyanophyceae com um destaque ao gênero *Microcystis*.

### **6.3 Estado trófico dos sistemas lênticos da bacia do Tietê/Jacaré**

Os sistemas lênticos, como lagos e reservatórios artificiais, diferem dos sistemas lóticos, pois estão menos sujeitos as ações de correntezas e possuem um regime hidráulico diferenciado.

Os reservatórios são formados através do barramento de um rio de uma bacia hidrográfica e, como consequência, a qualidade da água dos reservatórios sofre influência das atividades antrópicas desenvolvidas nessas bacias (TUNDISI, 1999b).

Os reservatórios de Bariri e Ibitinga fazem parte de um conjunto de reservatórios construídos em cascata no Médio rio Tietê, sendo o segundo e terceiro, respectivamente, após a primeira represa que é a Represa de Barra Bonita. O Rio Tietê, na parte Alto Tietê encontra-se extremamente poluído, porém o Médio Tietê encontra-se mais depurado apresentando uma qualidade de água um pouco melhor, entretanto, a região onde se localizam os reservatórios de Barra Bonita, Bariri e Ibitinga é altamente explorada por plantações de cana de açúcar que utiliza como fertilizante o vinhoto produzido pela usina de produção de álcool e de açúcar (Usina da Barra). Assim, esses três reservatórios encontram-se altamente eutrofizados, principalmente na época do verão, como foi constatado nas represas de Bariri e de Ibitinga devido à alta precipitação nessa época, introduzindo nas represas cargas de nutrientes através das águas de drenagem.

No presente estudo verificou-se que a represa de Bariri é mais eutrofizada que a represa de Ibitinga, apresentando estado trófico hipereutrófico tanto no período da seca como no período chuvoso. Os estudos realizados por Matsumura-Tundisi et al (2006), na represa de Bariri em 2004 mostraram que nessa época a represa se comportava com eutrófica na seca e hipereutrófica no período de chuva. Isso significa que o processo de eutrofização nesse reservatório está se intensificando.

Vieira e colaboradores (2002) verificaram que a represa de Ibitinga no ano de 1989 encontrava-se no estado mesotrófico e atualmente encontra-se eutrófico. Isso mostra um aumento das concentrações de nutrientes o qual é influenciado pelo reservatório a montante, ou seja, de Bariri, que por sua vez também recebe altas cargas de nutrientes da represa a sua montante, a represa de Barra Bonita, uma represa considerada hipereutrófica que sofre com abundantes florações de *Microcystis aeruginosa*, principalmente em períodos de estabilidade térmica vertical (TUNDISI et al, 2008).

Luzia (2004) observou que as represas de Nova Avanhandava e Três Irmãos localizadas no Baixo rio Tietê, apesar da sua conectividade com os reservatórios à montante hipereutróficos, encontram-se no estado oligo-mesotrófico em virtude

desses reservatórios, além de sofrerem o processo de autodepuração, também se encontram numa região mais preservada. Segundo Nogueira (1996), em reservatórios que não possuem estratificação térmica, no período de inverno pode ocorrer aumento da concentração de fósforo na coluna d'água, e no verão, embora a entrada de nutrientes seja maior devido às precipitações, por causa da elevada taxa de sedimentação de materiais, a montante, os seus efeitos não são sentidos imediatamente no corpo central.

A ocorrência da estratificação nos reservatórios está sob a influência dos mecanismos de circulação vertical e horizontal, os quais por sua vez são influenciados por processos tais como intrusão de tributários, fatores climatológicos, efeito dos vertedouros e das saídas das águas para as turbinas (TUNDISI E MATSUMURA-TUNDISI, 2008). As represas têm características espaciais bem definidas as quais se constituem geralmente por uma seqüência horizontal, onde há predomínio de zonas de rios, zonas de transição e finalmente zonas lacustres bem definidas (TUNDISI, 1990).

Esses processos físicos que propiciam uma camada de mistura, principalmente em escalas sazonais, servem para controlar os nutrientes na coluna de água (HARRIS, 1986).

Com relação aos dados limnológicos físicos e químicos obtidos no presente estudo, nos reservatórios de Bariri e Ibitinga, tais como temperatura, pH, condutividade e oxigênio dissolvido, TDS, ORP em duas épocas, período de verão chuvoso e inverno seco, não houve um padrão distinto de distribuição vertical desses fatores ocasionando a formação de termoclina ou oxiclina no verão, como foi observado nos mesmos reservatórios por Barbosa et al (1999). Isto indica como o comportamento funcional desses reservatórios varia numa escala muito pequena de tempo devido a uma série de fatores climatológicos (vento, precipitação), Além disso, sistemas operacionais da barragem também influenciam no funcionamento dos processos ecológicos. Segundo Matsumura-Tundisi et al (2000), que cada reservatório tem seu ciclo próprio que depende de fatores intrínsecos de funcionamento, de sua construção e dos usos da bacia.

Com relação às concentrações de fósforo total, fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico, foram observadas as maiores concentrações na represa de Bariri. Entretanto o nitrogênio total foi encontrado em altas concentrações na represa do Broa à montante e na represa de Ibitinga na porção próxima à barragem. Suriani et

al (2007) encontraram valores menores de fosfato total dissolvido e fosfato inorgânico no ano de 2003 nas represas de Bariri e Ibitinga. Segundo Tundisi (1999b) a resposta à entrada de nitrogênio e fósforo, é mais rápida em lagos tropicais e, portanto, o processo de eutrofização produzido, também é bem mais rápido, uma vez instalado.

As concentrações de nutrientes em represas em cascatas, que é o caso das represas de Bariri e Ibitinga, sofrem influência mecânica das barragens, alterando o ciclo de nutrientes, diminuindo de um reservatório a outro os nutrientes dissolvidos na água, principalmente nitrogênio e fósforo (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008). Isso pode ser observado no presente trabalho, principalmente no período de seca nos reservatórios de Bariri e Ibitinga.

Esse fenômeno é conhecido como auto depuração e foi estudado nos seis reservatórios em cascata do médio rio Tietê, onde se incluem a represa de Bariri e Ibitinga, tendo como resultado a retenção das concentrações de fósforo de cerca de 63% no período de chuva e 44% no período de seca da primeira represa (Barra Bonita) ao último reservatório (Três Irmãos) ocasionando uma melhor qualidade de água, conseqüentemente o estado trófico passando de hipereutrófico (Barra Bonita) para oligotrófico (Três Irmãos) (MATSUMURA-TUNDISI, 2006).

Reservatórios eutróficos localizados em outros estados também apresentam características semelhantes ao presente trabalho, como é o caso da pesquisa realizada por Greco e Freitas (2002), sobre o reservatório de Pampulha (MG, Brasil), onde os autores encontraram valores de pH entre 6,9 e 8,8, nos meses de janeiro e dezembro do mesmo ano; valores de condutividade mais elevados nos meses de seca ( $301\mu\text{S}/\text{cm}$ - $303\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e menos elevados no período chuvoso ( $183,7\mu\text{S}/\text{cm}$ ); durante os meses de pesquisa, as concentrações de fósforo total oscilaram de  $0,03\text{mg}/\text{L}$  a  $1,59\text{mg}/\text{L}$ , com média de  $0,48\text{mg}/\text{L}$ ; e a concentração média de nitrogênio total foi de  $4,47\text{mg}/\text{L}$  para todos os meses amostrados. Os valores foram parecidos com o presente estudo com exceção da condutividade que foi maior no período de chuva.

As concentrações dos ânions fluoreto, cloreto, nitrato e sulfato foram elevadíssimas na represa de Bariri, no período de seca sendo cerca de sete a oito vezes maiores do que as registradas na represa de Ibitinga. O cloreto foi cerca de 30 vezes ao registrado na represa de Ibitinga. Essas altas concentrações desses elementos químicos são muito provavelmente provenientes do esgoto doméstico

lançado no Rio Bauru que desemboca na represa de Bariri. Em estudo realizado por Henry *et al* (1984) constatou-se um aumento significativo na população fitoplanctônica do reservatório da UHE Carlos Botelho do (Broa) com adição de nitrato e amônio. Cavenaghi *et al* (2003) e Suriani *et al* (2007) encontraram valores superiores de nitrato, nitrito amônia e fosfato nas represas de Bariri e Ibitinga nos períodos de seca e chuva, em trabalho realizado no ano de 2001.

As concentrações de potássio, magnésio e cálcio foram similares nas represas de Bariri e Ibitinga, e bem inferiores na UHE Carlos Botelho (Broa). Os valores de dureza e alcalinidade, carbono total dissolvido, carbono inorgânico dissolvido, carbono orgânico dissolvido e silicato foram maiores nos reservatório de Bariri e Ibitinga (eutróficos a hipereutróficos) do que na represa do Broa (oligomesotrófica). Entretanto as concentrações de material em suspensão total e inorgânico foram maiores na represa do Broa, principalmente à montante, no período de chuva, mostrando que a represa sofre grande influência dos dois afluentes: rio Itaqueri e Ribeirão do Lobo, que durante a época da chuva transporta grandes quantidades de materiais inorgânicos.

Um dos fatores de grande impacto nos reservatórios são os sólidos em suspensão, com valores máximos no verão, capazes de causar grandes alterações na qualidade da água, especialmente no que se refere às concentrações de oxigênio dissolvido e penetração da luz (Straskraba & Tundisi, 2000).

Nos dois períodos de coleta seca e chuva pode-se verificar uma diferença na transparência da água medida nos três reservatórios, sendo maior nos períodos de seca, quando o sistema sofre menos influência de fontes difusas que por sua vez, ajudam a aumentar partículas em suspensão, diminuindo assim a penetração de luz.

Os valores da transparência do disco de Secchi e o limite da zona eufótica para os dois períodos de coleta mostraram que a diferença e sazonalidade também interferem na disponibilidade de luz.

#### **6.4 Comunidade fitoplanctônica dos sistemas lênticos**

A biomassa fitoplanctônica obtida através da medida de clorofila *a* mostrou altas concentrações nas represas de Bariri e Ibitinga, em ambos os períodos de coleta devido a grandes densidades da comunidade fitoplanctônica.

Ao todo foram encontrados no período de seca 99 gêneros e no período de chuva 79 gêneros distribuídos em 8 classes fitoplanctônicas: Bacillariophyceae (19 e 20, respectivamente), Chlorophyceae (39 e 28, respectivamente), Cyanophyceae (15 e 13, respectivamente), Dinophyceae (2 em ambos os períodos de coleta), Zygnematophyceae (17 e 9, respectivamente), Euglenophyceae (4 em ambos os períodos), Chrysophyceae (2 em ambos os períodos) e Xantophyceae (1 em ambos os períodos).

A abundância relativa das diversas classes fitoplanctônicas nos reservatórios está relacionada com o período estacional e também do estado trófico dos corpos de água. Na represa do Broa as classes mais abundantes foram Bacillariophyceae, com maiores contribuições dos gêneros *Tabellaria* e *Rhizosolenia*, (entre 50% e 60%), Zygnematophyceae com contribuição principalmente do gênero *Mougeotia* (32%) e Dinophyceae com o gênero *Peridinium* (21%). A represa de Bariri hipereutrófica, apresentou na época da seca a classe Bacillariophyceae como mais abundante (entre 76% e 69%) representada pelo gênero *Aulacoseira* seguida da classe Chlorophyceae (17% e 26%). Entretanto, no trecho sob a influência do Rio Bauru a classe Cyanophyceae predominou com 76% representado pelo gênero *Microcystis*. Na represa de Ibitinga na época da seca houve predominância da classe Bacillariophyceae (70% a 95%). No período de chuva (verão) as represas de Bariri e Ibitinga mostraram a classe Cyanophyceae (*Microcystis*) dominando a população fitoplanctônica de 80 a 97%. A riqueza de gêneros e suas abundâncias refletem nos índices de diversidade, dominância e equitabilidade. A represa de Bariri, represa hipereutrófica mostrou que embora a riqueza de espécies seja semelhante nas três localidades da represa, maior diversidade, maior equitabilidade e menor dominância foram observados nos pontos BAR 01 e BAR 02. As classes fitoplanctônicas mais destacadas foram as Cyanophyceae, principalmente com formação de blooms do gênero *Microcystis* e Bacillariophyceae do gênero *Aulacoseira*.

A riqueza de gêneros é maior em sistemas oligomesotróficos como da represa do Broa do que em represas eutróficas ou hipereutróficas.

Rietzler *et al* (2002) em trabalho realizado na represa do Broa no ano de 1988 encontrou as maiores abundâncias dos gêneros *Microcystis* e *Oscillatoria* para a classe Cyanophyceae; *Rhizosolenia*, *Aulacoseira* e *Nitzschia* para classe Bacillariophyceae; *Cosmarium* e *Monoraphidium* para classe Chlorophyceae,



gêneros também encontrados no presente estudo, mas não com as mesmas abundâncias.

A dominância de Cyanophyceae em sistemas lênticos eutróficos constitui uma regra geral. No lago das Garças, considerado eutrófico, BICUDO *et al*, (1999) encontraram dominância das classes Chlorophyceae (45%) seguida por Cyanophyceae (14,8%) e Zygnematophyceae (11%) em relação aos gêneros identificados, porém a classe Cyanophyceae foi responsável por uma maior abundância.

No reservatório de Salto Grande (Argentina-Uruguay), que possui características meso-eutróficas, no período de verão, foram observados um número bem maior de taxa (187) distribuídos em 8 classes (Cyanophyceae, Chlorophyceae, Euglenophyceae, Bacillariophyceae, Xantophyceae, Chrysophyceae, Cryptophyceae e Dinophyceae) apresentando também dominância de Cyanophyceae (*Mycrocystis*) e Bacillariophyceae (*Aulacoseira*) (LEON e CHALAR, 2003).

Giane e Figueiredo (1999) observaram no reservatório da Pampulha, também considerado eutrófico, dominância de Cyanophyceae e Chlorophyceae.

Considerando os dados do presente trabalho e os dados de outros ambientes eutróficos com relação ao desenvolvimento e abundância de Cyanophyceae chega-se à conclusão de que somente em ambientes eutróficos tendendo a hipereutróficos como o reservatório de Bariri e de Ibitinga ocorre grande abundância de Cyanophyceae constituindo de 90 a 95% da população fitoplanctônica.

Essa tendência à hipereutrofização com conseqüentes florações de Cyanophyceae nos reservatórios é bastante preocupante, uma vez que esses organismos são capazes de produzir, entre outras coisas, substâncias tóxicas, principalmente dos gêneros *Microcystis*, *Cylindrospermopsis*, *Planktothrix*, *Nostoc*, *Anabaena*, *Raphidiopsis* dentre outras (AZEVEDO, 1998; BITETENCOURT-OLIVEIRA E MOLICA, 2003). No presente trabalho observou-se somente presença de dos gêneros *Microcystis* e *Anabaena*.

Crossetti e colaboradores (2008a e 2008b) constataram mudanças na biodiversidade fitoplanctônica de um reservatório (Lago das Garças) durante processo de hipereutrofização. O processo foi desencadeado pela proliferação, estabelecimento e remoção da cobertura de macrófitas, levando o ambiente eutrófico polimítico típico a hipereutrófico. A fase inicial do processo foi caracterizada pelo aumento gradual da cobertura de aguapés e a presença ocasional de blooms

de Cyanophyceae. Já na etapa final, após a remoção das macrófitas, houve abrupta mudança para um estado trófico mais degradado, com a presença constante de blooms de Cyanophyceae. Os pesquisadores identificaram 351 espécies de algas, distribuídas em 11 classes, sendo que a maior riqueza pertenceu à classe das Chlorophyceae, seguida pela Euglenophyceae e Cyanophyceae. Durante o referido processo de hipereutrofização, os autores relataram uma clara queda da biodiversidade, sendo que os decréscimos mais acentuados coincidiram com a proliferação excessiva de Cyanophyceae e concluíram que a perda da biodiversidade durante a mudança trófica está associada a um conjunto de fatores, que co-variam em consequência dos elevados níveis de biomassa mantidos pelo reservatório, assim como observado no presente trabalho.

A comunidade fitoplanctônica pode mostrar constantes mudanças causadas pela variação do nutriente limitante por meio da eutrofização (Woo-Myung & Bomchul, 1997). A ocorrência de florescimento de algas do grupo das Cyanophyceae (algas azuis) constitui indicativo de um ambiente eutrófico com alta concentração de nutrientes principalmente de fósforo. Rawson (1956) e Wetzel (1975) apresentam uma lista de espécies de fitoplâncton caracterizando sistemas oligotróficos, mesotróficos e eutróficos, porém, no caso do fitoplâncton não há necessidade de chegar ao nível de espécies, bastando avaliar os grandes grupos.

O desenvolvimento de certas espécies de Cyanophyceae tóxicas (como *Microcystis spp*, *Cylindrospermopsis*) nas últimas décadas, vem sendo objeto de preocupação constante dos órgãos ambientais, institutos de pesquisa e companhias de saneamento, pois em alguns países já foram detectados danos à saúde humana e outros animais (JARDIM *et al*, 2000).

O aumento da disponibilidade de nutrientes propicia o crescimento exagerado de algas e macrófitas com uma produção primária excessiva, levando à periódica desoxigenação da água, produzindo condições desfavoráveis para muitas espécies de peixes. Em regiões temperadas o fósforo dissolvido aparentemente é o principal nutriente limitante para o fitoplâncton e para as macrófitas aquáticas. No entanto, isso não exclui o papel ocasional do nitrogênio como nutriente limitante do crescimento (STRASKRABA *et al*, 1995).

Certos nutrientes como sílica são importantes no desenvolvimento de algas; a sílica é usada para a formação de frústulas de Diatomáceas. No presente trabalho pode-se observar que a diminuição das concentrações de silicato, nas represas de

Bariri e Ibitinga, tanto no período de seca como no período de chuva, coincidiu com a diminuição da densidade da classe Bacillariophyceae.

Os organismos aquáticos são vulneráveis às mudanças ambientais que resultam de atividades humanas com a introdução no meio de poluentes orgânicos ou inorgânicos. As espécies ou se adaptam às novas condições ou acabam se extinguindo pela falta de capacidade adaptativa às perturbações (MATSUMURA-TUNDISI, 1999). Especialmente os organismos planctônicos respondem de imediato a essas perturbações e muitas vezes algumas espécies ou associações de espécies podem ser utilizadas como indicadores do estado trófico ou de ambientes que sofrem perturbações por atividades humanas.

A análise multivariada relacionando as variáveis abióticas com a diversidade e abundância fitoplanctônica corrobora a teoria de que ambientes oligomesotróficos, como a represa do Broa apresentam maior diversidade com predominância das classes Chlorophyceae e Bacillariophyceae que se desenvolvem em ambientes com pouca concentração de nutrientes, enquanto que em ambientes hipereutróficos com excesso de nutrientes desenvolvem Cyanophyceae com freqüentes florações.

Reynolds (1998) apresenta uma lista de gêneros e espécies que são mais freqüentemente encontrados em ambientes de diferentes níveis tróficos e o comportamento dos mesmos em relação aos fatores ambientais.

As Cyanophyceae, de maneira geral, são mais comumente encontradas em corpos de água parados ou com pouca correnteza, sendo que parte o sucesso delas em ocorrência e abundância, se deve a habilidade de usar baixas intensidades de luz de forma eficiente, devido a um conjunto de pigmentos fotossintéticos que possuem, além de em alguns casos, possuírem vacúolos de gás que lhes oferecem controle e posição na coluna de água, tanto para captar luz, quanto nutrientes.

Grande parte dos gêneros pertencentes à classe das Chlorophyceae, toleram locais com um grau relativamente elevado de nutrientes. Já a classe Bacillariophyceae é encontrada mais comumente em ambientes de correnteza, vivendo no fundo; para isso possuem carapaças pesadas, contendo sílica que as tornam pesadas e protegidas. No caso da ordem das penais, essas possuem rafeles que auxiliam no deslocamento do fundo (VAN DEN HOEK, 1995). Os organismos fitoplanctônicos desta classe são típicos de rios e de lagos e reservatórios rasos, que sofrem turbulência.

Os corpos hídricos da bacia do Tietê-Jacaré mostraram-se bastante diversificados em termos de preservação e dependendo da localização recebem carga elevada de efluentes industriais e esgotos domésticos que constituem o principal poluente que deteriora a qualidade da água.

### **6.5 Influência da frente fria na estabilização e desestabilização térmica do sistema lêntico (represa de Bariri) e sua consequência a estrutura da comunidade fitoplanctônica.**

Uma frente é uma zona de transição entre duas massas de ar de densidades diferentes. Normalmente, uma massa de ar é mais quente e úmida do que a outra. Uma frente fria é uma zona de transição onde uma massa de ar frio substitui uma massa de ar mais quente. As frentes frias movem-se rapidamente e forçam o ar quente a subir (VAREJÃO-SILVA, 2005).

Segundo Rodrigues *et al* (2004) as frentes frias ocasionam alterações significativas das correntes e das marés, afetando atividades marítimas, de pesca e navegação, e consequentemente dificultando operações em embarcações, portos e plataformas. Elevações extremas do nível do mar podem resultar em problemas de erosão costeira, favorecendo a destruição da orla e intrusões salinas.

Justi da Silva e Silva Dias (2002) identificaram uma frequência de sistemas frontais relativamente maior nos meses de maio a dezembro, diminuindo entre janeiro e abril, entre os anos de 1981 a 1999. Rodrigues *et al* (2004) verificaram, que no período de maio a dezembro, uma média 3 a 4 frentes frias atingem a costa de Santa Catarina mensalmente e posteriormente continuam atingindo latitudes mais baixas, como a costa do Rio de Janeiro. Entretanto Tundisi *et al* (2004; 2006) relatam que a influência das frentes frias seja mais comum nos meses de junho a setembro, o que coincide com os dados apresentados no presente trabalho, no qual tais fenômenos foram observados no início de maio.

Autores de diversas áreas, tais como agronomia, limnologia e meteorologia, têm publicado pesquisas relacionadas ao fenômeno das frentes frias (ABDOULAEV *et al*, 2001; ESCOBAR, 2007; JUSTI da SILVA e DIAS, 2002; MIRANDA *et al*, 2004; RODRIGUES *et al*, 2004; SOARES *et al*, 2005; TUNDISI *et al*, 2004; TUNDISI *et al*, 2008). Segundo Tundisi *et al* (2004) os impactos causados pelas frentes frias podem interferir na frequência da ocorrência de blooms de Cyanophyceae, o que está em

acordo com a hipótese das perturbações intermediárias de Connell (Sommer *et al*, 1993).

A hipótese de Connell foi uma proposta para explicar o paradoxo do plâncton, apresentada por Hutchinson (Hutchinson, 1961 apud Sommer *et al*, 1993). Hutchinson chamou atenção ao fato de que a alta diversidade planctônica era inconsistente com as presunções da competição exclusiva, que supunha uniformidade nos ambientes pelágicos. Os conceitos de equilíbrio predizem que a competição por recursos, tais como luz e nutrientes, eventualmente selecionaria as espécies mais aptas. De acordo com a hipótese de Connell, na ausência de perturbações no meio, a competição reduziria a diversidade a níveis mínimos. Por outro lado, sob a influência de perturbações intensas, apenas algumas espécies pioneiras poderiam se estabelecer após tais eventos. O que também levaria a uma redução na diversidade. Porém, se as perturbações no meio ocorrerem com frequências e intensidades intermediárias, isso favoreceria picos de diversidade, nos quais espécies dominantes não eram completamente excluídas por estas perturbações, mas elas proporcionariam condições para o estabelecimento de outras espécies (Sommer *et al*, 1993).

O impacto de perturbações de diferentes naturezas, bem como a aplicação da teoria da sucessão sobre as alterações sazonais no fitoplâncton têm sido bastante estudadas (ELORANTA, 1993; JACOBSEN and SIMONSEN, 1993; OLRİK and NAUWERCK, 1993; PADISÁK *et al*, 1988; PADISÁK, 1993; ROJO and CORBELAS, 1993; TRIFONIOVA, 1993).

Hinder *et al* (1999) verificaram que as condições meteorológicas constituem o principal fator promotor da variabilidade durante a sucessão fitoplanctônica sazonal. Arcifa (1999) em estudo realizado no lago Monte Alegre verificou que os fatores abióticos como temperatura e incidência luminosa, favoreceram aumentos de biomassa no sistema e que ventos fortes influenciaram a população de Bacillariophyceae, ressuspendendo as populações do sedimento e mantendo na coluna de água. Já em época com estratificação mais estável, as populações com capacidade de flutuação foram favorecidas, destacando-se o gênero *Microcystis*. Esse fato também é confirmado por Tundisi *et al* (2004; 2006; 2008).

Padisák (1980), em estudo realizado durante 3 verões consecutivos no lago Balaton (Hungria), verificou um aumento na eutrofização do primeiro ao terceiro ano. Verificou que no primeiro ano do estudo, a classe fitoplanctônica dominante era

Bacillariophyceae (61%). Nos dois anos seguintes sua abundância relativa passou a 35% em 1977, e finalmente a 17% no último ano. Concomitantemente, as Chlorophyceae e Cyanophyceae passaram a dominar, com dominâncias variando de 12% a 21% e de 16% a 59%, respectivamente.

Os reservatórios do sudeste do Brasil são principalmente polimíticos (LIMA *et al*, 1978; CHALAR e TUNDISI, 1999), e situações de estratificação são relativamente raras, e quando ocorrem estão relacionados a dias calmos e com alta luminosidade, temperaturas altas, e a ventos com baixa velocidade, portanto é mais freqüente no verão. Durante esses períodos de estratificação, a ocorrência de blooms tende a aumentar; sendo que a principal espécie observada é a *Microcystis aeruginosa*, mas outras espécies de Cyanophyceae também podem ocorrer (BEYRUTH, 2000). Ventos com altas velocidades tendem a aumentar a turbulência da coluna d'água, promovendo uma maior aeração, ressuspensão de matéria orgânica e homogeneizar a distribuição vertical dos organismos fitoplanctônicos. Tais fenômenos foram verificados por Tundisi *et al* (2006) no reservatório do Broa, observando o aumento da mistura das massas de água durante as frentes frias, bem como o estabelecimento de estratificação no período entre as mesmas.

Os principais aspectos espaço-temporais da sucessão fitoplanctônica em ambientes marinhos estão relacionados às estratificações térmicas e salinas, sendo que a maior influência por frentes frias está relacionada ao aumento da mistura na coluna d'água, devido à ação do vento (NÔMMANN e KAASIK, 1992; ROY *et al*, 2001). Babin *et al* (2004) vêm a corroborar com tal fenômeno ao observar o surgimento de florescimentos induzidos por furacões no mar dos sargaços, os quais promovem queda na temperatura superficial e aumento na intensidade e profundidade de mistura da coluna d'água.

O presente trabalho foi planejado a fim de verificar os efeitos da chegada de uma frente fria no município de Bariri sobre o sistema aquático, represa Álvaro de Souza Lima (represa de Bariri). Com as medidas das variáveis físicas e químicas em curto espaço de tempo (7 dias), antes e depois da passagem da frente fria feitas na represa de Bariri detectou-se que não ocorreu uma estratificação térmica na coluna d'água ao longo do período, apesar de a temperatura do ar no primeiro dia ter sido 30,5<sup>0</sup>C e no sétimo dia 19,8<sup>0</sup>C, tendo uma diferença de 10,7<sup>0</sup>C. Essa diminuição da temperatura é ocasionada pela chegada e posterior dissipação da frente, dependendo de sua intensidade. Os acentuados declínios de temperatura

juntamente com a entrada de ar frio nas regiões sul e sudeste do Brasil têm grande impacto social, pois ocasionam prejuízos, principalmente a setores agrícolas. Durante o inverno, a região subtropical da América do Sul é afetada por severas baixas de temperatura provocadas por sistemas frontais vindo do extremo sul do continente (ESCOBAR, 2007). Além do declínio da temperatura do ar também ocorreu uma diminuição da velocidade do vento, que de 10m/s medido no primeiro dia diminuiu a valores próximos de zero, um dia antes da chegada da frente fria voltando a aumentar no dia 8 e nos dias subsequentes, juntamente com a passagem da frente fria. Rodrigues *et al* (2004) também encontrou velocidade quase nula do vento no dia anterior à passagem da frente fria. Tundisi *et al* (2004; 2006; 2007) verificaram que após as passagens das frentes frias, há um período de calmaria caracterizado por uma estabilidade térmica, química e biológica nos sistemas aquáticos.

As medidas de perfil térmico realizadas na represa de Bariri durante o período de 7 dias (de 03 a 10 de maio/2007) mostraram leves micro-estratificações térmicas, que ocorreram na camada da superfície até 5,0m de profundidade nos dias subsequentes à passagem da frente fria. Isso não afetou na distribuição vertical de outras variáveis tais como oxigênio dissolvido, pH, condutividade. Apenas o valor de turbidez teve um aumento significativo até o dia 8(0), e após este dia, um decréscimo. A concentração dos ions fluoreto, lítio, sódio e amônio teve variação nesse periodo, bem como as concentrações de nitrogênio total, porém nada que indique alguma relação com a frente fria. Entretanto as concentrações de fosfato inorgânico, dureza, material em suspensão total, material em suspensão inorgânico, material em suspensão orgânico e clorofila *a* aumentaram visivelmente no dia 8, e nos dias subsequentes devendo estar relacionado com a velocidade do vento que aumentou após a chegada da frente fria provocando a homogeneização da coluna de água. O limite da zona eufótica também teve uma sensível diminuição após a chegada da frente fria no dia 08. Matthiensen *et al* (1999) atribui o aumento de clorofila *a* a ventos fortes que provocam ressuspensão de *pellets* de *Microcystis*, depositados durante as florações.

A população fitoplanctônica apresentou maior abundância de Cyanophyceae, Chlorophyceae e Zygnematochyceae no dia que antecedeu a chegada da frente fria (dia 07) quando a velocidade do vento era quase zero, conseqüentemente a superfície de água da represa de Bariri se apresentava como espelho sem nenhuma

onda. Porém, já no dia 08 com o aumento da velocidade do vento, houve diminuição da classe Cyanophyceae e aumento da abundância relativa das classes Bacillariophyceae, Chlorophyceae e Zygnematophyceae. As densidades de Cyanophyceae foram sensivelmente maiores no dia anterior à chegada da frente fria e nos dias posteriores houve uma dissipação do florescimento de Cyanophyceae, composta principalmente por *Microcystis* sp. e uma substituição por organismos fitoplanctônicos da classe Chlorophyceae, caracterizando assim uma pequena e rápida sucessão.

Em trabalho realizado por Tundisi e colaboradores (2004) sobre as respostas da comunidade planctônicas e da circulação vertical da represa do Broa à passagem das frentes frias, descreve-se que houve períodos alternados de estratificação e mistura vertical, dependendo da intensidade das frentes frias aos fatores relacionados à velocidade do vento e posterior dissipação das frentes frias.

O estado trófico de Bariri durante os dias amostrados não apresentou alterações em seus valores ou classificações, sendo hiper-eutrófico o tempo todo da amostragem. Porém, a análise estatística sugere três cenários diferentes, um do dia 3 ao 5 com relações entre os parâmetros temperatura, amônia e silicato; outro cenário diferenciando o dia 7 que antecedeu a frente fria e o terceiro cenário nos dias 8, 9 e 10 se associando com diversas classes fitoplanctônicas juntamente com altos valores de oxigênio e material em suspensão.



## 7 CONCLUSÕES

---

1 – Os sistemas lóticos da bacia do Tietê/Jacaré que tem como principais rios que dão o nome à bacia (Médio Rio Tietê, Rio Jacaré Guaçu e Rio Jacaré Pepira) encontram-se nas seguintes condições: a) Médio Rio Tietê – apresenta qualidade de água ruim, estado de trofia eutrófico a hipereutrófico. Afluentes que contribuem para esta condição: Rio Bauru e Rio Jaú; b) Rio Jacaré Guaçu – qualidade de água boa em todo trecho com exceção do afluente Córrego da Água Branca; c) Rio Jacaré Pepira – qualidade de água boa, rio preservado com matas ciliares.

2 – Os sistemas lênticos: a) Represa do Lobo (Broa) localizada na sub bacia do Rio Jacaré Guaçu pelo represamento do Ribeirão do Lobo que possui água de boa qualidade, a represa como todo encontra-se no estado oligo mesotrófico com boa qualidade de água, porém a região à montante que possui o afluente rio Itaqueri que por sua vez recebe o Córrego da Água Branca, encontra-se no estado mesotrófico a eutrófico; b) Represa de Bariri – qualidade de água péssima e estado de trofia hipereutrófico causada principalmente pela drenagem da matéria alóctone da bacia hidrográfica e do esgoto doméstico provindo do Rio Bauru; c) Represa de Ibitinga- pouco menos eutrofizada que a represa de Bariri, pois os afluentes que desembocam nessa represa são os rios Jacaré Pepira e Jacaré Guaçu que possuem boa qualidade de água.

3 – Os corpos de água lóticos que mostraram qualidade de água ruim são o rio Bauru que desemboca na represa de Bariri trazendo todo o esgoto doméstico não tratado da cidade de Bauru, com 350.000 habitantes e o Córrego da Água Branca que percorre a cidade de Itaqueri transportando todo o esgoto doméstico que recebe tratamento, porém de forma ineficiente e desembocando no rio Itaqueri que é afluente da represa do Broa.

4 – O Rio Bauru é o rio mais impactado da bacia do Tietê/Jacaré, apresentando baixo teor de oxigênio dissolvido, alta condutividade, alto teor de sólidos totais dissolvidos, alta concentração de fósforo e de carbono dissolvido total, além de altas concentrações de amônio, fluoreto, cloreto, brometo, sulfato, potássio, cálcio e alta dureza ( $\text{CaCO}_3$ ). A seguir vem o Córrego da Água Branca que apresenta também baixo teor de oxigênio, alto teor de fósforo, nitrito, amônio e também de outros elementos. O rio Jaú apesar de percorrer a cidade de Jaú com uma população de mais de 100 mil habitantes encontra-se menos poluído que o córrego da Água Branca.

5- A maioria das variáveis físicas e químicas analisadas nos ambientes lóticos, mostraram concentrações mais elevadas no período da seca do que na de chuva, porém nos ambientes lênticos, apesar da maioria das variáveis terem apresentado valores mais elevados no período da seca, as concentrações de fósforo, nitrogênio, carbono, cálcio nitrito e amônio foram mais elevadas no período da chuva.

6 – Os ambientes lóticos que apresentaram maiores concentrações de clorofila *a* foram o Córrego da Água Branca na época da chuva e o rio Jaú, também no período da chuva.

7 – Nos ambientes lênticos as concentrações de clorofila *a*, foram mais elevadas na época da chuva coincidindo com o índice do estado trófico calculado pela concentração de fósforo.

8 - A composição e abundância das classes fitoplanctônicas nos ambientes lóticos encontra-se relacionada com a correnteza e estado trófico dos corpos de água. Nesses corpos de água há predomínio da classe Bacillariophyceae, porém, no Córrego da Água Branca, que está eutrófico, houve predomínio das classes Chlorophyceae e Zygnematophyceae.

9 – Maior riqueza de fitoplâncton, entre os ambientes estudados, ocorreu no Córrego da Água Branca com 64 gêneros na época da seca e 59 gêneros na época

da chuva dos quais 25 pertencem à classe Chlorophyceae, 14 Bacillariophyceae, 10 à Zygnematophyceae, 7 à Cyanophyceae e 5 à Euglenophyceae.

10 – Nos reservatórios, a represa do Broa oligo-mesotrófica se caracterizou pela dominância da classe Bacillariophyceae com os principais gêneros: *Tabellaria*, *Rhizosolenia* e *Aulacoseira* na época da seca. No período de chuva (verão) as classes Chlorophyceae e Cyanophyceae (gêneros: *Oscillatoria*, *Spirulina*) também foram registradas em igual abundância a Bacillariophyceae. Nas represas hipereutrófica de Bariri e eutrófica de Ibitinga a classe Cyanophyceae com o gênero *Microcystis* apresentou uma dominância de 90%.

11- Considerando os dados do presente trabalho e os dados de outros ambientes eutróficos com relação ao desenvolvimento e abundância de Cyanophyceae chega-se à conclusão de que somente em ambientes eutróficos tendendo a hipereutróficos como o reservatório de Bariri e de Ibitinga ocorrem grande abundância de Cyanophyceae constituindo de 90 a 95% da população fitoplanctônica.

12 - A análise multivariada relacionando as variáveis abióticas com a diversidade e abundância fitoplanctônica corrobora a teoria de que ambientes oligomesotróficos, como a represa do Broa apresentam maior diversidade com predominância das classes Chlorophyceae e Bacillariophyceae que se desenvolvem em ambientes com pouca concentração de nutrientes, enquanto que em ambientes hipereutróficos com excesso de nutrientes desenvolvem Cyanophyceae com freqüentes florações como ocorre nas represas de Bariri e Ibitinga.

13 – A frente fria ocasiona período de estabilidade e de instabilidade das massas de água em reservatórios eutróficos através de fatores como aquecimento e resfriamento da superfície da água e a força do vento que atua na superfície promovendo mistura vertical.

14 – O período de estabilidade ocorre nos dias anteriores à chegada da frente fria quando há ausência quase total da força vento atuando na superfície da água. Nesse período ocorre floração intensa de Cyanophyceae, apresentando alta

densidade desse grupo. Após a chegada da frente fria, quando ocorre novamente a atuação da força do vento há uma mistura vertical das massas de água, dissipando a floração de Cyanophyceae diminuindo a densidade desse grupo fitoplanctônico e dando lugar a outros grupos como o das Chlorophyceae e Bacillariophyceae.

## **8 PERSPECTIVAS PARA FUTUROS ESTUDOS**

---

O presente trabalho que incluiu o estudo das frentes frias, afetando toda a dinâmica dos processos físicos, químicos e biológicos dos ecossistemas aquáticos, e que foi realizado na represa de Bariri, verificando pela primeira vez que as frentes frias podem afetar na mudança da composição fitoplanctônica, futuros estudos mais detalhados e concisos envolvendo os fenômenos climatológicos e ecológicos devem ser feitos, pois podem fornecer importantes ferramentas de combate à florações freqüentes de cianofíceas que ocorrem principalmente em sistemas eutrofizados.

Dessa forma é importante criar um programa onde pesquisadores de ambas as áreas (climatologia e limnologia) atuem conjuntamente para um objetivo comum.

- Estudo a longo prazo que permite o acompanhamento da formação de frentes frias juntamente com as análises limnológicas é essencial para a compreensão da dinâmica dos sistemas aquáticos
- Elaboração de modelos matemáticos de comportamento e distribuição da comunidade fitoplanctônica em função da ocorrência das frentes frias.
- Criação de uma base de dados unificada que contenha resultados de diversas áreas de pesquisa relacionados ao tema.
- Estudos específicos relacionando fenômenos meteorológicos com limnológicos, tais como a influência das frentes frias na estratificação térmica de reservatórios e na composição da comunidade fitoplanctônica.
- Estudos que verifiquem resultados da dispersão vertical e horizontal das comunidades fitoplanctônicas em função da frente fria.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** Washington: APHA/AWWA/WPCF. 20<sup>a</sup> ed., 1998.

ABDOULAEV, S.; MARQUES, V. S.; PINHEIRO, F. M. A.; MARTINEZ, E. F. A.; LENSKAIA, O. Análise de sistemas de mesoescala utilizando dados de descargas nuvem-terra. **Brazilian Journal of Geophysics**, v. 19, n. 1, p. 75-95, 2001.

ARCIFA, M. S. Lago Monte Alegre: Uma visão sobre a estrutura e hipóteses de funcionamento. cap. 3, p. 57-75. In: Henry, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais.** Botucatu, SP, FUNDBIO: FAPESP, 800 p. 1999.

AZEVEDO, S. M. F. O. Toxinas de cianobactérias: Causas e consequências para a saúde pública. **Medicina On line – Revista Virtual de Medicina**, v. 1, n. 3, ano 1, jul/ago/set. 1998.

BABIN, S. M.; CARTON, J. A.; DICKEY, T. D.; WIGGERT, J. D. Satellite evidence of hurricane-induced phytoplankton blooms in an oceanic desert. **Journal of Geophysical Research.**, v. 109, p. 1-21, 2004.

BARBOSA, F. A. R.; PADISAK, J.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; BORICS, G.; ROCHA, O. The cascading reservoir continuum concept (CRCC) and its application to the river Tietê-basin, São Paulo State, Brazil. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. Eds. **Theoretical reservoir ecology and its applications.** Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers. p. 425 – 437, 1999.

BEYRUTH, Z. Periodic disturbances, trophic gradient and phytoplankton characteristics related to cyanobacterial growth in Guarapiranga Reservoir, São Paulo state, Brazil. **Hydrobiologia**. v.424, p.51-65, 2000.

BICUDO, C. M. e BICUDO, R. M. T. **Algas de águas continentais brasileiras**. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências, São Paulo, 228 p. 1970.

BICUDO, C. E. de M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas continentais do Brasil**. Chave para identificação e descrições. São Carlos, SP: Editora Rima, 502 p. 2005.

BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. C.; MOLICA, R. Cianobactéria invasora. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 30, jan-jun, 2003.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique**. Tomo I: Les alguesvertes. Paris: Ed. Boubée e Cie, 572p 1972.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique**. Tomo II: Les alguesjaunes et brunes. Paris: Ed. Boubée e Cie, 468 p. 1968.

BOURRELY, P. **Les algues d'eau douce. Initiation à la systematique**. Tomo III: Euglêniens, Péridinies, Algues rouges et algues bleues. Paris: Ed. Boubée e Cie, 512 p. 1970.

CARLSON, R.E. A trophic state index for lakes. **Limnology and Oceanography**. v.22, n. 2, p. 361-369, 1977.

CAVENAGHI, A. L.; VELINI, E. D.; GALO, M. L. B. T.; CARVALHO, F. T.; NEGRISOLI, E.; TRINDADE, M.L.B.; SIMIONATO, J. L. A. Caracterização da qualidade de água e sedimento relacionados com a ocorrência de plantas aquáticas em cinco reservatórios da Bacia do rio Tietê. **Planta Daninha**. v.21, p.43-52, ed especial, 2003.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo 2000.**: CETESB, 2v.:i L; (série relatórios/ CETESB). 2001.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do estado de São Paulo - São Paulo**: CETESB - (Série Relatórios / Secretaria de Estado do Meio Ambiente), v.1, 273p, 2004.

CHALAR, G.; TUNDISI, J. G. Main processes in the water column determined by wind and rainfall at lobo (Broa) Reservoir. Implications for phosphorus cycling. In: TUNDISI, J.G.; STRASKRABA, M. Eds. **Theoretical reservoir ecology and its applications**. Rio de Janeiro, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers. p.53 – 65, 1999.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios>>. Acesso em: 2004.

CROSSETTI, L. O.; BICUDO, C. E. M. Adaptations in Phytoplankton life strategies to imposed changes in a shallow urban tropical eutrophic reservoir, Graças Reservoir, over 8 years. **Hydrobiologia**, v. 614, p. 91-105, 2008a.

CROSSETTI, L. O.; BICUDO, D. C.; BICUDO, C. E. M.; BINI, L. M. Phytoplankton biodiversity changes in a shallow tropical reservoir during the hypertrophication process. **Braz. J. Biol.**, v. 68, n. 4 (suppl.), p. 1061-1067, 2008b.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. 2004/2007 resumo. Disponível em: [http://www.daee.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arq=/acervoepesquisa/perh/perh2204\\_2207/perh20042007.htm](http://www.daee.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arq=/acervoepesquisa/perh/perh2204_2207/perh20042007.htm) Acesso em 2008.

De LEÓN, L.; CHALAR, G. Abundancia y diversidad del fitoplancton en el Embalse de Salto Grande (Argentina - Uruguay). Ciclo estacional y distribución espacial. **Limnetica**, v. 22, n. 1-2, p. 103-113, 2003.



DOMITROVIC, Y. Z.; POI de NEIFF, A. S. G.; CASCO, S. L. Abundance and diversity of phytoplankton in the Paraná river (Argentina) 220 km downstream of the Yacyretá reservoir. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 1, p. 53-63, 2007.

ELORANTA, P. Diversity and succession of the phytoplankton in a small lake over a two-year period. **Hydrobiologia**. v.249, p25-32, 1993.

ESCOBAR, G. C. J. Padrões sonóticos associados a ondas de frio na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22. n. 2, p. 241-254, 2007.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência: Finep, 575 p. 1998.

GARCIA, E. A. C. O clima no Pantanal Mato-Grossense. **Circular Técnica** n. 14. EMBRAPA. 42 p. 1984.

GEITLER, L. Cyanophyceae. In: Rabenhorst, L. Kriptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Leipzig, **Akad. Verlagsgesellschaft**. v. 14, 1932.

GIANI, A.; FIGUEIREDO, C. C. Recorrência de padrões sazonais do fitoplâncton num reservatório eutrófico (reservatório da Pampulha). cap. 17, p. 533-549. In: Henry, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, SP, FUNDBIO: FAPESP, 800 p. 1999.

GOLTERMAN, H.L.; CLYMO, R.S. & ONHSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analyses of freshwater**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 213 p. 1978.

GRECO, M. K. B.; FREITAS, J. R. de. On two methods to estimate production of *Eichhornia crassipes* in the eutrophic Pampulha reservoir (MG, Brazil). **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 3, p. 463-471, 2002.

HARRIS, G. P. Temporal and Spatial Scales in Phytoplankton Ecology. Mechanisms, Methods, Models and Management. **J. Fish. Aquat. Sci.**, vol 37, p877 - 900. 1980.

HENRY, R.; TUNDISI, J. G.; CURI, P. R. Efects of phosphorus and nitrogen enrichment on the phytoplankton in a tropical reservoir (Lobo Reservoir, Brazil). **Hidrobiologia**, v. 118, p.177-185, 1984.

HINDER, B.; GABATHULER, M.; STEINER, B.; HANSELMANN, K.; PREISING, H. R. Seasonal dynamics and phytoplankton diversity in high mountain lakes (Jori lakes, Swiss Alps). **J. Limnol.**, v. 59, p. 152-161, 1999.

HINO, K., TUNDISI, J. **Atlas da Represa do Broa**. 2. ed. Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Departamento de Ciências Biológicas: Série Atlas, volume II, 1984. 143p.

HUBER-PESTALOZZI, G. **Das Phytoplankton dês Susswassers**: Systematik und Biologie: Cryptophyceae, Chlormonadophyceae, Dinophyceae. Schweizbartsch Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1968. 132p.

HUSTED, T. **Bacillariophyta**. In: PASCER <A> Die Susswasser Flora Mitteleuropas. 2. ed. G. Fischer, Jena. v. 10, 466 p. 1930.

HUSZAR, V. L. M.; SILVA, L. H. S. A estrutura da comunidade fitoplanctônica no Brasil: Cinco décadas de estudos. In: BOZELLI, R. L. **Limnotemas**, n. 2, Publicação da Sociedade Brasileira de Limnologia. 21 p. jul. 1999.

HUTCHINSON, G. E. The paradox of plankton. **Am. Nat.** v. 95, p 137-147, 1961. Apud SOMMER, U.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S.; JUHÁSZ-NAGY, P. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiologia**. v.249, p. 1-7, 1993.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística): <http://www.ibge.gov.br/>, acesso em 2005.

IIEGA (INSTITUTO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA E GERENCIAMENTO AMBIENTAL) e EMBRAPA PANTANAL – IIE. **Relatório FINEP/CT-HIDRO**: Desenvolvimento de indicadores da qualidade das bacias hidrográficas do

Tietê/Jacaré (SP) e do rio Miranda (MS) para o enquadramento e manutenção da qualidade dos corpos de água. São Carlos, SP, 306 p. 2006.

JACOBSEN, B. A.; SIMONSEN, P. Disturbance events affecting phytoplankton biomass, composition and species diversity in a shallow, eutrophic, temperate lake. **Hydrobiologia**. v.249, p9-14, 1993.

JARDIM, F. A.; MACHADO, J. N. A.; SCHEMBRI, M. C. A. C.; AZEVEDO, S. M. F. O.; SPERLING, E. V. A experiência da COPASA no monitoramento, detecção e adoção de medidas mitigadoras para as cianobactérias tóxicas em estação de tratamento de água – MG-Brasil. **XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental**. 11 p. 2000.

KOMÁREK, I. A review of waterbloom forming *Microcystis* species, with regard to populations from Japan. **Algological Studies**, v. 64, p. 115-127, 1991.

LAMPARELLI, M. C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado do São Paulo: Avaliação dos métodos de monitoramento**. Tese de doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo - USP. Departamento de Ecologia. São Paulo. 2004.

LEÓN, L. De; CHALAR, G. Abundancia y diversidad del fitoplancton en el embalse de Salto Grande (Argentina-Uruguay). Ciclo estacional y distribución espacial. **Limnetica**. v.22 (1-2), p.103-113. 2003.

LORENZEN, C. J. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrophotometric equations. **Limnol. Oceanogr.** v. 12, p. 343-346, 1967.

LUND, H. C. e LUND J. W. G. **Freshwater algae**. Their microscopic world explored. Hong Kong: Bioexpress Limited, 360 p. 1995.

LUZIA, A. P. **Limnologia e grau de trofia dos reservatórios em cascata do rio Tietê (médio e baixo Tietê, São Paulo)**. Dissertação de mestrado, EESC-USP, São Carlos, SP, 101 p. 2004.

MAIER, M. H.; Considerações sobre características limnológicas de ambientes lóticos. **Bol. Inst. Pesca.** v. 5, n. 2, p. 75-90, 1978

MARGALEF, R. **Limnología de los embalses españoles.** Dirección General de Obras Hidráulicas, Dep. de Ecología de la Universidad de Barcelona. 423 p. 1976.

MARQUES, A. K. **Análise da diversidade fitoplanctônica no reservatório da Usina Hidroelétrica Luis Eduardo Magalhães, no médio Tocantins – TO: Estrutura da comunidade, flutuações temporais e espaciais.** Dissertação de mestrado em ciências do ambiente, Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 158 p. 2006.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. cap. 2, p. 41-54. In: Henry, R. **Ecologia de reservatórios:** estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu, SP, FUNDBIO: FAPESP, 800 p. 1999.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; LUZIA, A. P.; TUNDISI, J. G. Estado trófico dos reservatórios em cascata do médio e baixo Tietê (SP) e manejo para o controle da eutrofização. p. 141-160. In: TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; GALLI, C. S. **Eutrofização na América do Sul:** causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle. Instituto Internacional de Ecologia, São Carlos, SP, 531 p. 2006.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Occurrence of *Pseudodiaptomus gracilis* (F. Dahl, 1894), Copepoda, Calanoida in amazonian fresh waters. **Braz. J. Biol.** v. 67, n. 3, p. 585-586, 2007.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; ABE, D. S.; LUZIA, A. P.; RAEDER, L. F. O Efeito das Barragens do “River Continuum” (Médio Tietê) nos Fatores Biogeoquímicos e na Diversidade Zooplanctônica. In: **Seminário Internacional. Represa do Lobo:** 30 anos de Pesquisa em Limnologia, Gerenciamento e Participação da Comunidade e Bases Científicas para o Gerenciamento da Eutrofização. São Carlos. Resumos. São Paulo, UFSCar-USP, 40 p. 2000.

MATTHIENSEN, A.; YUNES, J. S.; CODD, G. A. Ocorrência e toxicidade de cianobactérias no estuário da Lagoa dos Patos, RS. **Rev. Brasil. Biol.**, v. 59, n. 3, p. 361-376, 1999.

MINOTI, R.T. **Variação Anual da Produção Primária e Estrutura da Comunidade Fitoplanctônica no reservatório de Salto Grande (Americana-SP)**. Dissertação de mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - EESC-USP, 1999.

MIRANDA, R. A. C. de; PEREIRA, F. R.; MONAT, A. S. Interceptação de chuva em cafezais adensados da região serrana centro-norte fluminense. **Rev. Bras. Agrometeorologia**, v. 12, n. 2, p. 283-288, 2004.

MIRANDE, V.; TRACANNA, B. C. Fitoplancton del río Gastona (Tucumán, Argentina): Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta y Rhodophyta. **Iheringia, Sér. Bot.**, Porto Alegre, v. 59, n. 1, p. 35-58, jan/jun. 2004.

MIZUNO, T. **Illustrations of the freshwater plankton of Japan**. Osaka, Japan: Hoikusha, 1964. 351p.

MORETTO, E. M.; NOGUEIRA, M. G. Physical and chemical characteristics of Lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita reservoir (São Paulo – Brasil). **Acta Limnol. Bras.**, v. 15, n. 1, p. 27-39, 2003.

NÔMMANN, S.; KAASIK, E. Hydrodynamical control of phytoplankton succession during the vernal light-limited phase in the Baltic Sea. **Inter-Research**, v. 84, p. 279-292, 1992.

NAKANE, K., KANG, H., HONG, S & HINO, K., et al. Dynamics of nutrients and heavy metals in the Han river and its basin in the Korean Peninsula. I Dynamics of nutrients (Na, K, Mg, Ca and P). **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, 21: 886-893.1981

NETO, M. S. S., ALVEZ, R., FIGUEIREDO, A.C. & HINO, K. et al. Caracterização hidrogeoquímica da bacia do rio Manso-Cuiabá, Mato Grosso. *Acta Limnológica Brasiliensia*, 6: 230-244. 1993

NOGUEIRA, M. G. **Composição, abundância e distribuição espaço temporal das populações planctônicas e das variáveis físico-químicas na Represa de Jurumirim, Rio Paranapanema, SP.** Tese de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - EESC-USP, 1996.

NUSH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Arch Hydrobiol. Beih.* (Ergebn. Limnol.), v.14, p 14-36. 1980.

OLRIK, K.; NAUWERCK, A. Stress and disturbance in the phytoplankton community of shallow, hypertrophic lake. *Hydrobiologia*. v.249, p15-24, 1993.

PADISÁK, J. Short-term studies on the phytoplankton of lake Balaton in the summers of 1976, 1977 and 1978. *Acta Botanica Academica Scientiarum Hungaricae*, v. 26, n. 3-4, p. 397-416, 1980.

PADISÁK, J. The influence of different disturbance frequencies on the species richness, diversity and equality of phytoplankton in shallow lakes. *Hydrobiologia*. v. 249, p. 135-156, 1993.

PADISÁK, J.; TOTH, L. G.; RAJCZY, M. The role of storms in the summer succession of the phytoplankton community in a shallow lake (Lake Balaton, Hungary). *Journal of Plankton Research*. v. 10. n. 4. p. 249-265. 1988.

PAYNE, A. I. The ecology of tropical lakes and rivers. Nova York: John Wiley & Sons, 1986 apud: TUNDISI, J.G; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 631p, 2008.

PEREIRA, R. G.; ESPÍNDOLA, E. L. G.; RODGHER, S.; FRACÁCIO, R.; ROCHA, O. Limnologia comparativa dos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê, SP. In: **Seminário Internacional**. Represa do Lobo-30 anos de Pesquisa em

Limnologia, Gerenciamento e Participação da Comunidade e Bases Científicas para o Gerenciamento da Eutrofização. 92 p. São Carlos. Resumos. São Paulo, UFSCar-USP, dez. 2000.

PERES, A. C. **Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para avaliação da qualidade da água do rio do Monjolinho, São Carlos, estado de São Paulo.** Tese de doutorado, UFSCar, SP, 116 p. 2002.

PIELOU, E. C. **Mathematical Ecology.** John Wiley & Sons. New York. 385pp. 1975.

PRESCOTT, G. W. **Algae of the Western Great Lake Area.** Dubuque, W.M.C. Brown Company Publ, 1966. 577p.

RAWSON, D. S. Algal indicators of trophic lake types. **Limnol. And Oceanog.** v. 1, p. 18-25, 1956.

REYNOLDS, C. S., **Functional morphology and adaptative strategies of freshwater phytoplankton**, pp. 388-433. In: C. D. Sandgren, (ed.), Growth and reproductive strategies of freshwater phytoplankton, Cambridge Univ. Press. 1988.

REYNOLDS, C. S. Temporal scales of variability in pelágic environments and the response of phytoplankton. **Freshwater Biology**, vol. 23, p. 25 - 53. 1990.

REYNOLDS, C. S. What factors influence the species composition of phytoplankton in lake of different trophic status? **Hydrobiologia**, v. 369/370, p. 11-26, 1998.

RIETZLER, A. C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Life cycle, feeding and adaptative strategy implications on the co-occurrence of *Argyrodiaptomus furcatus* and *Notodiaptomus iheringi* in Lobo-Broa reservoir (SP, Brazil). **Braz. J. Biol.**, v. 62, n. 1 ,p. 93-105, 2002.

RODRIGUES, M. L. G.; FRANCO, D. SUGAHARA, S. Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 22, n. 2, p. 135-151, 2004.

RODRIGUES, S. C.; TORGAN, L.; SCHWARZBOLD, A. Composição e variação sazonal da riqueza do fitoplâncton na foz de rios do delta do Jacuí, RS, Brasil. **Acta bot. bras.**, v. 21, n. 3, p. 707-721, 2007.

RODRIGUES, W.C. DivEs - Diversidade de espécies. Versão 2.0. Software e Guia do Usuário, 2005. Disponível em: <<http://www.ebras.bio.br>>. Acesso em: 02 nov. 2005.

ROJO, C.; COBELAS, M. A. Hypertrophic phytoplankton and the intermediate disturbance hypothesis. **Hydrobiologia**. v. 249, p. 43-57, 1993.

ROY, C.; WEEKS, S.; ROUAULT, M.; NELSON, G.; BARLOW, R.; van der LINGEN, C. Extreme oceanographic events recorded in the Southern Benguela during the 1999-2000 summer season. **South African Journal of Science**, v. 97, p. 465-471, nov./dec. 2001.

SABATER, F. et al. Chemical characteristics of a Mediterranean river as influenced by land use in the watershed. **Water Research**, 4(2): 143-155. 1990.

SALUSSO M. M.; MORAÑA L. B. Comparación de índices bióticos utilizados en el monitoreo de dos sistemas lóticos del noroeste argentino. **Rev. Biol. Trop.** v. 50 p. 327-336, 2002.

SANT'ANNA, C.L. Chroococcales (Chlorophyceae) do Estado de São Paulo, Brasil. **Bibl. Phycol.** v.67, p. 1-348, 1984.

SANT'ANNA, C.L.; XAVIER, M. B. E Sormus, L. Estudo do fitoplâncton da represa de Serraria, Estado de São Paulo, Brasil. **Ver. Brasil. Biol.** v. 48, n.1, p. 83-102, 1988.

SILVA, C. A.; TRAIN, S.; RODRIGUES, L. C. Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica a jusante e montante do reservatório de Corumbá, Caldas Novas, estado de Goiás, Brasil. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 2, p. 283-290, 2001.



SILVA, M. G. A. J. da; DIAS, M. A. F. da S. A frequência de fenômenos meteorológicos na América do Sul: uma climatologia. **XII Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Foz de Iguaçu, PR. p. 860-867, 2002.

SOARES, F. S.; FRANCISCO, C. N.; CARVALHO, C. N. de. Análise dos fatores que influenciam a distribuição espacial da precipitação no litoral sul fluminense, RJ. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, IMPE, Goiânia, GO. p. 3365-3370, abr. 2005.

SOMMER, U.; PADISÁK, J.; REYNOLDS, C. S.; JUHÁSZ-NAGY, P. Hutchinson's heritage: the diversity-disturbance relationship in phytoplankton. **Hydrobiologia**. v.249, p. 1-7, 1993.

SOUZA, A. D. G.; TUNDISI, J. G. Hidrogeochemical comparative study of the Jaú and Jacaré-guaçu river watersheds, São Paulo, Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** (Braz. J. Biol.), v. 60, n. 4, p. 563-570, 2000.

SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Minas Gerais. 243p. 1996.

STRASKRABA, M.; DOSTALKOVA, I.; HEJZLAR, J.; VYHNALEK, V. The Effect of Reservoirs on Phosphorus Concentration. **Int. Revue ges. Hidrobiol.** v. 80, p. 403-413, 1995.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. **Diretrizes para o gerenciamento de lagos**. in: Gerenciamento da qualidade da água de represas. v.9. São Carlos: ILEC, IIE. 280p, 2000.

STREBLE, H.; KRAUTER, D. **Atlas de los microorganismos de água Dulce**. La vida em uma gota de água. Plató Barcelona: Ediciones Omega, S.A., . 337p.1987

STRICKLAND, J. D. H.& PARSONS, T. R. A manual of seawater analysis. **Bull. Fish. Res. Board Can.**, v 125, p 1-18. 1960.

SURIANI, A.L.; FRANÇA, R.S.; ROCHA, O. A malacofauna bentônica das represas do médio rio Tietê (São Paulo, Brasil) e uma avaliação ecológica das espécies exóticas invasoras, *Melanooides tuberculata* (Müller) e *Corbicula fluminea* (Müller). **Rev. Bras. Zool.** v. 24, n.1, p.21-32, 2007.

TEIXEIRA, C.; TUNDISI, J.G.; KUTNER, M.B. Plankton studies in a mangrove II: the standing-stock and some ecological factors. **Bol. Inst. Oceanogr.** São Paulo, v. 24, p. 23-41, 1965

TEIXEIRA, D. **Caracterização limnológica dos sistemas lóticos e variação temporal e espacial de invertebrados bentônicos na bacia do Ribeirão do Feijão** (São Carlos - SP). 1993. 193p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1993.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia**. 2. ed. Artmed, Porto Alegre, RS, 592 p. 2006.

TRIFONOVA, I. Seasonal succession of phytoplankton and its diversity in two highly eutrophic lakes with different conditions of stratification. **Hydrobiologia**. v. 249, p. 93-100, 1993.

TUNDISI, J.G. Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI, J.G. ed. **Limnologia e manejo de represas**. Monografias em Limnologia. São Carlos, USP/EESC/CRHEA. Vol I, Tomo 1, p.1-76. 1988.

TUNDISI, J. G. Distribuição espacial, sequência temporal e ciclo sazonal do fitoplâncton em represas: fatores limitantes e controladores. *Rev. Brasil. Biol* (Brazilian Journal of Biology). v. 50, n. 4. p. 937-955. 1990.

TUNDISI, J. G. **Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios**. São Carlos: IIE. 24p.1999a.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: Teoria, Aplicações e perspectivas para usos múltiplos. cap. 1, p. 21-38. In: Henry, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu, SP, FUNDBIO: FAPESP, 800 p. 1999b.

TUNDISI, J.G. Água no século XXI: Enfrentando a escassez. São Carlos. RIMA, iie. 248p. 2003.

TUNDISI, J.G; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, 631p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ABE, D. S. Climate monitoring before and during limnological studies: a needed integration. **Braz. J. Biol.**, v. 67, n. 4, p. 795-796, 2007.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ABE, D. S.; ROCHA, O.; STARLING, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. cap. 7, p. 203-240. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3. ed. Escrituras Editora, São Paulo, 748 p. 2008.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ARANTES JUNIOR, J. D.; TUNDISI, J. E. M.; MANZINI, N. F.; DUCROT, R. The response of Carlos Botelho (Lobo, Broa) reservoir to the passage of cold fronts as reflected by physical, chemical, and biological variables. **Braz. J. Biol.**, v. 64, n. 1, p. 177-186, 2004.

TUNDISI, J. G.; SEBASTIEN, N. Y.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. E. M.; MANZINI, N. F. The response of reservoir of southeastern Brazil to the passage of cold fronts as reflected by physical, chemical and biological variables. **Verh. Internat. Verein. Limnol.**, v. 29, p. 2124-2128, oct. 2006.

UTERMOHL, H. Zur Vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodic. **Mitt. int. ver. theor. limnol.**, v.9, p. 1-39, 1958.

VALDERRAMA, J.C. The simultaneous analyses of TN and TP in natural waters. **Mar. Chem.**, v. 10, p. 109-112. 1981.

VAN DEN HOEK et al. **Algae**. An introduction to phycology. Cambridge: University press, 1995. 627p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Recife: Versão digital, 522p. 2005.

VIEIRA, M. S.; FERREIRA, J. R.; CASTRO, P. M. G.; ROCHA, A. A. Aspectos da química da água e do sedimento do reservatório de Ibatinga (São Paulo – Brasil - 21° 45' S e 48° 50' W). **Boletim do Instituto de Pesca**. São Paulo, v. 28, n. 1, p. 77-91, 2002.

WETZEL, R. G. **Limnology**. W. B. Saunders. Philadelphia.1975.

WETZEL, R. G.; LIKENS, G. E. **Limnological analyses**. 2 ed. Springer-Verlag, New York, 391 pp. 1991.

WHITFIELD, P. H. Regionalization of water quality in the upper Fraser river basin, Bristh Columbia. **Water Research**, 17(9): 1053-1066. 1983.

WOO-MYUNG, H.; BONCHUL, K. The change in N/P ratio with eutrophication and cyanobacterial blooms in Lake Soyang, Korea. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** v. 26, p. 491-495, 1997.

## Apêndice - vista geral dos pontos de coleta SISTEMAS LÓTICOS



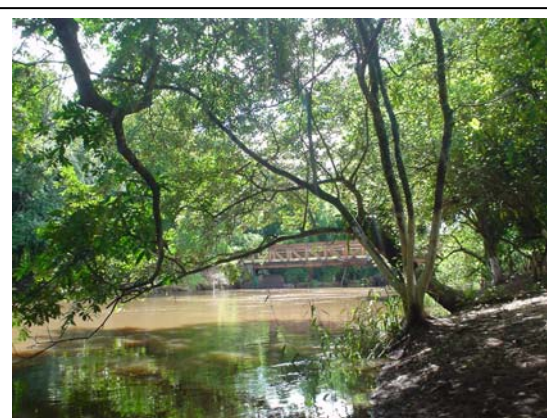
JG 01 – Rio Chibarro (Araraquara)



JG 02 – R. Jacaré-Guaçu



JG 03 - R. Boa Esperança



JG 04 - R. Jacaré-Guaçu (Gavião Peixoto)



JG 05 – Cor. Água Branca



JP 01 - R. Jacaré Pepira (Brotas)



JP 02 – R. Jacaré-Pepira, próximo à Dourado



BAR 02 – Rio Bauru



BAR 04 - Rio Jaú



IBI 02 - Rio Jacaré Pepira



IBI 04 - rio Jacaré Guaçu



## SISTEMAS LÓTICOS



BRO 01 – Rib. do Lobo/ Rio Itaqueri



BRO 02 – Próximo à barragem (Broa)



BAR 01 – R. Tietê, montante Bauru



BAR 03 – R. Tietê, jusante Bauru



BAR 05 – UHE Bariri margem próxima à barragem



IBI 01 – R. Tietê, montante Pepira



IBI 03 - R. Tietê, jusante Pepira



IBI 05 – UHE Ibitinga próximo a barragem



Valores de pH, condutividade, oxigênio dissolvido (OD), temperatura, total de sólidos suspensos (TDS) e potencial de oxido redução (ORP) nos ambientes lóticos durante os dois períodos de coleta.

		pH		cond (mS/cm)		O.D. (mg/L)		temperatura		TDS (g/L)		ORP (mV)	
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	<b>JG 01</b>	6,48	5,52	0,019	0,022	8,02	5,21	17,5	20,3	0,01	0,01	187	328
	<b>JG 02</b>	4,50	6,40	0,072	0,052	5,36	5,07	19,9	21,4	0,05	0,03	355	380
	<b>JG 03</b>	7,73	6,45	0,065	0,049	6,61	6,52	20,6	21,3	0,04	0,03	367	355
	<b>JG 04</b>	8,09	7,71	0,078	0,048	7,66	6,82	20,1	22,1	0,05	0,03	388	393
	<b>JG 05</b>	6,38	5,76	0,056	0,047	5,5	3,39	17	21	0,04	0,03	232	181
Jacaré Pepira	<b>JP 01</b>	7,06	6,62	0,027	0,022	7,88	6,82	15,4	20,6	0,02	0,01	231	382
	<b>JP 02</b>	7,76	6,64	0,045	0,039	6,82	6,8	19,9	21,9	0,03	0,03	382	325
<b>Bauru</b>	<b>BAR 02</b>	6,46	6,87	0,229	0,133	2,12	4,46	17,61	21,9	0,15	0,09	296	301
<b>Jaú</b>	<b>BAR 04</b>	7,27	7,43	0,194	0,236	7,26	6,25	20,6	24	0,13	0,15	375	343
Tietê	<b>IBI 02</b>	8,27	7,33	0,044	0,043	6,5	7,62	23,7	25,4	0,03	0,03	385	355
	<b>IBI 04</b>	8,35	7,08	0,168	0,059	7,81	6,65	24,2	27,3	0,11	0,04	357	386

Concentrações de fluoreto, cloreto, nitrito, brometo, nitrato e sulfato nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	Fluoreto (µg/L)		Cloreto (mg-Cl/L)		Nitrito (µg-N/L)		Brometo (µg/L)		Nitrato (µg-N/L)		Sulfato (µg-S/L)	
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	JG 01	137,22	83,33	2,96	1,82	0,03	0,00	10,15	5,99	1399,88	79,59	0,09	0,10
	JG 02	82,02	105,65	1,80	3,83	39,60	86,31	6,87	5,23	1010,41	692,31	0,44	0,44
	JG 03	56,17	62,62	2,40	2,66	0,21	0,00	6,37	4,14	657,19	288,90	0,12	0,12
	JG 04	85,26	76,90	1,05	5,23	39,13	0,00	5,22	5,61	1295,87	382,95	0,54	0,41
	JG 05	140,51	69,36	26,35	4,83	272,40	0,00	1,28	1,33	3633,42	256,83	1,12	0,28
Jacaré Pepira	JP 01	213,18	66,56	7,40	1,81	0,00	0,00	12,78	5,43	907,46	34,45	0,22	0,11
	JP 02	27,39	142,94	1,95	2,17	1,86	0,00	8,02	3,21	499,67	406,79	0,10	0,12
Bauru	BAR 02	1527,62	188,32	110,70	8,15	23,69	29,35	268,44	24,32	1616,72	259,56	26,25	2,42
Jaú	BAR 04	1662,02	478,81	123,43	26,93	0,00	24,97	157,70	23,18	15460,01	2896,19	30,76	8,74
Tietê	IBI 02	38,55	76,04	0,21	1,87	0,15	0,00	7,53	5,02	231,50	229,78	0,14	0,16
	IBI 04	1320,97	74,04	94,12	4,04	0,00	0,00	117,61	5,73	10229,33	608,62	30,44	0,50

Local de coleta Reservatórios	Estação	Fluoreto (µg/L)		Cloreto (mg-Cl/L)		Nitrito (µg-N/L)		Brometo (µg/L)		Nitrato (µg-N/L)		Sulfato (µg-S/L)	
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	BRO 01	78,99	34,36	4,75	1,95	0,41	0,00	3,09	1,97	258,93	97,83	0,08	0,21
	BRO 02	43,32	22,36	8,03	1,93	0,47	0,00	14,10	4,35	277,19	89,92	0,53	0,18
Bariri	BAR 01	1861,63	605,07	147,58	34,72	0,00	21,14	206,17	30,57	20475,03	5923,89	39,61	10,97
	BAR 03	1999,41	587,23	140,13	29,89	14,47	37,38	184,81	26,26	20354,69	5116,63	38,98	9,81
	BAR 05	1929,52	547,97	157,11	33,96	0,00	55,55	196,97	22,44	20781,19	4472,38	39,03	10,24
Ibitinga	IBI 01	307,90	515,04	6,98	30,88	0,21	54,67	40,39	23,47	2074,10	4389,07	6,11	9,91
	IBI 03	298,60	519,79	6,56	29,86	0,00	34,94	39,07	24,06	1912,34	3856,30	5,67	9,31
	IBI 05	305,59	498,51	6,67	26,58	0,00	17,31	31,51	17,57	1942,83	2718,07	5,40	8,14

Concentrações de amônio, potássio, magnésio e cálcio nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	Amônio	Amônio	Potássio	Potássio	Magnésio	Magnésio	Cálcio	Cálcio
		( $\mu\text{g-N/L}$ )	( $\mu\text{g-N/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçu	JG 01	16,12	125,09	1,25	1,60	0,74	0,72	1,54	1,67
	JG 02	122,35	513,46	1,85	1,98	1,97	1,50	5,66	5,14
	JG 03	32,25	209,21	1,64	2,18	2,84	1,90	6,83	5,23
	JG 04	54,06	336,48	1,61	2,23	2,02	1,44	5,71	4,57
	JG 05	2896,50	2003,03	1,30	1,56	0,02	0,60	1,05	2,86
Jacaré Pepira	JP 01	10,43	100,51	0,69	0,87	1,25	0,90	2,80	2,43
	JP 02	13,28	105,42	1,05	1,30	1,91	1,50	4,98	4,47
Bauru	BAR 02	5784,47	3179,06	3,05	2,82	3,64	2,58	13,88	11,72
Jaú	BAR 04	2,85	3048,51	3,42	6,04	3,72	3,54	13,13	14,92
Tietê	IBI 02	0,00	36,05	1,48	1,69	1,89	1,63	4,66	4,86
	IBI 04	2,85	321,18	3,45	2,63	3,49	1,72	12,14	5,16

Local de coleta Reservatórios	Estação	Amônio	Amônio	Potássio	Potássio	Magnésio	Magnésio	Cálcio	Cálcio
		( $\mu\text{g-N/L}$ )	( $\mu\text{g-N/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )	( $\text{mg/L}$ )
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	BRO 01	3,79	84,12	0,38	1,13	0,45	0,49	0,70	1,04
	BRO 02	27,50	92,31	0,49	0,83	0,46	0,45	0,84	1,10
Bariri	BAR 01	1,90	0,00	3,87	6,97	3,60	3,38	13,93	16,83
	BAR 03	0,00	0,00	3,99	6,48	3,67	3,26	14,09	15,47
	BAR 05	0,00	2737,71	3,96	6,53	3,64	3,30	13,89	15,99
Ibitinga	IBI 01	0,00	0,00	3,72	6,38	3,80	3,15	13,06	15,42
	IBI 03	5,69	0,00	3,59	6,18	3,61	3,17	12,65	14,98
	IBI 05	0,95	0,00	3,50	5,65	3,56	2,95	12,27	13,52

Concentrações de fosfato inorgânico e fosfato total dissolvido nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	Fosfato inorgânico (µg/L)	Fosfato inorgânico (µg/L)	PO4 TD (µg/L)	PO4 TD (µg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	JG 01	5,72	5,76	5,38	8,05
	JG 02	38,06	3,44	48,77	7,75
	JG 03	12,19	4,85	15,25	7,00
	JG 04	58,27	17,82	72,05	24,39
	JG 05	210,00	76,12	224,61	84,22
Jacaré Pepira	JP 01	5,49	1,16	6,89	3,19
	JP 02	9,93	6,24	11,94	10,16
Bauru	BAR 02	197,88	17,94	242,03	24,91
Jaú	BAR 04	28,49	24,10	36,78	36,02
Tietê	IBI 02	5,94	9,75	12,89	23,56
	IBI 04	7,67	22,04	16,25	43,25

Local de coleta Reservatórios	Estação	Fosfato inorgânico (µg/L)	Fosfato inorgânico (µg/L)	PO4 TD (µg/L)	PO4 TD (µg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	BRO 01	4,55	4,76	5,05	9,14
	BRO 02	3,51	1,00	5,52	2,67
Bariri	BAR 01	41,30	46,10	48,38	61,80
	BAR 03	42,04	50,46	49,56	65,09
	BAR 05	42,16	44,72	48,34	62,94
Ibitinga	IBI 01	11,30	42,21	18,55	58,88
	IBI 03	12,30	21,93	19,86	40,16
	IBI 05	18,07	23,82	24,09	39,17

Concentrações de carbono total dissolvido (DTC), carbono inorgânico dissolvido (DIC) e carbono orgânico dissolvido nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	DTC (ppm)	DTC (ppm)	DIC (ppm)	DIC (ppm)	DOC (ppm)	DOC (ppm)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	JG 01	2,50	5,11	1,61	0,15	0,88	4,96
	JG 02	6,87		5,19		1,68	
	JG 03	6,72	6,80	6,25	2,05	0,47	4,75
	JG 04	6,14	9,33	5,03	3,03	1,11	6,30
	JG 05	5,37	5,45	4,07	3,06	1,30	2,40
Jacaré Pepira	JP 01	3,38	4,55	2,89	1,46	0,49	3,09
	JP 02	4,63	6,13	3,88	1,69	0,75	4,45
Bauru	BAR 02	21,68	13,08	19,05	9,14	2,63	3,94
Jaú	BAR 04	11,07	12,94	9,33	10,34	1,74	2,61
Tietê	IBI 02	5,35	6,02	3,99	2,98	1,36	3,05
	IBI 04	9,31	6,33	7,90	4,12	1,41	2,21

Local de coleta Reservatórios	Estação	DTC (ppm)	DTC (ppm)	DIC (ppm)	DIC (ppm)	DOC (ppm)	DOC (ppm)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	BRO 01	2,04	9,59	1,30		0,73	
	BRO 02	2,40	3,19	0,69		1,71	
Bariri	BAR 01	11,55	13,05	9,23	8,87	2,32	4,18
	BAR 03	10,92	13,37	9,21	10,69	1,71	2,68
	BAR 05	10,91	14,10	9,16	10,00	1,75	4,10
Ibitinga	IBI 01	10,13	13,30	8,72	10,55	1,41	2,75
	IBI 03	10,25	12,73	8,42	10,25	1,83	2,48
	IBI 05	9,97	12,72	8,32	9,28	1,65	3,45

Valores de alcalinidade e dureza nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	alcalinidade	alcalinidade	Dureza	Dureza
		(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	<b>JG 01</b>	7,464	7,87	4,600	7,60
	<b>JG 02</b>	23,288	17,66	16,500	14,90
	<b>JG 03</b>	27,069	21,49	23,300	18,70
	<b>JG 04</b>	22,193	16,85	16,900	15,00
	<b>JG 05</b>	15,028	14,93	5,600	7,80
Jacaré Pepira	<b>JP 01</b>	11,942	7,67	10,000	7,10
	<b>JP 02</b>	18,212	16,24	17,000	14,70
Bauru	<b>BAR 02</b>	78,820	45,61	42,100	35,50
Jaú	<b>BAR 04</b>	39,609	47,52	42,300	45,50
Tietê	<b>IBI 02</b>	15,824	17,15	14,100	17,40
	<b>IBI 04</b>	35,230	20,58	38,600	17,40

Local de coleta Reservatórios	Estação	alcalinidade	alcalinidade	Dureza	Dureza
		(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )	(mg/L CaCO <sub>3</sub> )
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	<b>BRO 01</b>	3,284	1,11	1,900	2,20
	<b>BRO 02</b>	3,384	2,32	2,100	1,10
Bariri	<b>BAR 01</b>	39,609	47,12	43,700	50,80
	<b>BAR 03</b>	40,704	45,30	46,800	52,00
	<b>BAR 05</b>	41,301	48,84	44,300	49,90
Ibitinga	<b>IBI 01</b>	37,917	48,23	41,400	49,70
	<b>IBI 03</b>	36,325	47,02	39,400	47,60
	<b>IBI 05</b>	35,031	45,61	39,800	45,40

Concentrações de material em suspensão total , material em suspensão inorgânico, material em suspensão orgânico e silicato nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	M. S. Total (mg/l)		M. S. Inorgânico (mg/l)		M. S. Orgânico (mg/l)		Silicato (µg/L)	Silicato (µg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	<b>JG 01</b>	4,547	13,16	2,720	7,28	1,827	5,88	2,165	2,951
	<b>JG 02</b>	32,384	36,01	21,202	26,04	11,182	9,98	6,818	5,343
	<b>JG 03</b>	26,938	36,94	20,943	27,69	5,995	9,25	9,271	6,704
	<b>JG 04</b>	14,052	15,35	10,195	10,29	3,857	5,05	6,174	4,971
	<b>JG 05</b>	3,110	9,57	0,862	1,72	2,248	7,85	2,114	1,984
Jacaré Pepira	<b>JP 01</b>	4,887	25,62	3,296	17,73	1,591	7,89	3,169	2,972
	<b>JP 02</b>	16,484	33,59	12,315	24,80	4,169	8,79	6,875	5,720
Bauru	<b>BAR 02</b>	30,573	35,43	10,620	25,43	19,953	10,00	8,915	7,806
Jaú	<b>BAR 04</b>	3,162	6,73	1,113	2,69	2,049	4,04	6,631	2,943
Tietê	<b>IBI 02</b>	3,990	7,38	2,236	4,95	1,754	2,44	5,196	3,704
	<b>IBI 04</b>	2,681	4,78	0,651	2,04	2,030	2,74	4,743	4,246

Local de coleta Reservatórios	Estação	M. S. Total (mg/l)		M. S. Inorgânico (mg/l)		M. S. Orgânico (mg/l)		Silicato (µg/L)	Silicato (µg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	<b>BRO 01</b>	1,842	42,08	0,712	30,46	1,130	11,61	0,446	0,487
	<b>BRO 02</b>	3,054	1,98	0,746	0,32	2,308	1,66	0,591	0,320
Bariri	<b>BAR 01</b>	3,442	5,09	1,947	1,85	1,495	3,24	4,569	2,370
	<b>BAR 03</b>	4,219	5,71	1,377	1,50	2,842	4,21	4,648	2,665
	<b>BAR 05</b>	3,112	10,79	1,352	1,93	1,760	8,85	4,964	2,876
Ibitinga	<b>IBI 01</b>	2,730	4,67	1,091	0,64	1,639	4,03	4,405	2,664
	<b>IBI 03</b>	1,351	22,85	0,333	0,00	1,018	22,85	4,624	3,127
	<b>IBI 05</b>	1,612	7,16	0,437	0,76	1,175	6,39	4,850	3,627

Concentrações de fósforo total e nitrogênio nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	Fosforo total (µg/L)	Fosforo total (µg/L)	nitrogênio total (mg/L)	nitrogênio total (mg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Jacaré Guaçu	<b>JG 01</b>	8,97	36,37	0,23	2,59
	<b>JG 02</b>	90,81	36,20	1,49	2,83
	<b>JG 03</b>	29,45	35,67	0,42	2,35
	<b>JG 04</b>	98,06	86,83	0,23	2,78
	<b>JG 05</b>	261,03	236,40	2,09	17,33
Jacaré Pepira	<b>JP 01</b>	10,32	13,63	0,05	16,95
	<b>JP 02</b>	26,39	22,83	0,23	2,73
Bauru	<b>BAR 02</b>	574,68	113,33	7,34	4,24
Jaú	<b>BAR 04</b>	51,08	65,83	0,49	2,59
Tietê	<b>IBI 02</b>	16,23	22,95	0,19	2,59
	<b>IBI 04</b>	37,27	57,60	0,28	7,84

Local de coleta Reservatórios	Estação	Fosforo total (µg/L)	Fosforo total (µg/L)	nitrogênio total (mg/L)	nitrogênio total (mg/L)
		Seca	Chuva	Seca	Chuva
Broa	<b>BRO 01</b>	43,23	28,00	0,19	11,30
	<b>BRO 02</b>	51,77	11,85	0,30	2,75
Bariri	<b>BAR 01</b>	66,31	90,10	0,53	2,66
	<b>BAR 03</b>	70,56	99,97	0,70	2,83
	<b>BAR 05</b>	66,06	111,42	0,53	3,53
Ibitinga	<b>IBI 01</b>	52,06	86,57	0,58	2,73
	<b>IBI 03</b>	33,37	170,63	0,33	4,26
	<b>IBI 05</b>	36,35	82,12	0,46	3,20



Concentrações de clorofila *a* nos diferentes pontos de coleta dos ambientes lóticos e lênticos durante os dois períodos amostrados.

Local de coleta Rios	Estação	Clorofila (µg/L)	
		Seca	Chuva
Jacaré Guaçú	<b>JG 01</b>	0,965	0,770
	<b>JG 02</b>	0,536	*
	<b>JG 03</b>	0,804	*
	<b>JG 04</b>	1,045	*
	<b>JG 05</b>	7,560	38,368
Jacaré Pepira	<b>JP 01</b>	0,440	1,295
	<b>JP 02</b>	0,978	2,791
Bauru	<b>BAR 02</b>	3,852	0,871
Jaú	<b>BAR 04</b>	12,798	17,661
Tietê	<b>IBI 02</b>	4,955	3,770
	<b>IBI 04</b>	7,549	9,081

Local de coleta Reservatórios	Estação	Clorofila (µg/L)	
		Seca	Chuva
Broa	<b>BRO 01</b>	0,057	1,038
	<b>BRO 02</b>	7,984	2,124
Bariri	<b>BAR 01</b>	6,171	12,727
	<b>BAR 03</b>	17,264	24,363
	<b>BAR 05</b>	11,702	62,451
Ibitinga	<b>IBI 01</b>	8,527	15,741
	<b>IBI 03</b>	4,079	109,854
	<b>IBI 05</b>	7,784	34,684

Concentrações de clorofila a nos diferentes dias de coleta na represa de Bariri e nas diferentes profundidades de penetração de luz.

dia	% penetração de luz	prof	Clorofila a (µg/L)
3/5/2007	100%	0,0	9,779
	50%	0,5	10,373
	20%	1,1	8,978
	10%	2,4	10,606
	1%	4,5	16,272
	Afótica	8,0	6,786
<hr/>			
4/5/2007	100%	0,0	11,57
	50%	0,5	11,81
	20%	1,4	10,61
	10%	2,0	10,94
	1%	4,1	9,82
	Afótica	8,0	10,18
<hr/>			
5/5/2007	100%	0,0	15,50
	50%	0,5	11,29
	20%	1,2	10,98
	10%	2,0	7,25
	1%	4,2	6,08
	Afótica	8,0	5,10
<hr/>			
7/5/2007	100%	0,0	5,60
	50%	0,6	4,64
	20%	1,5	5,16
	10%	2,3	4,67
	1%	3,2	3,76
	Afótica	8,0	2,69

dia	% penetração de luz	prof	Clorofila a (µg/L)
8/5/2007	100%	0,0	16,84
	50%	0,5	10,48
	20%	1,4	4,49
	10%	2,2	4,98
	1%	4,3	3,22
	Afótica	8,0	2,10
<hr/>			
9/5/2007	100%	0,0	4,74
	50%	0,5	3,92
	20%	1,5	4,34
	10%	2,5	4,04
	1%	5,0	4,24
	Afótica	8,0	3,31
<hr/>			
10/5/2007	100%	0,0	11,92
	50%	0,5	12,23
	20%	1,5	11,61
	10%	2,0	11,54
	1%	3,5	11,56
	Afótica	8,0	10,93