

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

**Macroinvertebrados Bentônicos como Indicadores da
Qualidade da Água em Rios e Reservatórios da Bacia
Hidrográfica do Tietê-Jacaré (SP)**

Daniela Cambeses Pareschi

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
2008

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

P228mb

Pareschi, Daniela Cambeses.

Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água em rios e reservatórios da bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré (SP) / Daniela Cambeses Pareschi. -- São Carlos : UFSCar, 2009.

172 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2008.

1. Macroinvertebrados bentônicos. 2. Bioindicadores. 3. Água - qualidade. 4. Biomonitoramento. 5. Limnologia. 6. Água - poluição. I. Título.

CDD: 574.522 (20ª)

Daniela Cambeses Pareschi

**Macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água
em rios e reservatórios da bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré (SP)**

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

Aprovada em 20 de novembro de 2008

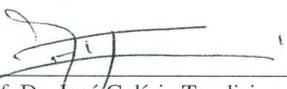
BANCA EXAMINADORA

Presidente



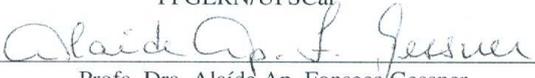
Prof. Dra. Takako M. Tundisi
(Orientadora)

1º Examinador



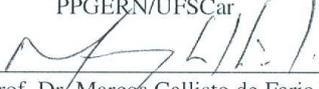
Prof. Dr. José Galízia Tundisi
PPGERN/UFSCar

2º Examinador



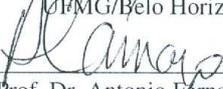
Prof. Dra. Alaíde Ap. Fonseca Gessner
PPGERN/UFSCar

3º Examinador

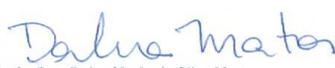


Prof. Dr. Marcos Callisto de Faria Pereira
UFMG/Belo Horizonte-MG

4º Examinador



Prof. Dr. Antonio Fernando Monteiro Camargo
UNESP/Rio Claro-SP



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

AGRADECIMENTOS

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

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

Ao Instituto Internacional de Ecologia (IIE), em especial ao Eduardo Matsumura Tundisi, pela infra-estrutura fornecida e todo suporte para que este trabalho pudesse ser realizado.

Ao CNPQ CT-Hidro pela bolsa de doutorado concedida.

À FINEP/CT-Hidro pelo suporte financeiro que tornou possível este trabalho.

Ao Prof. Dr. Gabriel Roldán Pérez pelas preciosas sugestões dadas.

Ao Prof. Luiz Ricardo Simone (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo) pelas identificações e confirmações dos moluscos.

Ao Prof. Gustavo Schmidt de Melo (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo) pelas identificações e confirmações dos crustáceos decápodes.

Às Profas. Dras. Alaíde Fonseca Gessner e Susana Trivinho Strixino pelas dicas dadas durante as disciplinas sobre “Biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos” e “Ecologia de insetos aquáticos”.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Marcos Callisto, Prof. Dr. Antonio Camargo, Profa. Dra. Alaíde Fonseca Gessner e Prof. Dr. José Galizia Tundisi, muito obrigada pelas sugestões dadas.

À toda equipe de IIE que participou ativamente das atividades de campo e laboratório: Anna Paula Luzia, Guilherme Ruas Medeiros, Deyves Grimberg, Fernando Blanco e Ari – uma bela equipe! – Valéria Teixeira, Donato Abe, Corina Sidagis, Ligia e Elaine, Guto, Gebson, Edson, Mariana, me desculpem se esqueci de alguém.

E a toda equipe do IIE em geral (Fernando, Thaís, Juan, Natália, Jota, Suelen, Sônia, Renato, Flávia e Pessa) e que ajudaram de alguma forma, pela convivência, conversas na hora do café e nas constantes celebrations!

Aos estagiários que passaram pelo IIE e me ajudaram nas demoradas triagens dos macroinvertebrados: Bia, Gláucio, Veri e Vitinho.

Ao Paulo Henrique Von Haeling e Eduardo Frolini pelos mapas, imagens de satélite e trabalhos de geoprocessamento que foram muito úteis neste trabalho.

À Heliana Oliveira pelas dicas e sugestões no trabalho, além da confirmação dos quironomídeos.

Aos meus amigos de São Carlos: Luciana e Silvério, João Durval e Chrys, Irene, Mari e Zuba, Domingos, Carol.

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

Ao meu marido, André, pela paciência, companheirismo e apoio neste árduo trabalho.

Enfim, à Escola Criança Arteira, em especial à Simone, Luana, Kelly, Laís, Wal, Cíntia, Rafa, Letícia, Neide, Luciana, Franciane e Dorothy por cuidarem muito bem do meu filho e me deixarem tranqüila para fazer meu trabalho.

Muito obrigada!!!

*Dedico este trabalho ao meu
filho Pedro, que participou das
atividades de campo ainda na
minha barriga, e à minha
querida mãe por ser
responsável por eu ter chegado
até aqui.*

SUMÁRIO

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	11
3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA TIETÊ/JACARÉ	13
3.1. Localização, principais atividades, características climáticas e hidrológicas	13
3.2. Descrição dos pontos e freqüência de amostragem	19
4. MATERIAIS E MÉTODOS	29
4.1. Metodologia de amostragem dos macroinvertebrados	29
4.1.1. Substratos artificiais e substratos naturais.....	29
4.2. Metodologias de análise da comunidade de macroinvertebrados	30
4.2.1. Distribuição dos macroinvertebrados em grupos funcionais.....	32
4.2.2. Cálculo do Índice de Diversidade.....	32
4.2.3. Aplicação de Índices Bióticos.....	33
4.3. Análise da qualidade dos corpos de água	35
4.3.1. Aplicação do IQA (Índice de Qualidade de Água).....	36
4.3.2. Aplicação do IET (Índice de Estado Trófico de Carlson).....	37
4.4. Análise das características do sedimento dos corpos de água	37
5. RESULTADOS	39
5.1. Características da qualidade de água dos rios e reservatórios da bacia Tietê/Jacaré	39
5.1.1. Análise das variáveis físicas, químicas e biológicas da água.....	39
5.1.2. Análise das variáveis físicas e químicas do sedimento.....	53
5.3. Avaliação da riqueza e abundância dos táxons de macroinvertebrados em substratos artificiais e naturais	57
5.4. Distribuição dos macroinvertebrados em grupos funcionais	84
5.5. Análise específica da Família Chironomidae (Diptera)	92
5.6. Indicadores utilizados para avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos	113
5.6.1. Aplicação do Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para o nível de família e gênero.....	113
5.6.2. Riqueza (rET) e abundância relativa de Ephemeroptera + Trichoptera em relação ao total de organismos da amostra (%ET).....	115
5.6.3. Razão total de Oligochaeta por total de Oligochaeta + total de Chironomidae, Wiederholm, 1980.....	117
5.6.4. Índices bióticos de qualidade de água.....	118
6. DISCUSSÃO	123
6.1. Distribuição dos macroinvertebrados em substratos naturais e artificiais em sistemas lóticos e lênticos	123

6.2. Abundância e diversidade dos macroinvertebrados relacionadas com a qualidade da água dos sistemas lóticos e lênticos	131
6.3. Aplicação dos índices bióticos de qualidade de água em sistemas lóticos e lênticos..	140
6.4. Distribuição de espécies invasoras	142
7. CONCLUSÃO	145
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	147
9. APÊNDICE	159
10. ANEXOS.....	167

RESUMO

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos de 21 pontos, abrangendo rios e reservatórios, pertencentes à bacia hidrográfica Tietê-Jacaré (SP) foi amostrada nos períodos de estiagem (junho/05) e de chuva (fevereiro/08), utilizando-se de substratos artificiais preenchidos com argila expandida (1 mês de colonização), além de amostragens do substrato natural com draga de Ekman-Birge e *core*. O objetivo foi relacionar a riqueza e abundância dos macroinvertebrados bentônicos (identificados em nível de família, Chironomidae em nível de gênero) com a qualidade de água, sob duas metodologias de amostragem, substratos artificiais e substratos naturais, comparando também sistemas lóticos e lênticos. Diversas métricas foram aplicadas como o BMWP (Biological Monitoring Working Party) e adaptações, o IBB (Índice Biótico Belga), %EPT e o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, com intuito de verificar sua relação com a qualidade de água, analisada através de parâmetros físicos, químicos e biológicos da água e do sedimento. Os substratos artificiais se mostraram eficientes na colonização dos macroinvertebrados bentônicos tanto nos rios como nos reservatórios, apresentando maiores riquezas e abundâncias do que as amostragens com draga ou *core*. A maioria dos organismos coletados com draga ou *core* foram representados por Oligochaeta, Chironomidae e Mollusca, ao passo que nos substratos artificiais foi registrada maior variedade de ordens de Insecta, Crustacea e outros organismos. Maiores riquezas e diversidades de macroinvertebrados bentônicos, incluindo grupos sensíveis à poluição como Ephemeroptera e Trichoptera, foram registradas nos locais mais preservados, com presença de mata ciliar e boa qualidade de água (baixos valores de condutividade elétrica, fósforo total e coliformes fecais). Nos locais com poluição por esgoto maiores abundâncias e dominância foram registradas, especialmente de organismos tolerantes à poluição orgânica como Oligochaeta, Chironomidae e Hirudinea. Os gêneros da família Chironomidae, *Tanytarsus* e *Rheotanytarsus*, estiveram associados às melhores qualidades de água, enquanto que o gênero *Chironomus* gr. *decorus* ocorreu em grande abundância nos locais impactados por esgoto doméstico. A aplicação dos índices bióticos de qualidade de água, BMWP e IBB, foi satisfatória tanto para os rios como para as margens dos reservatórios, embora na época chuvosa os resultados não fossem satisfatórios pela perda de organismos.

ABSTRACT

The community of benthic macroinvertebrates from 21 pre-selected sample points, including rivers and reservoirs at the Tiete-Jacaré (SP) watershed, were sampled during periods of drought (jun/05) and rain (feb/08), using artificial substrates filled with expanded clay (1 month of colonization), as well as samples of natural substrate with Ekman-Birge dredger and core. The objective of this study was to analyze the richness and abundance of benthic macroinvertebrates (identified until the level of family, except for Chironomidae, which was identified until the level of gender) and its relation to water quality, under two methods of sampling, artificial substrates and natural substrates, comparing also lotic and lentic systems. Several metrics were applied, such as BMWP (Biological Monitoring Working Party) and adaptations, the IBB (Belgian Biotic Index), % EPT and Shannon-Wiener diversity index, in order to verify its relationship to water quality, analyzing physical, chemical and biological parameters of water and sediment. The artificial substrates were efficient in the colonization of the benthic macroinvertebrate both in rivers and reservoirs, providing greater richness and abundance than the samples with dredge or core. Most of the families collected with dredge or core were represented by Oligochaeta, Chironomidae and Mollusca, while in artificial substrates, a greater variety of orders of insects, crustaceans and other organisms were found. Greater richness and diversity of benthic macroinvertebrates, including groups that are sensitive to pollution as Ephemeroptera and Trichoptera, were found in more preserved places, with the presence of riparian vegetation and good water quality (low values of electrical conductivity, total phosphorus and fecal coliform). In places affected by sewage pollution, the greater abundance and dominance was found, especially from organisms that are tolerant to organic pollution, such as Oligochaeta, Chironomidae and Hirudinea. The genera of the family Chironomidae, *Tanytarsus* and *Rheotanytarsus*, were associated with better water quality, while the gender *Chironomus gr. decorus* occurred in great abundance in places impacted by domestic sewage. The application of biotic indices of water quality, BMWP and IBB, was satisfactory for both rivers and to the margins of reservoirs, although in the rainy season the results were not satisfactory, because of the loss of organisms.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Mapa hídrico do estado de São Paulo com as 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). Destaca-se a Unidade 13, Tietê-Jacaré. 14
- Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Tietê-Jacaré (UGRHi 13) e respectivas percentagens. As cores do gráfico correspondem à legenda do mapa. 17
- Figura 3 – Mapa com indicação dos pontos amostrados nos principais corpos de água da bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva). 21
- Figura 4 – Fotos dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de jun/jul de 2005 (seca) e jan/fev de 2006 (chuva). 25
- Figura 5 – Substrato artificial utilizado no presente trabalho. 30
- Figura 6 – Temperatura da água (°C) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). 40
- Figura 7 – Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez da água dos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I 41
- Figura 8 – Material em suspensão total, orgânico e inorgânico (mg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva)..... 44
- Figura 9 – Concentrações de nitrogênio orgânico total (mg/L) e fósforo total (µg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I 46
- Figura 10 – Demanda bioquímica de oxigênio – DBO₅ (mg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I 48
- Figura 11 – Concentrações de nitrogênio orgânico total (mg/L) e fósforo total (µg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe II 49
- Figura 12 – Índice de Qualidade de Água (IQA) em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). . 50
- Figura 13 – Mapa do Índice de Qualidade de Água (IQA) obtidos nos pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). 51
- Figura 14 – Índice de Estado Trófico (IET) em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). (HE)=hiper-eutrófico; (E)=eutrófico; (M)=mesotrófico; (O)=oligotrófico; (UO)=ultra-oligotrófico. 52
- Figura 15 – Frações granulométricas do sedimento coletado nos pontos amostrados nos reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de fevereiro de 2006 (chuva). 54

- Figura 16 – Porcentagem de matéria orgânica no sedimento coletado nos pontos amostrados nos rios (a) e reservatórios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de fevereiro de 2006 (chuva). 55
- Figura 17 – Concentrações de Nitrogênio orgânico total (N-t) e Fósforo total (P-t) em mg/g de sedimento nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva)... 56
- Figura 18 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA) e draga na região da margem (Dm) nos pontos do reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva)..... 62
- Figura 19 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), com draga e total (substrato + draga) no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b). 63
- Figura 20 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos do reservatório de Bariri em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). 68
- Figura 21 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm), draga na calha (Dc) e total (substrato + draga) no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b). 69
- Figura 22 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos do reservatório de Ibitinga em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). 74
- Figura 23 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm), draga na calha (Dc) e total (substrato + draga) no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b). 75
- Figura 24 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta total (b) (substrato artificial + draga) de macroinvertebrados bentônicos registrados nos pontos amostrados dos reservatórios do Lobo (Broa), UHE Bariri e UHE Ibitinga no período de jun/05 (seca) e fev/06 (chuva). 76
- Figura 25 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) dos macroinvertebrados obtidos com substratos artificiais (SA), core e draga (Dm) nos pontos localizados nos rios da bacia Tietê-Jacaré em junho de 2005 (seca) e em fevereiro de 2006 (chuva). 80
- Figura 26 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) totais (substrato artificial + draga) de macroinvertebrados amostrados nos rios em jun/05 (seca) e em fev/06 (chuva). 81
- Figura 27 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) ou core e total (substrato + draga ou core) nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b). 82
- Figura 28 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b). 87

Figura 29 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos localizados no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).	88
Figura 30 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos localizados no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).	89
Figura 31 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).	91
Figura 32 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).	96
Figura 33 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	99
Figura 34 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	102
Figura 35 – Riqueza (a) e abundância absoluta (b) totais (draga + substratos artificiais) dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).	103
Figura 36 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	104
Figura 37 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados em UHE Bariri em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	105
Figura 38 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados em UHE Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	106
Figura 39 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	110
Figura 40 – Riqueza (a) e abundância absoluta (b) totais (draga + substratos artificiais) dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 (seca) e em fevereiro de 2006 (chuva).	111
Figura 41 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos	

localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).	112
Figura 42 – Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J) tirados para as famílias de macroinvertebrados (a) e para os gêneros de Chironomidae (b) no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).	114
Figura 43 – Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) tirados para as famílias de macroinvertebrados (a) e para os gêneros de Chironomidae (b) no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).	115
Figura 44 – Porcentagem de Trichoptera + Ephemeroptera (% EPT) em termos de riqueza (a) e em termos de abundância (b) nos pontos amostrados na bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).	116
Figura 45 – Razão Oligochaeta/Chironomidae nos pontos amostrados nos reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).	118
Figura 46 – Mapa de qualidade de água gerado através do BMWP' adaptado à Colômbia dos pontos amostrados na bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).	120
Figura 47 – Mapa de qualidade de água gerado através do Índice Biótico Belga (IBB) dos pontos amostrados na bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva)...	121

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Uso e ocupação do solo na UGRHi Tietê-Jacaré e respectivas sub-bacias, a área total das subbacias também são indicadas assim como o número de municípios pertencentes e atendimento ao tratamento de esgoto. Fonte: adaptado de IIE (2006) e CETESB (2004).....	15
Tabela 2 – Relação dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré, no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva), mostrando sua localização geográfica, altitude e ordem do trecho dos rios amostrados.	20
Tabela 3 – Descrição dos pontos amostrais incluindo área de entorno.....	22
Tabela 4 – Métricas utilizadas no presente trabalho e a resposta esperada nos ambientes onde há poluição por esgoto doméstico ou outros tipos de perturbações.....	31
Tabela 5 – Metodologias utilizadas na análise de água e respectivas referências bibliográficas.	36
Tabela 6 – Metodologias utilizadas na análise do sedimento e respectivas referências bibliográficas	38
Tabela 7 – Lista de táxons registrados nos 21 pontos amostrados na bacia do Tietê-Jacaré no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva)...	58
Tabela 8 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados na represa do Lobo (Broa) em junho/julho de 2005 (seca).....	60
Tabela 9 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados na represa do Lobo (Broa) em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).....	61
Tabela 10 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total , nos pontos localizados na represa de Bariri em junho/julho de 2005 (seca).	66
Tabela 11 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total , nos pontos localizados na represa de Bariri em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	67
Tabela 12 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total nos pontos localizados na represa de Ibitinga em junho/julho de 2005 (seca).	72
Tabela 13 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	73
Tabela 14 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em junho/julho de 2005 (seca).	78

Tabela 15 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	79
Tabela 16 – Famílias dos macroinvertebrados e seus respectivos grupos funcionais, registrados nos 21 pontos da bacia Tietê-Jacaré, nos dois períodos considerados.	85
Tabela 17 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho/julho de 2005 (seca).....	94
Tabela 18 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	95
Tabela 19 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em junho/julho de 2005 (seca).	97
Tabela 20 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	98
Tabela 21 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em junho/julho de 2005 (seca).	100
Tabela 22 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	101
Tabela 23 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em junho/julho de 2005 (seca).....	108
Tabela 24 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).	109
Tabela 25 – Valores de BMWP e IBB e respectivas classificações de qualidade de água obtidas nos pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).	119

1. INTRODUÇÃO

Os macroinvertebrados de água doce são definidos como aqueles organismos que são retidos em rede com abertura de malha entre 200 μm e 500 μm , e seus principais representantes são insetos, anélidos, moluscos, crustáceos e turbelários. Os macroinvertebrados bentônicos habitam o substrato de fundo de ambientes lóticos e lênticos tais como sedimento, resíduos, troncos, pedaços de madeira, folhas, macrófitas, algas filamentosas, etc.; em parte ou durante todo o seu ciclo de vida (Hauer & Resh, 1996; Rosenberg & Resh, 2001).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos exerce importante papel no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes, participam dos processos de decomposição proporcionando a mineralização e reciclagem de nutrientes, diminuindo o tamanho das partículas. São importantes como fonte de alimento para os predadores e ainda contribuem com a liberação de nutrientes para coluna d'água através do revolvimento do fundo (Hynes, 1970; Allan, 1995).

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos nos ecossistemas aquáticos é determinada principalmente pelo tipo de substrato e velocidade da água, seguidos de outros fatores como oxigênio dissolvido, temperatura, pH, substâncias dissolvidas na água e presença de vegetação aquática, além da vegetação ciliar. Há consideráveis diferenças entre a estrutura das comunidades bentônicas em águas lóticas e lênticas.

Nos lagos e reservatórios, os macroinvertebrados distribuem-se nas zonas litoral, sub-litoral e profunda, esta é relativamente mais uniforme. A zona litoral apresenta maior variabilidade e heterogeneidade espacial e conseqüentemente

maior diversidade de espécies e grupos funcionais (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Nas diferentes regiões dos rios, a velocidade da corrente e o tipo de substrato determinam, em grande parte, a composição, a diversidade de espécies e a sucessão dos diferentes grupos de macroinvertebrados bentônicos (Hynes, 1970; Welch, 1980).

Rios e riachos são ecossistemas complexos, especialmente porque apresentam grandes alterações espaciais, desde sua nascente até as grandes áreas de várzea, já nas planícies fluviais. Isto implica numa grande variação na composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos neste gradiente. As numerosas transformações na velocidade da água, no tipo de substrato, largura do canal e na disponibilidade de alimento, determinam um gradiente longitudinal de recurso existindo uma relação entre o tamanho do rio e a progressiva mudança nos atributos funcionais e estrutura das comunidades, de forma a serem identificadas diferentes zonas (Vannote et al., 1980).

Esse conceito denominado de “River Continuum”, estabelecido por Vannote et al. (op cit), segundo Petts & Callow (1996), estabelece que a estrutura e a função das comunidades bentônicas, num gradiente longitudinal, são asseguradas pelo gradiente de matéria orgânica alóctone e autóctone. A importância relativa de cada um dos grupos de invertebrados (fragmentadores, catadores, coletores, filtradores, raspadores e predadores) altera-se em função do suprimento alimentar.

As diferenças na estrutura funcional dos macroinvertebrados entre os trechos de um rio podem ser atribuídas também à presença ou ausência de vegetação aquática e ciliar, morfometria e características da área de entorno, bem como à incidência de despejo de esgoto doméstico e industrial. Portanto, pode se dizer que a estrutura dos grupos funcionais na comunidade reflete as condições do ecossistema, particularmente do uso do solo na bacia hidrográfica (Cummins et al., 2005).

As inúmeras transformações que os seres humanos têm causado nos ecossistemas culminando em grande impacto sobre os recursos hídricos, estão alterando esses ambientes e conseqüentemente a estrutura das comunidades aquáticas, de tal forma que os efeitos são de difícil avaliação e predição decorrentes dos múltiplos fatores de estresse (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Os organismos e as comunidades podem responder a diferentes alterações nos recursos alimentares ou alterações nas variáveis ambientais como velocidade da água, condutividade, temperatura, oxigênio dissolvido e substâncias dissolvidas, podendo servir como bioindicadores da qualidade da água.

Desde o início do século passado, mudanças na estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos vêm sendo observadas em sistemas aquáticos que recebem despejo orgânico (esgoto doméstico). Kolkwitz & Marsson (1909), foram os primeiros a reconhecer e classificar as diferentes zonas de depuração nos rios que recebiam poluição por despejo de esgoto doméstico de acordo com as características de concentrações de oxigênio, DBO e composição das comunidades de bactérias, algas, protozoários, rotíferos, peixes e macroinvertebrados bentônicos (Hellawell, 1986; Cairns & Pratt, 1993; Johnson et al., 2001).

A partir daí, diversos métodos de avaliação da qualidade de água e classificações de zonas de rios foram realizadas com base na estrutura das comunidades aquáticas (Hynes, 1959; Sládecek, 1962; Illies & Botosaneanu, 1963; Woodwiss, 1964; Armitage et al, 1983; De Pauw & Vanhoren, 1983; Barbour et al., 1995), sendo a comunidade macrobentônica uma das mais utilizadas como indicadora das condições dos ecossistemas aquáticos (Roldán, 2003).

A comunidade macrobentônica abrange inúmeras espécies pertencentes a diversos filos, cada uma delas com tolerâncias fisiológicas, morfológicas e ecológicas diferenciadas. Algumas espécies são sensíveis à poluição aquática e têm exigências à alta oxigenação e velocidade da água como as pertencentes às famílias Trichoptera, Plecoptera e Ephemeroptera, que dominam em áreas mais preservadas como cabeceiras de rios. Outros organismos são tolerantes à poluição orgânica como algumas espécies das famílias Chironomidae e Tubificidae, dominando nos locais contaminados com poluição orgânica. Em ambientes intermediários, com sintomas de poluição, é comum encontrar algumas populações de organismos tolerantes e uma pequena proporção de organismos sensíveis à poluição (Roldán, op. cit).

Entre as vantagens da utilização da comunidade de macroinvertebrados como bioindicadora pode-se destacar diversidade de grupos que integram essa comunidade, reunindo espécies com diferentes graus de tolerância aos fatores ambientais. Os organismos são na maioria de hábitos sedentários, permitindo correlações diretas com o ambiente em que ocorrem e possuem, em geral, ciclo de

vida longo, permitindo a análise de várias gerações e os efeitos de longo prazo, além de serem abundantes e fáceis de serem coletados (Hellowell, 1986; Plafkin et al, 1989; Rosenberg & Resh, 2001).

Por essas razões, a comunidade de macroinvertebrados bentônicos vem sendo utilizada em programas de biomonitoramento em diversos países, destacando-se como excelente indicador ambiental e de qualidade de água (Metcalf, 1989; Plafkin et al, 1989; Resh & Jackson, 2001; Cetesb, 2008; Queiroz et al., 2008).

O uso de variáveis biológicas para medir a qualidade da água se baseia nas respostas dos organismos em relação ao meio onde vivem. Como os rios estão sujeitos a inúmeras perturbações, a biota aquática reage a esses estímulos, sejam eles naturais ou antropogênicos. Deste modo, o biomonitoramento pode ser definido como o uso sistemático das respostas de organismos para avaliar as mudanças ocorridas no ambiente, geralmente causadas por ações antropogênicas. A habilidade está em distinguir a influência das variações naturais daquelas causadas por ações humanas sobre os sistemas biológicos (Matthews et al., 1982).

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida segundo a presença de substâncias orgânicas e inorgânicas em diferentes concentrações e especiações, e segundo a composição e estrutura da biota aquática presente no corpo d'água. A qualidade da água depende do clima, solo e vegetação da região, do ecossistema aquático, e da influência humana, sendo determinada através de parâmetros físicos e químicos (pH, temperatura, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos, nutrientes) e biológicos como DBO₅, coliformes e outros organismos indicadores (Meybeck & Helmer, 1992).

O conceito de qualidade de água tem mudado rapidamente, de duas décadas para cá, de um enfoque puramente físico e químico para outro que integra todos os componentes do ecossistema. Até a década de 60, o monitoramento da qualidade de água foi baseado nas características físicas, químicas e bacteriológicas da água. Somente após a década de 70 os organismos aquáticos começaram a ser inseridos no monitoramento da qualidade da água. Este passou a ter uma visão mais integrada e holística considerando também a influência da bacia hidrográfica na qualidade de água e na estrutura das comunidades aquáticas (Resh & Jackson, 2001; Buss et al, 2003; Roldán, 2003).

Prat (1998) faz uma comparação entre as vantagens e desvantagens oferecidas pelos métodos puramente físicos e químicos de avaliação da qualidade de água com os métodos biológicos. Os métodos químicos são momentâneos, porém permitem observações detalhadas das mudanças temporais, as determinações são específicas para cada parâmetro avaliado e são de fácil padronização. Apesar disso, o custo dessas análises é caro e pode ocorrer contaminação da amostra. Por outro lado, os métodos biológicos de avaliação de qualidade de água permitem integrações temporais e espaciais, estudos de bioacumulação, resposta a contaminantes crônicos e pontuais e medir a degradação ambiental. Porém, existe grande dificuldade de padronização dos métodos de amostragem e quantificação. O ideal é aliar os métodos físicos e químicos associados aos biológicos para melhor diagnóstico da qualidade ambiental dos ecossistemas.

Recentemente, o Parlamento Europeu mediante a Directiva Marco COM-97 aceitou o termo “estado ecológico” como uma medida de qualidade de água. Para desenvolvimento deste conceito se propõe a bacia hidrográfica como unidade de estudo. A determinação do estado ecológico da cada bacia hidrográfica deve ser realizada de acordo com condições de referência que devem ser comparadas com os dados dos diferentes ecossistemas aquáticos que integram a bacia, incluindo rios, lagos e reservatórios (Roldán, 2006).

A norma europeia citada estabelece como fatores essenciais para determinação do estado ecológico das águas, as comunidades de organismos como indicadores do estado ecológico dos diferentes ecossistemas aquáticos. Esta variável deverá vir acompanhada das medições físicas e químicas da água que caracterizam sua qualidade.

Metcalf (1989), distingue três enfoques principais para avaliar as respostas das comunidades de macroinvertebrados à contaminação aquática: o sapróbio, o de diversidade e o biótico.

No monitoramento da qualidade de água através dos macroinvertebrados bentônicos, a aplicação de índices bióticos de qualidade de água tais como o BMWP (Biological Monitoring Working Party), o IBB (Índice Biótico Belga), análises multivariadas e índices de diversidade estão entre as formas mais utilizadas (Johnson et al., 2001; Metcalfe-Smith, 1994).

Os índices de diversidade são expressões matemáticas que descrevem a estrutura da comunidade permitindo uma sumarização da ampla quantidade de informação sobre o número e tipos de organismos (Wilhm & Dorris, 1968). Esses índices não consideram somente a riqueza de organismos, mas a importância de cada espécie na comunidade (equitabilidade). Diversos índices têm sido propostos, sendo um dos mais utilizados o Índice de Shannon-Wiener (Magurran, 2004; Johnson et al., op cit.).

Os índices bióticos são valores preestabelecidos para cada táxon (família, gênero ou espécie), estando relacionados ao grau de poluição e, também, à área geográfica. Alguns índices podem ser modificados por outros índices de adequação, sendo BMWP um exemplo (Roldán, 2003).

O índice BMWP (Biological Monitoring Working Party), embora desenvolvido para a região da Grã-Bretanha, é o índice mais aplicado em diversos países. No Brasil e Colômbia já existem adaptações regionais com acréscimo de famílias de macroinvertebrados locais e alterações na pontuação (Armitage et al., 1983; Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, 1988; Junqueira & Campos, 1998; Roldán, 2003; IAP, 2008).

Nos Estados Unidos e Reino Unido, estudos da comunidade macrobentônica como indicadora da qualidade da água são realizados há décadas, e gerou conhecimento aprofundado sobre a diversidade dos macroinvertebrados em nível específico e suas amplitudes de tolerância a diversos fatores ambientais.

Nestes países, o conhecimento básico da biologia das espécies de macroinvertebrados bentônicos serviu como suporte para o desenvolvimento de uma série de índices e protocolos para aplicação no biomonitoramento dos ecossistemas aquáticos (Armitage et al, 1983; Hellawell, 1986; Plafkin et al. 1989; Roldán, 2003; Buss et al, 2003; Workshop, 2007; Queiroz et al., 2008).

A Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) utiliza a comunidade de macroinvertebrados nos diagnósticos ambientais desde 1978. E foi a partir de 2002 que esta Companhia incluiu, experimentalmente, esse tipo de avaliação no “Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo” (Watanabe, 2007). Outras agências como a FEEMA no Rio de Janeiro, o CETEC em Minas Gerais e o Instituto Ambiental do Paraná (IAP) também têm utilizado os macroinvertebrados em monitoramento,

inclusive fazendo adaptações regionais de índices como o BMWP (Biological Monitoring Working Party).

Apesar das experiências, ainda encontram-se algumas dificuldades como a deficiência de conhecimento da diversidade dos organismos em nível de espécie, área de abrangência de monitoramento, desenvolvimento de índices regionais e padronização das metodologias de amostragem (Workshop, 2007; Roque et al., 2008).

O estudo da distribuição dos macroinvertebrados bentônicos relacionada à qualidade da água possui algumas implicações metodológicas, principalmente quando se trata de ambientes diferentes como rios e reservatórios. As diferentes espécies ocupam substratos distintos como pedras, sedimento e plantas, exigindo variações na metodologia de coleta e comprometendo comparações entre pontos diversos. Foram criados diversos amostradores, cada um mais apropriado para diversos tipos de ambiente, a draga para fundos moles e maiores profundidades, redes para ambientes rasos e litorais, surber para substratos rochosos e substratos artificiais de diversos tipos (Brandimarte et al., 2004).

Para padronização nas amostragens dos macroinvertebrados bentônicos o amostrador mais indicado é o substrato artificial. Para Rosenberg & Resh (1982) existem diversas vantagens no uso de substratos artificiais: (1) fácil de coletar em ambientes onde os outros métodos não se aplicam; (2) reduz a variabilidade de eficiência de coleta, podendo auxiliar o programa de padronização de amostragem; (3) são relativamente baratos e simples de construir; (4) permite amostragem não destrutiva do ambiente; (5) permite estudos de dinâmica de colonização dos macroinvertebrados nos substratos artificiais. Algumas desvantagens também são ressaltadas como: (1) são seletivos para os organismos que o colonizam; (2) macroinvertebrados são perdidos quando o substrato é recapturado; (3) podem ser perdidos por vandalismo ou outros motivos.

A escolha de amostragem com substratos artificiais no presente trabalho, teve como objetivo padronizar o substrato para permitir comparações entre pontos com características distintas como rios e reservatórios e associar a distribuição da comunidade de macroinvertebrados com a qualidade da água.

Relevância do trabalho

No limiar do século XXI, muitos problemas em recursos hídricos continentais têm sido detectados, e a concepção de que a água doce é abundante e disponível a toda população do planeta tem mudado, admitindo-se que a água é um recurso finito e que há limites em seu uso. Tundisi (2005) relaciona disponibilidade da água tanto em termos quantitativos como qualitativos ao crescimento da população humana, ao grau de urbanização e aos usos múltiplos. Também se refere ao relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA-UNEP) que baseando-se nas análises dos dados biogeofísicos de sustentabilidade, os volumes de água disponíveis e os efeitos dos usos múltiplos, apontam para uma crise sem precedentes na história da humanidade.

Órgãos governamentais financiadores de projetos de pesquisa como FINEP/CNPq têm incentivado a criação de programas em Gerenciamento em Recursos Hídricos, fazendo diagnóstico atual, com a detecção de problemas e desenvolvimento de ferramentas (indicadores quantitativos e qualitativos, modelagem matemática ecológica) para prognósticos futuros. O IIEGA (Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental, São Carlos/SP) foi contemplado pelo Programa FINEP/CT-Hidro a desenvolver um Projeto que teve como Tema: “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” tendo duas Instituições: IIEGA e EMBRAPA-Pantanal executora e co-executora do Projeto (Convênio 01.04.0999.01).

O tema da Tese se refere a uma das metas propostas no Projeto geral e dentre os vários indicadores da qualidade da água, foi proposta a utilização dos macroinvertebrados bentônicos como indicadores da qualidade da água.

Na área estudada, a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo Tietê-Jacaré (UGRHi 13), já foram feitos diversos levantamentos da fauna bentônica, porém sob diferentes escalas e enfoques. Podemos destacar os trabalhos de Teixeira (1993) na sub-bacia do ribeirão do Feijão, Peláez (2001) na sub-bacia do alto Jacaré-Guaçú e Corbi (2006) nas sub-bacias do alto e médio Jacaré-Guaçu. Todos estes foram conduzidos em rios. Alguns poucos trabalhos foram desenvolvidos em grandes reservatórios da bacia

Tietê-Jacaré como o de Pamplim (2004) no reservatório de Bariri e Suriani (2006) nos reservatórios de Bariri e Ibitinga (médio Tietê).

Poucos trabalhos têm incluído rios e reservatórios no estudo de uma dada bacia hidrográfica, podemos citar as publicações de Moreno & Callisto (2006) na bacia hidrográfica de Ibitiré (MG) e Callisto et al. (2005) em reservatórios em cascata e em trechos do rio à jusante dos reservatórios na bacia do São Francisco.

Entre os trabalhos desenvolvidos em rios, muitos têm sido direcionados para avaliação dos macroinvertebrados como indicadores ambientais e de qualidade de água (Thorne & Williams, 1997; Junqueira e Campos, 1998; Fonseca-Gessner & Guerreschi, 2000; Ometto et al, 2000; Buss et al, 2002; Callisto et al., 2002; Kuhlmann et al., 2005, entre outros).

O presente trabalho teve como objetivo amostrar as comunidades bentônicas dos principais corpos de água da bacia Tietê-Jacaré, incluindo rios e reservatórios, com diferentes características e impactos, principalmente poluição por esgoto doméstico. Amostragens diferenciadas com substratos artificiais e draga foram feitas permitindo avaliar qual a mais indicada para utilização em biomonitoramento. Por fim, este trabalho visa contribuir para o maior conhecimento da fauna de macroinvertebrados da região e avaliar a eficiência de sua utilização na avaliação da qualidade de água.

A área de estudo foi estabelecida por ser uma “Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo” (Tietê/Jacaré, UGRHi 13), compondo sub-bacias com diferentes níveis de impacto, principalmente no que se refere à poluição por esgoto doméstico e presença de vegetação.

A bacia hidrográfica foi utilizada como unidade de pesquisa por ser reconhecida como sistema biofísico e sócio-econômico, integrado e interdependente, contemplando as características naturais da bacia (clima, geologia e biota) e os usos e ocupação do solo. Uma bacia hidrográfica pode ser considerada como uma unidade funcional, com processos e interações ecológicas passíveis de serem estruturalmente caracterizados, quantificados e matematicamente modelados (Straškraba & Tundisi, 2008; Rocha et al, 2000).

Uma sub-bacia da UGRHI Tietê-Jacaré, a Jacaré-Pepira, foi utilizada como referência de bacia hidrográfica mais preservada, e a sub-bacia Bauru a mais impactada. Entre os reservatórios, a represa do Lobo (Broa) foi tida como a mais preservada e a represa de Bariri a mais eutrofizada.

2. OBJETIVOS

Analisar a distribuição da comunidade de macroinvertebrados em relação à qualidade de água e aos fatores ambientais em rios e reservatórios pertencentes à bacia do Tietê-Jacaré, considerando duas diferentes metodologias de amostragem (substratos naturais e artificiais). Para tanto, foram estabelecidas as seguintes metas:

1. Analisar as variáveis físicas, químicas e biológicas que determinam a qualidade da água dos sistemas lóticos e lênticos, incluindo análises do sedimento, da água e do uso e ocupação do solo, além da aplicação do Índice de Qualidade de Água (IQA) e Índice de Estado Trófico (IET).
2. Analisar a comunidade de macroinvertebrados bentônicos em termos de riqueza de táxons, abundância absoluta e relativa, diversidade e grupos funcionais, identificando os organismos até o nível taxonômico de família, considerando as amostragens com substratos artificiais e com substratos naturais.
3. Avaliar a distribuição, riqueza e abundância dos grupos e gêneros da família Chironomidae com intuito de identificar àqueles mais sensíveis ou tolerantes à poluição orgânica, dada a variabilidade de tolerâncias entre os gêneros desta família, e comparar com os resultados obtidos em nível de família.
4. Avaliar a qualidade da água através da comunidade de macroinvertebrados bentônicos utilizando diversos Índices Bióticos (*Biological Monitoring Working Party Score System - BMWP; Índice Biótico*

Belga - IBB; %EPT; razão *Oligochaeta/Chironomidae*) e analisar se há correspondência dos resultados com a qualidade da água obtida através dos dados físicos e químicos.

O trabalho foi conduzido pelas seguintes hipóteses:

1. A poluição orgânica nos rios influencia a distribuição (riqueza e diversidade) de macroinvertebrados bentônicos, podendo estes serem utilizados como bioindicadores da qualidade de água.
2. A metodologia de amostragem influencia a aplicação dos índices bióticos.
3. Os índices bióticos desenvolvidos para sistemas lóticos podem ser aplicados em sistema lênticos.
4. A identificação dos macroinvertebrados bentônicos em nível de família é adequada para utilização destes na avaliação da qualidade de água.
5. A identificação dos organismos em nível de gênero e espécie fornece informação mais precisa sobre a tolerância destes aos fatores ambientais.

3. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA TIETÊ/JACARÉ

3.1. Localização, principais atividades, características climáticas e hidrológicas

O Estado de São Paulo é subdividido em vinte e duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs). A área de estudo do presente trabalho é a UGRHI 13 (Tietê/Jacaré), localizada no centro do estado (entre 49° 32' – 47° 30' W de longitude e 21° 37' – 22° 51' S de latitude), engloba três rios principais, o Rio Tietê (da barragem da UHE de Barra Bonita até a barragem da UHE de Ibatinga, num total de 150 Km), o Rio Jacaré-Guaçú e o Rio Jacaré-Pepira. A esta unidade também pertencem três reservatórios, Bariri, Ibatinga e Lobo. A área de drenagem da bacia é de 11.749 Km² (Figura 1).

Pela classificação de Köppen, o clima da região 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 800m acima do nível do mar, onde também encontram-se numerosas nascentes (Teixeira, 1993).

A Unidade Tietê/Jacaré está na Depressão Periférica e sob os aquíferos Bauru, Serra Geral e 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, apresentado espessura muito variável. Em sua maioria, a bacia é formada por solos de areias quartzosas profundo a moderado (horizonte moderadamente espesso com teores

médios de matéria orgânica). Em menores quantidades aparecem latossolo roxo eutrófico (Teixeira, 1993).

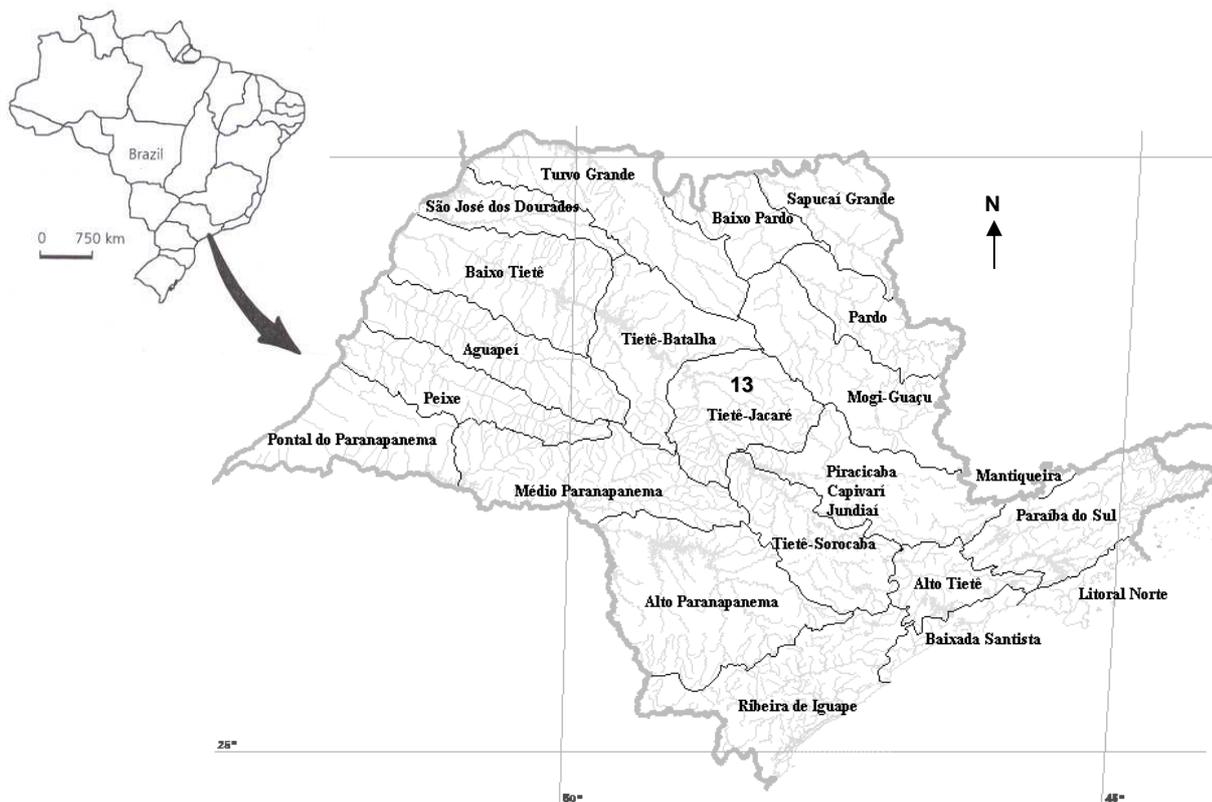


Figura 1 – Mapa hídrico do estado de São Paulo com as 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHIs). Destaca-se a Unidade 13, Tietê-Jacaré.

A bacia hidrográfica Tietê/Jacaré drena trinta e quatro municípios, sendo que nem todos têm seus territórios totalmente englobados na bacia. Estes municípios têm níveis de desenvolvimento diferenciados, mas em geral as principais atividades são usinas de açúcar e álcool, mineração, curtumes e fundições. 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). Ainda existem algumas Unidades de Conservação, sendo três Estações Ecológicas e duas APAS (Áreas de Proteção Ambiental). Segundo DAEE (2005), baseado em dados de 1988, restam apenas 11,31% de áreas cobertas por vegetação nativa.

Dados do DAEE-Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (2005) 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 (2000), 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 partir de dados retirados de relatórios da CETESB (2004) e do IIE-Instituto Internacional de Ecologia (2006), foi elaborada uma tabela mostrando o uso e ocupação do solo na UGRHi Tietê-Jacaré e suas respectivas sub-bacias (Tabela 1).

Tabela 1 – Uso e ocupação do solo na UGRHi Tietê-Jacaré e respectivas sub-bacias, a área total das subbacias também são indicadas assim como o número de municípios pertencentes e atendimento ao tratamento de esgoto. Fonte: adaptado de IIE (2006) e CETESB (2004).

Uso e ocupação do solo	Bacia Tietê/Jacaré	Sub-bacia Jacaré-Guaçu	Sub-bacia Jacaré Pepira	Sub-bacia Rio Jaú	Sub-bacia Rio Tietê	Sub-bacia Rio Bauru
Área total (km ²)	11.589	3.908	2.621	788	3.650	621
Área urbana (%)	2,4	2,9	0,4	3,5	1,46	10,8
(%) Mata (vegetação nativa + mata ciliar)	16,3	17,1	18,1	11,5	16,8	5,8
(%) Reflorestamento (Pinus e Eucalipto)	7,3	6,4	7,7	2,3	7,3	18,4
(%) Agronegócio (laranja, cana)	48,0	48,5	44,0	48,9	48,9	44,6
(%) Pastagem	24,6	24,6	29,3	23,5	22,1	19,9
(%) Área úmida (rios, represas e áreas alagadas)	1,3	0,33	0,43	0,23	3,41	0,17
Número de municípios	34	10	5	2	13	3
N. de municípios com tratamento de esgoto	12	4	3	0	5	0
População total	1.277.984	508.975	47.053	134.123	238.923	348.910

A análise destes dados mostra que dos trinta e quatro municípios apenas doze tratam seus esgotos e que as sub-bacias Jaú e Bauru estão em situação crítica por terem maiores populações entre os municípios da bacia e nenhum tratamento de esgoto, sendo todo ele despejado *in natura* nos rios Jaú e Bauru, respectivamente.

Observando-se a Tabela 1 e a Figura 2, pode-se notar que a sub-bacia do Bauru apresenta maior porcentagem de área urbana (10,8%) em relação às outras sub-bacias. Apesar da cidade de Bauru ter uma população de 310.208 habitantes, a área da bacia é relativamente pequena (621km²) quando comparada à bacia do Jacaré-Guaçu, que apresentou 3% de área urbana, embora englobe duas grandes cidades, São Carlos e Araraquara com 183.369 e 173.086 habitantes, respectivamente. Estas duas sub-bacias sofrem grandes impactos com o despejo de esgoto doméstico gerado nestas cidades.

Em geral o uso do solo predominante na bacia Tietê/Jacaré é de monocultura de cana-de-açúcar ocupando cerca de 28%, seguido de áreas de pastagem com 24% e de monocultura de laranja com aproximadamente 20%.

Em relação às matas, a maior porcentagem é observada para a bacia do rio Jacaré-Pepira, com 18%. Esta sub-bacia é considerada a mais preservada da UGRHI Tietê/Jacaré. A menor porcentagem de mata pode ser observada na sub-bacia do rio Bauru com 6%. A UGRHI Tietê-Jacaré apresenta apenas 16% de cobertura de mata, sendo o restante basicamente ocupado por atividade agropecuária.

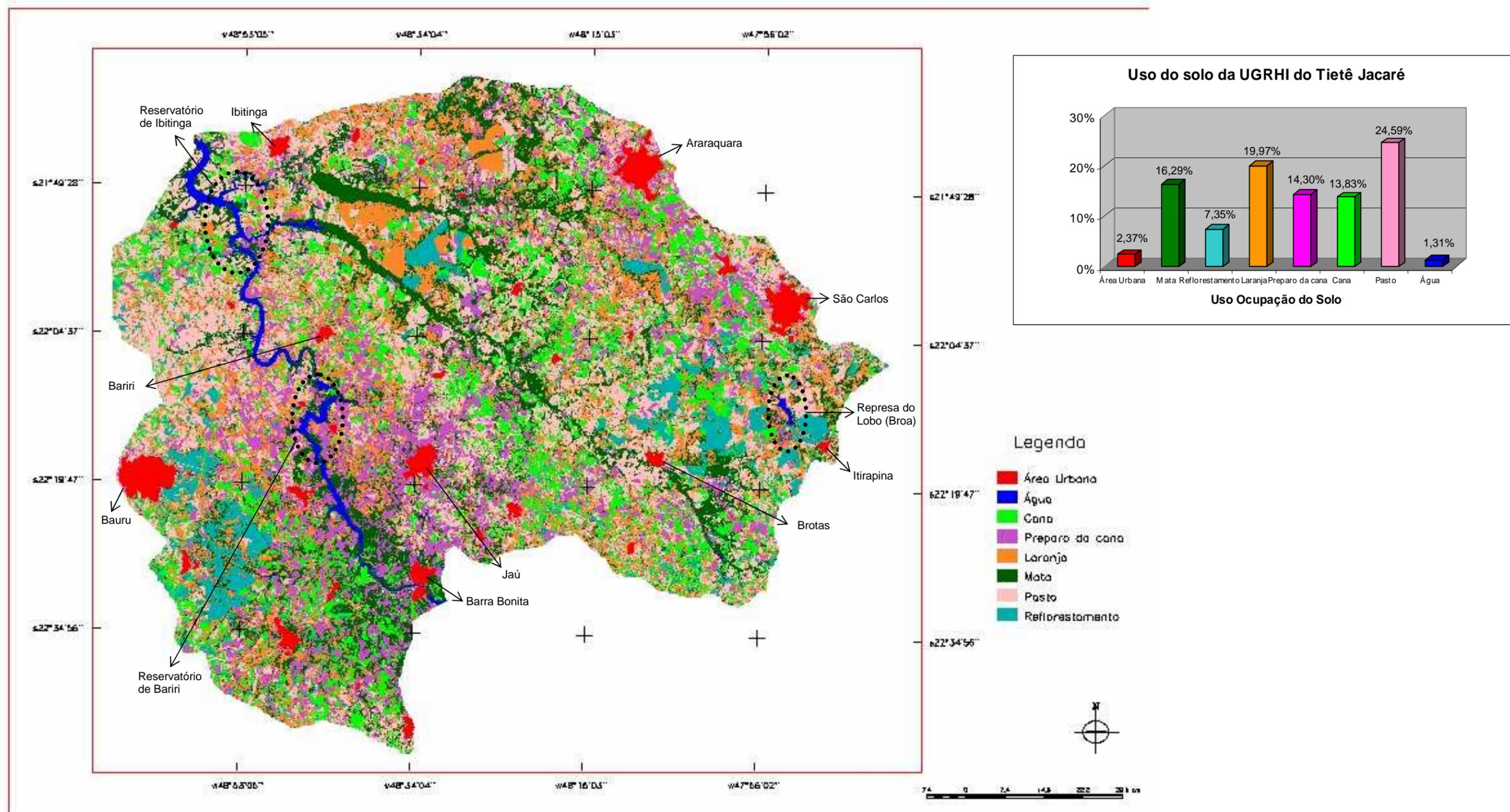


Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do Tietê-Jacaré (UGRHI 13) e respectivas percentagens. As cores do gráfico correspondem à legenda do mapa. As principais cidades são destacadas no mapa. Fonte: adaptado de Relatórios Técnicos do IIE (2006).

3.2. Descrição dos pontos e frequência de amostragem

A determinação dos pontos nos rios e reservatórios localizados na bacia Tietê/Jacaré foi feita primeiramente através de mapas e posteriormente verificada em campo considerando aspectos como acessibilidade e características da área de entorno. Os pontos foram escolhidos considerando também a grau de impacto com relação ao despejo de esgoto doméstico, contemplando locais mais preservados e outros mais impactados.

Sistemas lóticos (rios) de segunda a sexta ordem, bem como sistemas lânticos (reservatórios) foram amostrados a fim de representar a qualidade da água e os macroinvertebrados bentônicos dos principais corpos de água da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo Tietê-Jacaré (UGRHI 13), contemplando suas principais sub-bacias (Jacaré-Guaçu, Jacaré-Pepira, Bauru, Jaú e Tietê) com diferentes níveis de impacto.

A sub-bacia Jacaré-Pepira, foi utilizada como referência de bacia hidrográfica mais preservada, e a sub-bacia Bauru a mais impactada. Entre os reservatórios, a represa do Lobo (Broa) foi tida como a mais preservada e a represa de Bariri a mais eutrofizada. Nos rios, três pontos escolhidos recebem despejo de esgoto, o ribeirão do Ouro à jusante de Araraquara, o Jacaré-Guaçu à jusante do ribeirão do Ouro e das cidades de São Carlos e Araraquara e o córrego Água Branca, que recebe esgoto da cidade de Itirapina.

A frequência de amostragem foi estabelecida em duas épocas do ano, uma na estação seca (junho/julho de 2005) e outra na estação chuvosa (janeiro/fevereiro de 2006). Esta frequência temporal foi escolhida para representar a influência das duas estações do ano na qualidade de água e na distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos, levando em conta também o tempo e custos para a execução do trabalho.

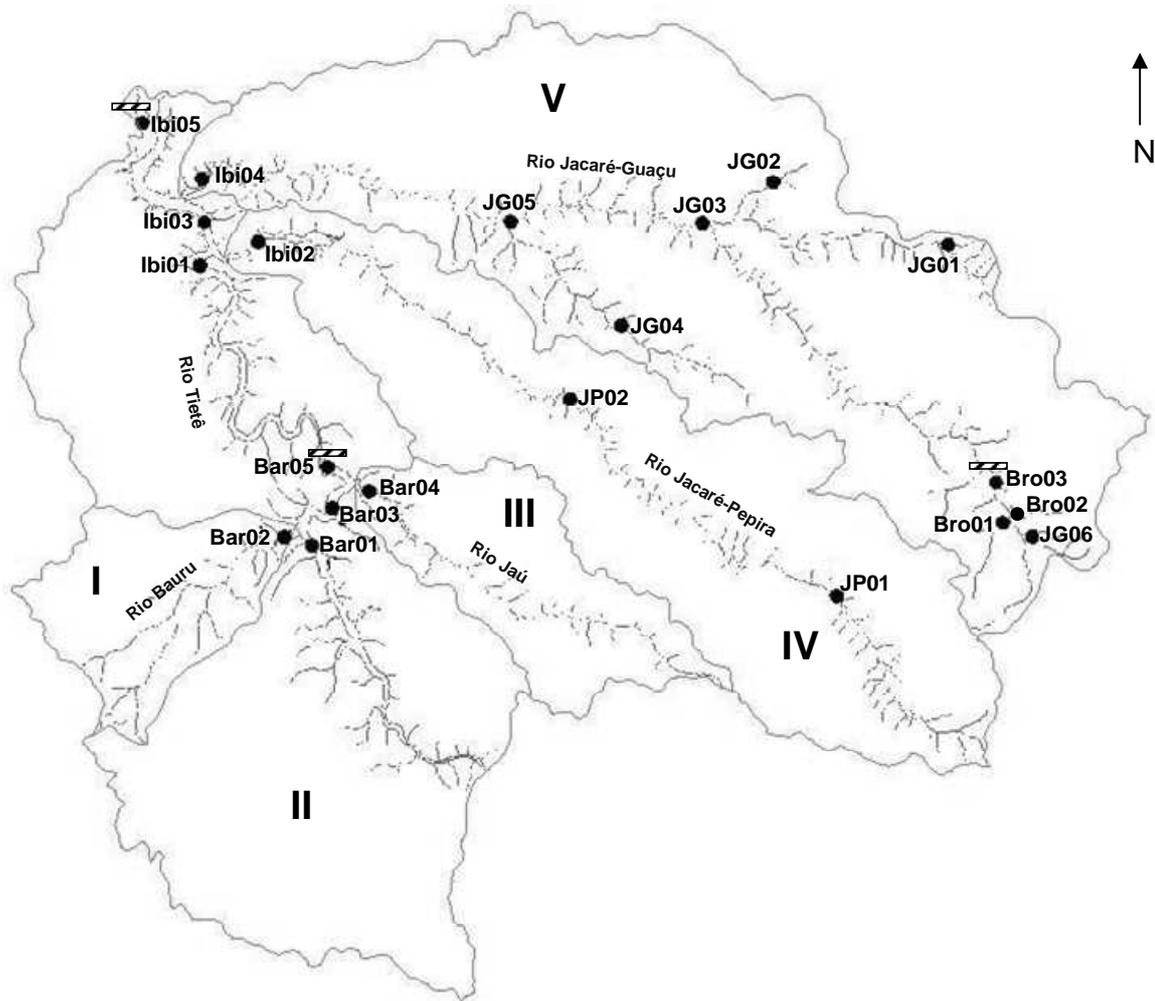
A localização dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré é mostrada na Tabela 2 e Figura 3. Uma descrição mais detalhada dos pontos amostrais encontra-se na Tabela 3. As fotos dos pontos de coleta são mostradas na Figura 4.

O código dos pontos foi elaborado com as iniciais da sub-bacia nos caso dos rios, Jacaré-Guaçu e afluentes, sub-bacia Jacaré-Guaçu – JG e Jacaré-Pepira, sub-bacia Jacaré-Pepira - JP. Os pontos nos reservatórios levaram a inicial do

reservatório, Represa do Lobo (Broa) – Bro; Represa de Bariri – Bar e Represa de Ibitinga – Ibi. As iniciais são precedidas dos números correspondentes a cada ponto. Nos reservatórios de Bariri e Ibitinga foram demarcados pontos na região superior, média e próxima à barragem do reservatório, bem como nos tributários. No reservatório do Lobo (Broa) foram demarcados três pontos, um no principal braço formador (ribeirão do Lobo), outro na entrada de um tributário (rio Itaqueri) e outro próximo à barragem.

Tabela 2 – Relação dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré, no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva), mostrando sua localização geográfica, altitude e ordem do trecho dos rios amostrados.

Corpo de Água	Ponto	LAT	LONG	ALT (m)	Ordem
Sub-bacia Jacaré-Guaçu					
RIOS					
Rio Chibarro (município de Araraquara)	JG 01	S 21° 53' 13"	O 47° 57' 59"	685	3 ^a
Ribeirão do Ouro (município de Araraquara)	JG 02	S 21° 49' 1"	O 48° 11' 17"	610	2 ^a
Rio Jacaré-Guaçu (à jusante ribeirão do Ouro)	JG 03	S 21° 52' 0"	O 48° 16' 33"	488	4 ^a
Rio Boa Esperança (município de Boa Esperança do Sul)	JG 04	S 21° 59' 23"	O 48° 22' 34"	476	3 ^a
Rio Jacaré-Guaçu (município de Gavião Peixoto)	JG 05	S 21° 52' 07"	O 48° 31' 2"	432	4 ^a
Córrego Água Branca (município de Itirapina)	JG 06	S 22° 13' 50"	O 47° 51' 10"	734	2 ^a
RESERVATÓRIO					
UHE LOBO					
Ribeirão do Lobo	BRO 01	S 22° 12' 54"	O 47° 53' 24"	720	2 ^a
Entrada do rio Itaqueri	BRO 02			708	3 ^a
Próximo à barragem	BRO 03	S 22° 10' 1"	O 47° 54' 1"	708	3 ^a
Sub-bacia Jacaré-Pepira					
RIOS					
Rio Jacaré-Pepira à montante de Brotas	JP 01	S 22° 18' 18"	O 48° 05' 52"	617	4 ^a
RIO Jacaré-Pepira próximo à Dourado	JP 02	S 22° 04' 38"	O 48° 26' 20"	437	4 ^a
Sub-bacia Tietê					
RESERVATÓRIOS					
UHE BARIPI					
Rio Tietê, região superior, à montante rio Bauru	BAR 01	S 22° 15' 23"	O 48° 45' 41"	427	5 ^a
Rio Bauru (tributário, sub-bacia Bauru)	BAR 02	S 22° 14' 48"	O 48° 47' 48"	440	4 ^a
Rio Tietê, região média, entre rios Jaú e Bauru	BAR 03	S 22° 12' 39"	O 48° 44' 11"	430	5 ^a
Rio Jaú (tributário, sub-bacia Jaú)	BAR 04	S 22° 11' 26"	O 48° 41' 24"	428	5 ^a
Rio Tietê próximo à barragem	BAR 05	S 22° 09' 43"	O 48° 44' 35"	424	6 ^a
UHE IBITINGA					
Rio Tietê, região superior, à montante rio Jacaré-Pepira	IBI 01	S 21° 55' 33"	O 48° 54' 27"	425	6 ^a
Rio Jacaré-Pepira (tributário, sub-bacia Jacaré-Pepira)	IBI 02	S 21° 53' 50"	O 48° 50' 4"	417	4 ^a
Rio Tietê, região média, entre Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira	IBI 03	S 21° 52' 27"	O 48° 54' 10"	412	6 ^a
Rio Jacaré-Guaçu (tributário, sub-bacia Jacaré-Guaçu)	IBI 04	S 21° 49' 24"	O 48° 54' 22"	415	4 ^a
Rio Tietê próximo à barragem	IBI 05	S 21° 45' 29"	O 48° 58' 57"	422	6 ^a



Legenda:

- ▨ - Barragem de Usina Hidrelétrica
- - Limite das sub-bacias e UGRHi 13
- I – Sub-bacia Bauru
- II – Sub-bacia Tietê
- III – Sub-bacia Jaú
- IV – Sub-bacia Jacaré-Pepira
- V – Sub-bacia Jacaré-Guaçu

Figura 3 – Mapa com indicação dos pontos amostrados na bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Tabela 3 – Descrição dos pontos amostrais incluindo área de entorno.

Ponto	Descrição
Sub-bacia Jacaré-Guaçu - rios	
JG 01	Rio Chibarro (afluente do rio Jacaré-Guaçu), sob ponte, após encontro do rio Emas e Córrego 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. Trecho de 3ª ordem.
JG 02	Ribeirão do Ouro (afluente do rio Jacaré-Guaçu), sob ponte, margem esquerda, à jusante de Araraquara e da ETE-Estação de Tratamento de Esgoto; substrato arenoso, presença de macroalgas, sedimento marrom/preto com forte odor de matéria orgânica em decomposição, muito oleoso (apenas na 1ª campanha), largura da margem 5m; estreita mata ciliar, casas em uma margem, estrada na outra. Trecho de 2ª ordem.
JG 03	Rio Jacaré-Guaçu, sob ponte, margem esquerda, após encontro dos rios Ouro e Chibarro, à jusante de São Carlos e Araraquara; 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. Trecho de 4ª ordem.
JG 04	Rio Boa Esperança (afluente do rio Jacaré-Guaçu), sob ponte, margens esquerda e direita amostradas (largura 3m), prof. 1,4m; correnteza forte, água barrenta, algumas casas por perto, campo sujo. Trecho de 3ª ordem.
JG 05	Rio Jacaré-Guaçu, sob ponte (Fazenda Pantanal), Gavião Peixoto, trecho com +- 10m de largura, correnteza forte, barrento, ausência de macrófitas aquáticas na margem. Trecho de 4ª ordem.
JG 06	Córrego Água Branca (afluente do rio Jacaré-Guaçu), sob ponte, raso, vegetação aquática abundante, campo sujo, ao redor reflorestamento <i>Eucalyptus</i> , recebe esgoto de Itirapina. Trecho de 2ª ordem.
Sub-bacia Jacaré-Guaçu - represas	
UHE – LOBO (Broa)	
BRO 01	Represa do Lobo (Broa) - Ribeirão do Lobo, um dos principais braços formadores do reservatório do Lobo (Broa), limpo, preservado, cerrado ao redor, raso, transparente, vegetação aquática abundante (<i>Nynphaea</i> , <i>Nynphoides</i> e <i>Salvinia</i>). Trecho de 2ª ordem.
BRO 02	Entrada do rio Itaqueri na represa do Lobo, raso e macrófitas flutuantes abundantes (<i>Pistia stratiotis</i> e <i>Eichhornia crassipes</i>), cerrado e Eucalipto ao redor. Recebe esgoto do córrego Água Branca, oriundo da cidade de Itirapina. Trecho de 3ª ordem.
BRO 03	Próximo à barragem da represa do Lobo (Broa), profundidade de 12m, lântico, casas ao redor, pouca vegetação ciliar, poucas macrófitas na margem. Trecho de 3ª ordem.
Sub-bacia Jacaré-Pepira - rios	
JP 01	Rio Jacaré-Pepira, sob ponte, à montante de Brotas, trecho estreito (+-4m) e com correnteza forte, profundo, área alagada ao redor, campo sujo, gado. Margem pouco desenvolvida. Trecho de 4ª ordem.
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. Trecho de 4ª ordem.
Sub-bacia do Tietê - represas	
UHE - Bariri	
BAR 01	UHE Bariri - região superior do reservatório (rio Tietê), à montante do rio Bauru; prof. calha 17,5m; prof. margem 1m: substrato pedregoso; entorno ocupado por cultura de cana; poucas faixas de mata ciliar Trecho de 5ª ordem.

Tabela 3 – Continuação

BAR 02 (sub-bacia Bauru)	Rio Bauru, tributário da UHE Bariri; prof. calha e margem 2,5m: entorno ocupado por cultura de cana; mata ciliar abundante; macrófitas flutuantes (<i>Eichhornia</i>); água com odor de decomposição, cor marrom; esgoto e lixo. Trecho de 4ª ordem.
BAR 03	UHE Bariri - região média do reservatório, entre os tributários Jaú e Bauru (rio Tietê); prof. calha 15,5m; prof. margem 0,4m: entorno ocupado por cultura de cana-de-açúcar e casas; estreita mata ciliar Trecho de 5ª ordem.
BAR 04 (sub-bacia Jaú)	Rio Jaú, tributário da UHE Bariri; prof. calha 11m; prof. margem 0,4 a 1m: presença de macrófitas flutuantes e enraizadas, entorno ocupado por cultura de cana-de-açúcar e pasto; mata ciliar muito escassa; água de cor verde pela proliferação de algas cianofíceas. Trecho de 5ª ordem.
BAR 05	UHE Bariri – próximo à barragem (rio Tietê); prof. calha 21m; prof. margem 0,3 a 1m; substrato pedregoso, macrófitas flutuantes; cultura de cana e vegetação ciliar presente. Trecho de 6ª ordem.
IBI 01	UHE Ibitinga – região superior do reservatório (rio Tietê); 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. Trecho de 6ª ordem.
IBI 02 (sub-bacia Jacaré-Pepira)	Rio Jacaré-Pepira, tributário da UHE 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. Trecho de 4ª ordem.
IBI 03	UHE Ibitinga – região média do reservatório (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. Trecho de 6ª ordem.
IBI 04 (sub-bacia Jacaré-Guaçu)	Rio Jacaré-Guaçu, tributário da UHE Ibitinga, em frente à marina Isabela, prof. calha 10,5m; prof. margem 2,5m: macrófitas flutuantes (Aguapé); entorno pasto, casas e vegetação ciliar escassa. Trecho de 4ª ordem.
IBI 05	UHE Ibitinga – próximo à barragem (rio Tietê); 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. Trecho de 6ª ordem.

- Breve descrição dos reservatórios

Represa de Bariri

A Usina Hidroelétrica Ministro Álvaro de Souza Lima (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 Hidroelétrica Barra Bonita e à montante da barragem e Usina Hidroelétrica de Ibitinga; dista 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 Empresa AES Tietê, sendo o reservatório da mesma a fio d'água, tendo atingido os seguintes municípios: Bariri, Itapui, Barra Bonita, Jaú, Boracéia, Macatuba, Igaráçu do Tietê, Pederneiras. A

eclusa funciona regularmente, proporcionando a navegação de barcos de cargas e turismo. 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.

Características morfométricas – UHE Bariri	
Perímetro	193Km
Profundidade média	8,6m
Área superficial	63km ²
Volume	546 x 10 ⁶ m ³
Tempo de residência	7 a 24 dias

Fonte: AES – Tietê (2004)

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.

Características morfométricas UHE – Ibitinga	
Profundidade média	8,6m
Área superficial	114km ²
Volume	981 x 10 ⁶ m ³
Tempo de residência	12 a 43 dias

Fonte: AES – Tietê (2004)

Represa do Lobo (Broa)

A represa Carlos Botelho (Lobo-Broa) está localizada entre os municípios de Itirapina e Brotas, originada pelo barramento artificial dos ribeirões do Lobo e Itaqueri e pelos córregos do Geraldo e das Perdizes. Ela foi construída em 1936 originalmente para geração de energia. Atualmente é usada para recreação, pesca e pesquisas (Tundisi et al., 2003).

Características morfométricas UHE – Lobo (Broa)	
Perímetro	21Km
Profundidade média	3m
Área superficial	6,8km ²
Volume	22 x 10 ⁶ m ³

Fonte: Tundisi et al. (2003)

PONTOS DE COLETA:

JG01 – Rio Chibarro (à montante Araraquara)



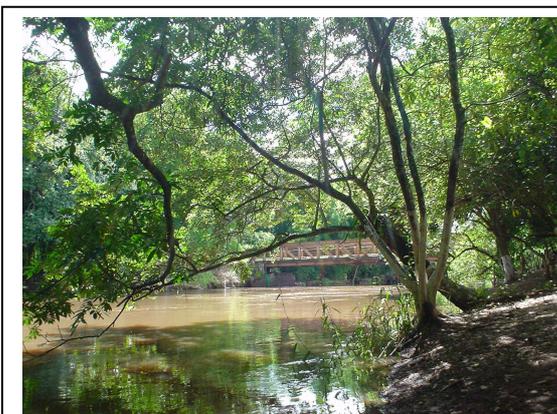
JG02 – Ribeirão do Ouro (jusante Araraquara)



JG03 – R. Jacaré-Guaçu (jusante rib do Ouro)



JG04 – R. Boa Esperança



JG05 – R. Jacaré-Guaçu (Gavião Peixoto)



JG06 – Córrego Água Branca (jusante Itirapina)

Figura 4 – Fotos dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de jun/jul de 2005 (seca) e jan/fev de 2006 (chuva).



Bro01 – Ribeirão do Lobo (represa Broa)



Bro02 – Entrada Itaqueri (represa Broa)



Bro03 – Próximo à barragem (Broa)



Bar01 – Rio Tietê, região superior da UHE Bariri



Bar02 – Rio Bauru (tributário, UHE Bariri)



Bar03 – Rio Tietê, região média da UHE Bariri

Figura 4 (continuação) – Fotos dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de jun/jul de 2005 (seca) e jan/fev de 2006 (chuva).



Bar04 – Rio Jaú (tributário da UHE Bariri)



Bar05 – UHE Bariri margem próxima à barragem



Ibi01 – R. Tietê, região superior da UHE Ibitinga



Ibi02 – R. Jacaré-Pepira (tributário, UHE Ibitinga)



Ibi03 - R. Tietê, região média da UHE Ibitinga



Ibi04 – R. Jacaré-Guaçu (tributário da UHE Ibitinga)

Figura 4 (continuação) – Fotos dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de jun/jul de 2005 (seca) e jan/fev de 2006 (chuva).



Ibi05 – R. Tietê, próximo barragem (UHE Ibitinga)

JP01 – R. Jacaré Pepira (montante Brotas)



JP02 – Rio Jacaré-Pepira, próximo à Dourado

Figura 4 (continuação) – Fotos dos pontos amostrados nos principais corpos de água pertencentes à bacia Tietê/Jacaré (SP) no período de jun/jul de 2005 (seca) e jan/fev de 2006 (chuva).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Metodologia de amostragem dos macroinvertebrados

As amostragens dos macroinvertebrados bentônicos em rios e reservatórios foram feitas com substrato artificial com o objetivo de padronizar as amostras, permitindo comparações entre corpos de água diferenciados e correlações com a qualidade da água.

Com o objetivo de coletar uma maior diversidade de organismos e pelos substratos artificiais serem seletivos, foram feitas amostragens dos substratos naturais, ou seja, do próprio sedimento utilizando-se de draga ou core, nos mesmos pontos onde foram colocados os substratos artificiais.

Embora o objetivo inicial não fosse comparar os métodos de coleta, estes foram avaliados a fim de verificar o mais indicado para aplicação dos índices bióticos e avaliação da qualidade da água.

4.1.1. Substratos artificiais e substratos naturais

As amostragens dos macroinvertebrados bentônicos nos substratos naturais foram feitas em réplica com draga de *Ekman-Birge* (15x15cm). Dependendo do tipo de fundo e velocidade da água, em alguns casos, o sedimento e organismos bentônicos foram coletados com *core* (9 cm de diâmetro, aprofundando no sedimento até 20 cm de altura, em tréplica) em substituição à draga.

A metodologia de amostragem com substrato artificial foi baseada em Guerreschi (2004). Os substratos artificiais utilizados constituem-se de cestos de grade de polietileno com +/- 1cm de abertura (as mesmas utilizadas para cercas, compradas em casas agropecuárias), costurados com fio de polipropileno e preenchidas com argila expandida (utilizada em jardinagem). A capacidade total é de 2080cm³ e área de 375cm² (15cm x 25cm), de acordo com o sugerido por Guerreschi (2004). Cada cesto foi amarrado a um tijolo baiano (vazado) com a finalidade de fazer peso (Figura 5).

Nos rios, foram colocados três cestos na região de margem para colonização durante quatro semanas, além das amostragens com draga ou core. Nos reservatórios, os cestos também foram colocados nas margens em tréplica, e além das amostragens com draga na margem, foram feitas amostragens com draga na região da calha do reservatório nos mesmos pontos.

Todas as amostras de sedimento coletado com draga ou core foram obtidas na mesma data em que os substratos artificiais foram retirados. As amostras foram acondicionadas em sacos e/ou potes plásticos e fixadas no campo em solução de formalina a 4%.



Figura 5 – Substrato artificial utilizado no presente trabalho.

4.2. Metodologias de análise da comunidade de macroinvertebrados

No laboratório, as amostras foram lavadas em peneira com malha de abertura de 210µm, os organismos triados em bandeja transluminada e preservados em álcool 70%. A identificação dos macroinvertebrados bentônicos foi feita sob microscópio estereoscópico Leica MZ8 acoplado à câmera fotográfica, até o nível taxonômico de família e para os quironomídeos e moluscos até gênero quando

possível, utilizando as seguintes bibliografias: MacCafferty (1981); Merritt & Cummins (1984); Roldán-Pérez (1988); Costa et al. (1988); Brikhurst & Marchese (1989); Trivinho-Strixino & Strixino (1995); Epler (2001); Melo (2003); Simone (2006); entre outras.

As espécies e/ou gêneros de Mollusca foram confirmados pelo Prof. Dr. Luiz Ricardo L. Simone e os Crustacea Decapoda foram confirmados pelo Prof. Dr. Gustavo Augusto S. de Melo, ambos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (MZUSP).

A riqueza de táxons foi obtida pela contagem do número de famílias ou táxons presentes em cada amostra e tipo de substrato. A abundância absoluta foi determinada pela contagem dos indivíduos de cada táxon registrados nas amostras em cada tipo de substrato. A Abundância relativa dada em porcentagem foi calculada através da multiplicação do número de indivíduos de cada táxon por 100 (cem), dividido pelo número total de indivíduos na amostra.

As análises de riqueza e abundância foram feitas utilizando os táxons identificados em família. Para os quironomídeos, a riqueza e a abundância são apresentadas num capítulo à parte, em nível de gênero e subfamílias. O objetivo desta distinção foi identificar os grupos e gêneros tolerantes e os sensíveis à poluição orgânica, permitindo uma avaliação mais detalhada destes organismos como bioindicadores de qualidade de água.

As medidas bioindicadoras utilizadas neste trabalho e a resposta esperada nos ambientes perturbados principalmente no que se refere à poluição orgânica são listadas na Tabela 4.

Tabela 4 – Métricas utilizadas no presente trabalho e a resposta esperada nos ambientes onde há poluição por esgoto doméstico ou outros tipos de perturbações.

MÉTRICA	RESPOSTA ESPERADA
Riqueza de táxons	Diminui
Abundância de organismos tolerantes	Aumenta
Dominância	Aumenta
Riqueza de EPT	Diminui
%EPT	Diminui
O/O+C	Aumenta
Diversidade de Shannon (H')	Diminui
Equitabilidade (J)	Diminui
BMWP	Diminui
IBB	Diminui
% ou riqueza de fragmentadores	Diminui

4.2.1. Distribuição dos macroinvertebrados em grupos funcionais

A análise dos grupos funcionais foi feita para avaliar possíveis reflexos da qualidade da água e características do entorno na riqueza e abundância dos macroinvertebrados bentônicos em termos de grupos alimentares.

Os grupos funcionais foram estabelecidos, segundo Cummins et al. (2005), para o nível taxonômico de família e classificados em cinco grupos: predadores, coletores catadores, coletores filtradores, raspadores e fragmentadores. Em cada localidade amostrada e tipo de substrato, os macroinvertebrados foram analisados sob o aspecto de riqueza de táxons por grupo funcional e abundância relativa por grupo funcional.

4.2.2. Cálculo do Índice de Diversidade

O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi escolhido com o objetivo de comparar os valores entre os pontos amostrados na bacia do Tietê-Jacaré no presente trabalho, relacionando-os com as características ambientais. O índice de Shannon-Wiener foi calculado através da seguinte fórmula:

$$H' = -\sum p_i \text{Log } p_i$$

Onde: $p_i = n_i/N$
 n_i = número de indivíduos de cada táxon na amostra
 N = número total de indivíduos na amostra

A uniformidade ou equitabilidade (J) se refere à distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo proporcional à diversidade e inversamente proporcional a dominância. Este índice é obtido através da seguinte equação:

$$J = H'/H_{\max}$$

Onde: H' : índice de Shannon-Wiener
 $H_{\max} = \text{Log } s$
 s = número de espécies amostradas

Para os cálculos do índice de diversidade foram utilizados os dados totais (substratos artificiais + draga) das famílias de macroinvertebrados bentônicos. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e uniformidade ou equitatividade (J) foram extraídos através do software DivEs - Diversidade de espécies, Versão 2.0. (2008).

4.2.3. Aplicação de Índices Bióticos

Dentre os inúmeros índices bióticos existentes foram escolhidos cinco para a aplicação na bacia do Tietê-Jacaré, quatro adaptações do BMWP e o IBB, alguns deles já aplicados na bacia anteriormente por outros pesquisadores. Foram aplicados o BMWP original, uma adaptação para a Península Ibérica e duas adaptações para a América Latina. O Índice Biótico Belga (IBB) também foi aplicado com intuito de comparar os resultados obtidos entre os índices e avaliar o que melhor correspondeu à qualidade da água obtida com os dados químicos e físicos.

Além dos índices bióticos foram aplicadas outras métricas utilizadas na avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados, o índice riqueza e %EPT e razão Oligochaeta/Chironomidae.

Todos estes índices e métricas foram analisados com intuito de relacioná-los à qualidade ambiental dos pontos amostrados e verificar os mais adequados à bacia Tietê-Jacaré.

Para aplicação destas métricas foram considerados os valores totais das famílias registradas tanto nos substratos artificiais como na draga (ou core) em cada ponto e período.

i) BMWP (Biological Monitoring Working Party Score System), Armitage et al. (1983)

Este índice é qualitativo e a cada família é atribuído um valor (*score*), já pré-estabelecido que varia de 1 a 10, relativo ao grau de tolerância à poluição orgânica, sendo que as famílias mais sensíveis recebem as maiores pontuações. Faz-se uma

somatória dos scores correspondentes às famílias registradas e o valor total corresponde a uma qualidade de água que varia entre boa e péssima (Anexo 1).

Com a finalidade de comparar estes índices, discutir suas diferenças e indicar qual responde melhor à qualidade de água da bacia do Tietê-Jacaré foram aplicadas as seguintes adaptações do BMWP:

- 1) BMWP original de Armitage et al. (1983);
- 2) BMWP' adaptado para península Ibérica por Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega (1988) com modificações para bacia litorânea do Paraná (Loyola, 1998, 1999 e 2000; Toniollo et al., 2001) – Utilizado pelo Instituto Ambiental do Paraná/IAP (2008);
- 3) BMWP adaptado para bacia do rio da Velhas por Junqueira & Campos (1998) – Fundação centro Tecnológico de Minas Gerais/CETEC;
- 4) BMWP adaptado à Colômbia por Roldán-Perez (2003).

ii) IBB (Índice Biótico Belga), de Pauw & Vanhoren (1983)

O Índice Biótico Belga (IBB) também é qualitativo e varia de 0 a 10. São considerados o número de unidades taxonômicas de cada grupo taxonômico (UTOs); o grau de sensibilidade de ordens ou famílias e o número total de unidades sistemáticas presentes na amostra. O valor do resultado corresponde a uma determinada qualidade de água que varia de não poluída a fortemente poluída (Anexo 1).

iii) Razão total de Oligochaeta por total de Oligochaeta + total de Chironomidae, Wiederholm (1980)

Foi calculada a razão O/O+C proposta por Wiederholm (1980) para verificar o grau de poluição, principalmente nos reservatórios. Quanto maior o número obtido (mais próximo de 1), maior é o grau de poluição orgânica ou eutrofização do sistema.

iv) Riqueza total (rET) e abundância relativa de Ephemeroptera + Trichoptera (%ET), adaptado de Plafkin et al. (1989)

$$\%ET=(E+T)*100/t$$

onde E: total de Ephemeroptera
T: total de Trichoptera
t: total de organismos na amostra

Originalmente esta métrica considera os Plecoptera (%EPT), que não foi utilizado no presente trabalho por não ter ocorrido em nenhuma localidade amostrada. Este índice indica a proporção de organismos sensíveis à poluição orgânica (Ephemeroptera e Trichoptera) em relação ao total de organismos na amostra. A riqueza de Ephemeroptera e Trichoptera (rET) foi obtida através da simples contagem do número de famílias pertencentes a estas ordens em cada localidade amostrada.

4.3. Análise da qualidade dos corpos de água

Foram feitas medições de pH, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura da água, com auxílio de um sensor Horiba U-22, na superfície da água, no momento em que os substratos foram colocados e no momento em que foram retirados dos pontos amostrais (intervalo de 4 semanas). Os dados são apresentados em valores mínimos e máximos medidos.

As amostras de água para análises químicas laboratoriais foram coletadas na superfície dos rios e reservatórios com auxílio de galões de polietileno, que foram acondicionados em geladeira até o laboratório. No laboratório estas amostras foram filtradas, congeladas e posteriormente analisadas de acordo com o explicitado na Tabela 5.

As variáveis analisadas foram escolhidas com o objetivo de caracterizar a qualidade da água e detectar os locais onde tenha contaminação por esgoto, de forma que pudessem ser relacionados à distribuição dos macroinvertebrados bentônicos.

Tabela 5 – Metodologias utilizadas na análise de água e respectivas referências bibliográficas.

Variável	Método	Referência
Água		
Temperatura (°C), OD (mg/L), pH, condutividade (µS/cm), turbidez	Potenciométrico (HORIBA U-22)	
Coliformes totais e <i>E.coli</i>	Kit Colilert	APHA, 1998
Material em suspensão total (MST), inorgânico (MSI), orgânico (MSO)	Método gravimétrico (filtros de celulose)	Teixeira et al, 1965 APHA, 1998
Nitrogênio Total – NT (mg-N/L) (Nitrogênio Total Kjeldahl)	Digestão c/ ácido sulfúrico e sulfato de cobre Destilação com NaOH Titulação com H ₂ SO ₄	APHA, 1998
Fósforo Total – PT (µg/L)	Digestão c/ Persulfato de Potássio / com leitura no espectrofotômetro)	Valderrama, 1981
DBO (mg/L)	Incubação por 5 dias a 20°C	APHA, 1998

4.3.1. Aplicação do IQA (Índice de Qualidade de Água)

Foi aplicado o IQA – índice de qualidade de água, desenvolvido pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos e adaptado pela CETESB, que incorpora 9 parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

O IQA foi calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes às variáveis: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido (% de saturação), DBO₅, *E. coli*, nitrogênio total, fósforo total, sólidos em suspensão e turbidez. A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida e

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

em que:

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme o quadro a seguir:

Ponderação	Categoria	Cor
79<IQA≤100	Ótima	Azul
51<IQA≤79	Boa	Verde
36<IQA≤51	Regular	Amarelo
19<IQA≤36	Ruim	Vermelho
IQA≤19	Péssima	Roxo

4.3.2. Aplicação do IET (Índice de Estado Trófico de Carlson)

Foi calculado o Índice de Estado Trófico (IET) de Carlson (1977), que utiliza os dados de fósforo total e classifica os corpos de água em oligotróficos, mesotróficos, eutróficos e hiper-eutróficos.

4.4. Análise das características do sedimento dos corpos de água

O sedimento foi coletado com draga de *Ekman-Birge* ou *Core*, dependendo do tipo de fundo e rio, acondicionado em potes plásticos, resfriado e posteriormente analisado em laboratório segundo as metodologias descritas na Tabela 6.

Os parâmetros analisados foram escolhidos por serem determinantes na distribuição dos macroinvertebrados bentônicos e na avaliação da qualidade dos sedimentos.

Tabela 6 – Metodologias utilizadas na análise do sedimento e respectivas referências bibliográficas

Sedimento	Método	Referência
Nitrogênio Total no sedimento – NT (mg-N/g de sedimento) (Nitrogênio Total Kjeldahl)	Digestão c/ ácido sulfúrico e sulfato de cobre Destilação com NaOH Titulação com H ₂ SO ₄	APHA, 1998
Fósforo Total no sedimento (mg/g de sedimento)	Digestão c/ HCl colorimétrico com leitura no espectrofotômetro	APHA, 1998
Granulometria do sedimento	Peneiramento da amostra em sucessivas peneiras (20/0,85; 32/0,5; 60/0,25; 115/0,125; 250/0,063; >0,004; <0,004), peso das frações é transformado em %	Adaptado de Arocena (1999)
Matéria orgânica no sedimento (%)	Queima em mufla à 600°C durante 2 horas. A diferença de pesos é expressa em porcentagem	Adaptado de Arocena (1999)

5. RESULTADOS

5.1. Características da qualidade de água dos rios e reservatórios da bacia Tietê/Jacaré

5.1.1. Análise das variáveis físicas, químicas e biológicas da água

Temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez da água

As variáveis temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez da água, foram medidas na superfície da água no dia em que os substratos foram deixados nos pontos amostrais e no dia de retirada dos mesmos. Em geral não houve grandes variações nos valores entre o período de colonização e os resultados são apresentados nas Figuras 6 e 7 em valores médios medidos em cada período (seca e chuva).

Na Figura 6 são mostradas as temperaturas médias medidas nos pontos amostrados nos rios e reservatórios em cada período (jun/05 e fev/06). A época de estiagem se caracterizou por ser também época de inverno com temperaturas mais baixas na água, principalmente nos rios. Na época chuvosa os valores de temperatura foram mais elevados nos pontos localizados nos reservatórios, principalmente em Ibitinga (30°C). No reservatório do Lobo as temperaturas foram mais baixas (entre 20 e 25°C).

Os valores médios de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez da água obtidos para os dois períodos nos rios e reservatórios são apresentados na Figura 7.

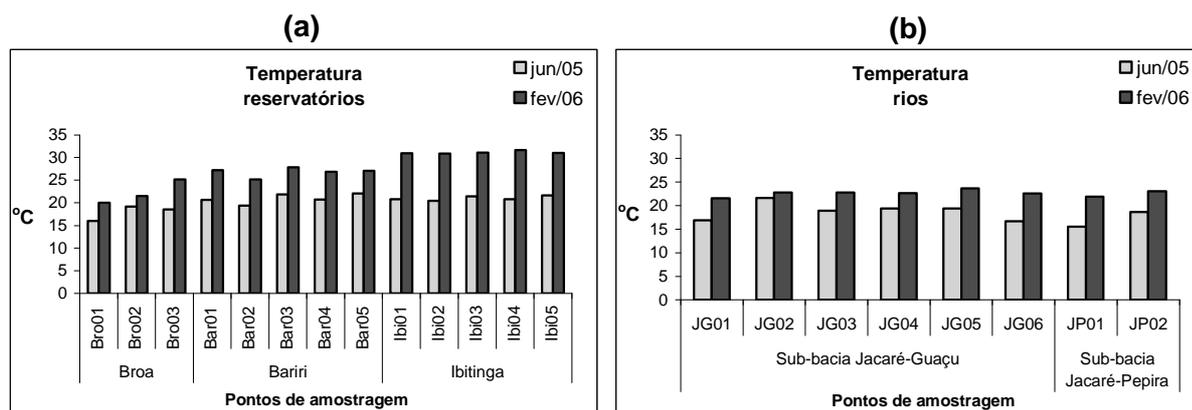


Figura 6 – Valores médios da temperatura da água (°C) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para águas Classe I, destinadas para consumo humano e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, são representados pela linha vermelha na Figura 7.

Os valores de pH foram, em geral, mais altos nos reservatórios, atingindo valores de até 10 e 12, provavelmente por influência das grandes densidades de algas (*blooms* de cianofíceas) observadas durante os períodos de coleta nos reservatórios de Bariri e Ibitinga. Os valores obtidos na represa do Broa foram menores (abaixo de 6) e não houve ocorrência de *blooms* de cianofíceas. Nos rios, os valores variaram entre 6 e 7.

A resolução CONAMA 357/05 estabelece valores de pH entre 6,0 e 9,0. Nos reservatórios em alguns pontos este limite foi ultrapassado. O ribeirão do Lobo (Bro01) teve pH “ligeiramente” ácido, apesar de estar abaixo da faixa estabelecida pelo Conama, este rio tem boa qualidade de água e o pH mais baixo é típica da região pela formação geológica.

A condutividade elétrica da água pode ser definida como a capacidade em conduzir corrente elétrica, o que é função das concentrações dos íons presentes (Margalef, 1983). A condutividade elétrica de uma solução pode ser influenciada pela temperatura e pH. Os íons dissolvidos são resultantes das condições naturais da bacia hidrográfica e das atividades humanas (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008). Portanto, a condutividade serve como um indicador da entrada de

substâncias como despejo de esgoto doméstico e industrial nos ecossistemas aquáticos.

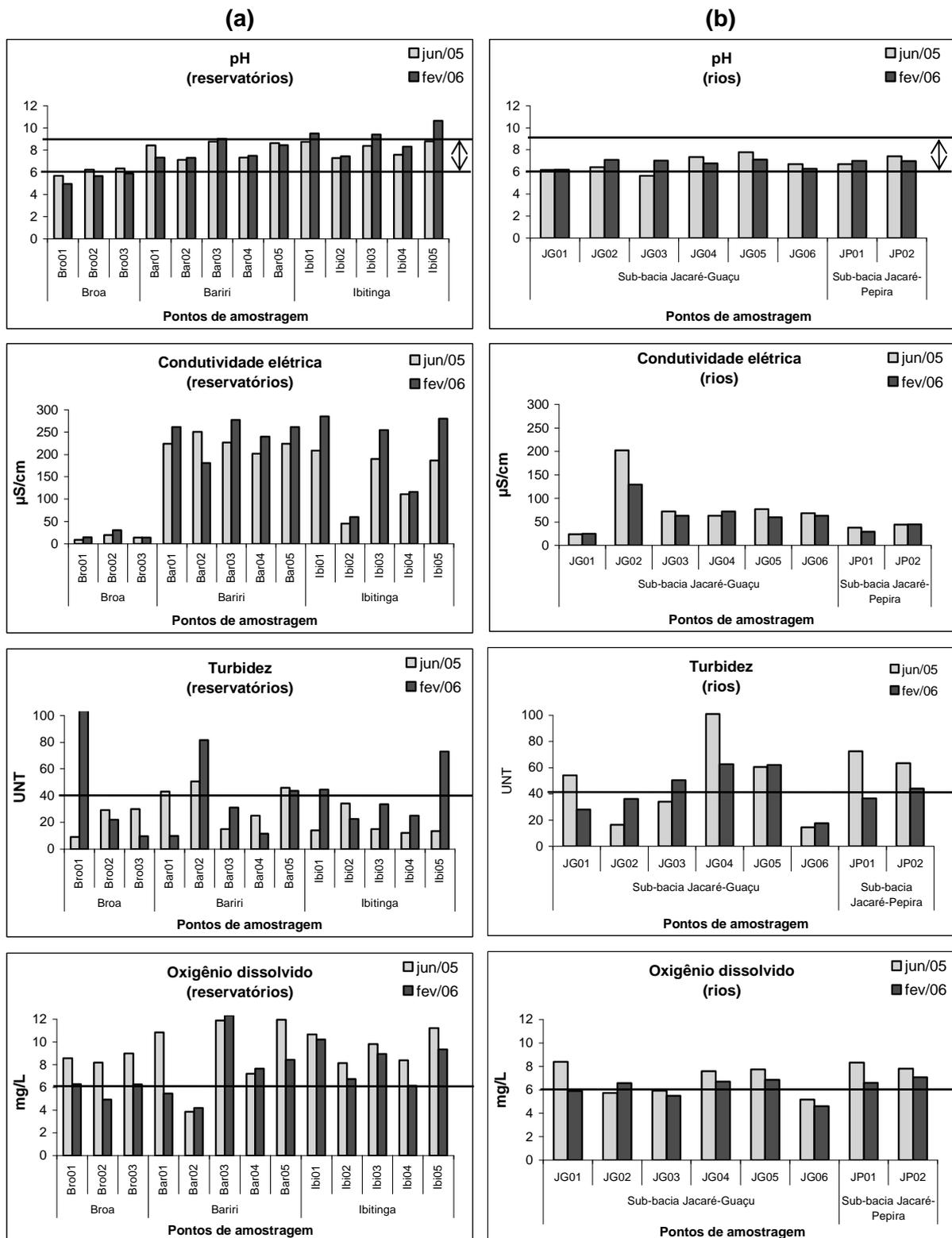


Figura 7 – Valores de pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez da água dos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I

A condutividade elétrica da água apresentou altos valores nos pontos amostrados nos reservatórios de Bariri e Ibitinga, principalmente no período chuvoso (entre 200 e 280 $\mu\text{S}/\text{cm}$), com exceção dos tributários Ibi02 e Ibi04, onde os valores foram bem inferiores, entorno de 50 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente. Foi observada uma tendência de menores condutividades na UHE Ibitinga em relação à UHE Bariri. Porém os valores mais baixos de condutividade elétrica (entre 8 e 20 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) foram registrados na represa do Broa, principalmente no ribeirão do Lobo (Bro01) nos dois períodos.

Os valores de condutividade medidos nos rios variaram de 40 a 70 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Os menores valores foram medidos no rio Chibarro, e nos dois trechos amostrados do rio Jacaré-Pepira (20 e 40 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$). As maiores condutividades nos dois períodos foram observadas no ribeirão do Ouro (130 a 202 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$), provavelmente influenciadas pelo efluente da ETE (estação de tratamento de esgoto) à montante.

A chuva provoca o carreamento de materiais e substâncias da bacia de drenagem para o rio ou corpo de água, provocando o aumento dos íons e conseqüentemente da condutividade. Nos reservatórios as condutividades foram maiores no período chuvoso, já nos rios as maiores condutividades foram detectadas na época de estiagem. Souza (1996) e Teixeira (1993) estudando córregos da região do alto Jacaré-Guaçu, observaram menores condutividades no período de estiagem.

Os maiores valores de turbidez foram registrados na época chuvosa (fev/06), nos pontos dos reservatórios Bro01, Bar02 e Ibi05. Na represa do Broa no momento da coleta em fev/06 estava chovendo, o que pode ter influenciado a maior turbidez. No período de estiagem a maior turbidez foi obtida no tributário Bar02 (rio Bauru, Bariri) e a menor no ribeirão do Lobo (Bro01), 51 e 9 UNT respectivamente.

Nos rios, os valores de turbidez foram maiores no período de estiagem (jun/05), sendo que os maiores valores foram registrados em JG04. O córrego Água Branca (JG06) que é um rio de pequeno porte, sem forte correnteza, apresentou os menores valores de turbidez entre os rios.

As concentrações de oxigênio dissolvido na água medidas em alguns pontos dos reservatórios de Bariri e Ibitinga atingiram valores acima de 10mg/L, provavelmente por influência dos *blooms* de cianofíceas observados. O menor valor médio foi obtido em Bar02, com concentração de 4mg/L nos dois períodos amostrados, estando abaixo do mínimo estabelecido pelo Conama (6mg/L).

Os valores de oxigênio dissolvido na água da maioria dos pontos em rios e reservatórios da UGRHi Tietê-Jacaré estiveram acima de 6mg/L e, apesar da pouca variação entre os períodos estudados, maiores concentrações foram observadas no período de seca, onde as temperaturas foram mais baixas. Os locais que recebem esgoto doméstico foram os que apresentaram menores concentrações de oxigênio dissolvido, rio Bauru (tributário UHE Bariri), ribeirão do Ouro e córrego Água Branca.

Material em suspensão total, orgânico e inorgânico na água

Os resultados das análises de material em suspensão total, orgânico e inorgânico obtidos nos pontos amostrados nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré nos dois períodos (jun/05 e fev/06) são mostrados na Figura 8.

Maiores frações inorgânicas foram registradas nos rios, ao passo que maiores frações orgânicas foram encontradas nos reservatórios, como já era esperado. Bro01 e Bar02 foram exceções na época chuvosa, apresentando maiores frações inorgânicas e um alto valor total. Em jun/05, o Bar02 (rio Bauru, tributário Bariri) apresentou alta concentração de material em suspensão total, principalmente orgânico. Porém, maiores valores totais foram observados no período chuvoso, provavelmente como resultado da influência da chuva na “lavagem” do material da área de entorno.

Nos rios, os valores de material em suspensão total seguiram o mesmo padrão entre os pontos de amostragem nos dois períodos, com as maiores concentrações totais em JG03, JG04 e JP02 com maior fração inorgânica, e as menores concentrações obtidas em JG06 (córrego Água Branca), com maior fração orgânica. Neste ponto a velocidade da água é bem menor em relação aos outros rios amostrados, além de receber esgoto.

Maiores frações orgânicas nos rios foram associadas à entrada de esgoto, observadas no córrego Água Branca e ribeirão do Ouro. Já entre os reservatórios, foi observado no rio Bauru, que recebe esgoto, predomínio de material em suspensão inorgânico no período chuvoso e orgânico na seca. No ribeirão do Lobo altas concentrações de material em suspensão foram observadas, provável influência da chuva, com resuspensão do sedimento e presença de macrófitas flutuantes como a *Salvinia* e *Lemna*, além da baixa profundidade do local (cerca de 1m).

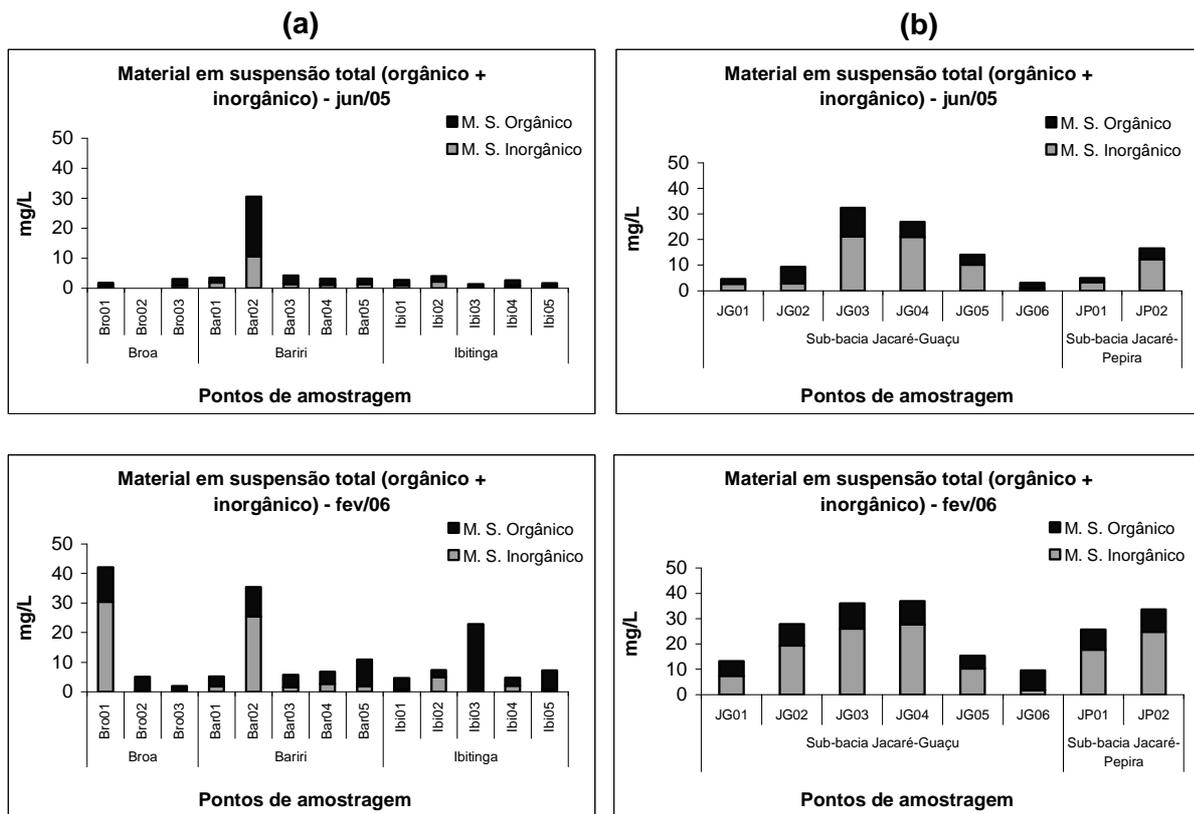


Figura 8 – Material em suspensão total, orgânico e inorgânico (mg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Nutrientes na água (Nitrogênio e Fósforo total)

As concentrações de nitrogênio orgânico total e fósforo total obtidas nos pontos amostrados em rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré são apresentados na Figura 9. O limite estabelecido para o fósforo total, pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para águas Classe I, destinadas para consumo humano e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, é representado pela linha vermelha na Figura 9.

Altas concentrações de nitrogênio orgânico total foram encontradas em Bar02 (rio Bauru, tributário UHE Bariri) principalmente na época de estiagem. No período chuvoso (fev/06), as maiores concentrações de nitrogênio orgânico total foram observadas em Bro01 (ribeirão do Lobo, UHE Broa), Bar02 (rio bauru, tributário UHE Bariri) e Ibi03 (região média UHE Ibitinga).

Em Ibi03, também foi observada alta concentração de fósforo total na época chuvosa e Bar02 apresentou alta concentração em jun/05 (seca). As menores concentrações de nitrogênio orgânico total foram registradas em Ibi02 (rio Jacaré-Pepira, tributário Ibitinga) e Bro02 (entrada rio Itaqueri, Broa) nos dois períodos.

Nos rios, as maiores concentrações de nitrogênio e fósforo foram obtidas no córrego Água Branca (JG06) nos dois períodos. No rio Jacaré-Pepira, a montante da cidade de Brotas (JP01), foi registrada alta concentração de nitrogênio na época chuvosa (fev/06), porém o fósforo total neste ponto foi baixo.

As menores concentrações de nitrogênio e fósforo totais na água foram registradas nos pontos JG01 (rio Chibarro), JG04 (ribeirão Boa Esperança) e JP02 (rio Jacaré-Pepira, próximo à Dourado) nos dois períodos igualmente como foi observado para as concentrações de nitrogênio e fósforo totais no sedimento.

A concentração de fósforo total na água nos rios e reservatórios da UGRHi Tietê-Jacaré apresentou um certo padrão entre os períodos amostrados, para maioria das localidades, maiores concentrações de fósforo total na água foram observadas no período chuvoso. Durante as chuvas as partículas e material orgânico da área de entorno são carregados para os corpos de água, podendo aumentar sua concentração.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes nos ecossistemas aquáticos, uma vez que participa da formação das proteínas, um dos constituintes fundamentais dos seres vivos. O nitrogênio pode ser um elemento limitante uma vez que é essencial para a produção primária (Esteves, 1988). Existem diversas formas orgânicas e inorgânicas de nitrogênio, as principais são: nitrogênio molecular dissolvido (N_2), íon amônio (NH_4^+), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-), nitrogênio orgânico dissolvido (uréia, peptídeos, aminas, purinas, aminoácidos, entre outras) e nitrogênio orgânico particulado (detritos e plâncton).

O aumento do nitrogênio orgânico total na água pode ser reflexo de poluição por esgoto doméstico (Von Sperling, 1996) ou da entrada de detritos (troncos, folhas e outros restos vegetais ou animais). As concentrações de nitrogênio orgânico total Kjeldahl foram, em geral, baixas nos rios e reservatórios estudados (de 0,186 a 1mg/L). Os maiores valores de nitrogênio orgânico total foram observados no rio Bauru (tributário UHE Bariri) e no córrego Água Branca, locais que recebem esgoto doméstico, o que pode estar influenciando estes altos valores. Porém, a presença de vegetação ciliar e de macrófitas aquáticas nestes locais também pode estar

contribuindo para estes altos valores. Altas concentrações de nitrogênio foram registradas no ribeirão do Lobo (represa do Broa) e no rio Jacaré-Pepira (montante Brotas) no período chuvoso (9 e 15mg/L, respectivamente). Estes locais estão em bacias relativamente preservadas, sem a existência despejos domésticos à montante.

O ciclo do nitrogênio nos corpos de água envolve os processos de nitrificação, desnitrificação, amonificação e fixação sendo a participação microbiana e fases aeróbias e anaeróbias essenciais. Diversos fatores podem estar influenciando as maiores concentrações de nitrogênio nestes locais, como a presença de animais como a Capivara, na represa do Broa, e gado no Jacaré-Pepira, além das plantas aquáticas que podem estar servindo como fontes de nitrogênio orgânico e amônia para o sistema.

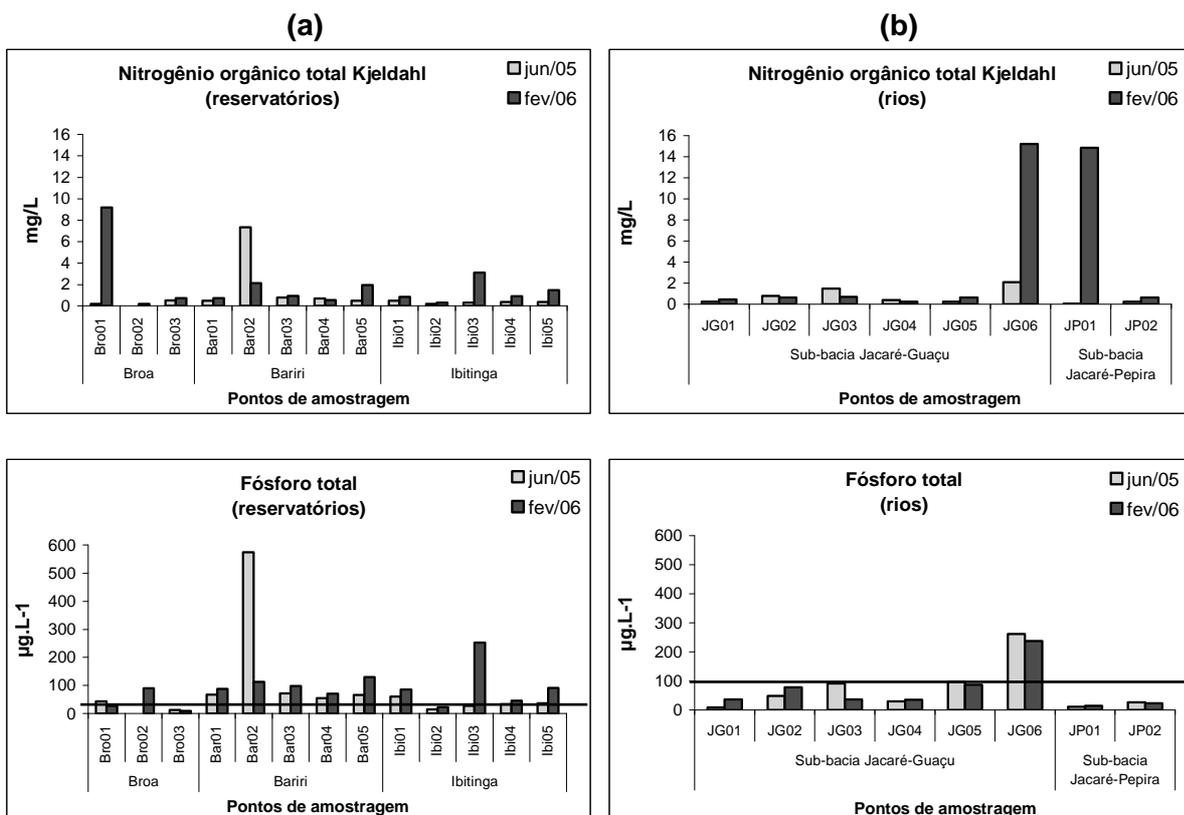


Figura 9 – Concentrações de nitrogênio orgânico total (mg/L) e fósforo total (µg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias)

A DBO₅, também é uma medida indireta da matéria orgânica que atinge um corpo de água, mas nem sempre é reflexo de contaminação. Pedacos de troncos, galhos e folhas, plantas aquáticas e outros detritos naturais em abundância num sistema aquático podem ocasionar altos nos valores na DBO. Assim, os valores de DBO nos corpos de água da bacia Tietê-Jacaré provavelmente não foram reflexo somente da entrada de esgoto ou outro tipo de poluição, pois valores altos foram registrados em locais de boa qualidade de água como o Jacaré-Pepira.

Os resultados das análises da demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) feitas nos dois períodos amostrados (jun/05 e fev/06) em todos os pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré são mostrados na Figura 10. O limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para águas Classe I, destinadas para consumo humano e preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, é de até 3mg/L de DBO₅, representado pela linha vermelha na Figura 10.

Para maioria dos pontos em rios e reservatórios, os valores de DBO₅ foram menores na época chuvosa (fev/06). No reservatório do Lobo (Broa) em nenhum ponto amostrado os valores de DBO estiveram acima do limite determinado pelo Conama (3mg/L). Já na UHE Bariri, 3 pontos apresentaram altas concentrações de DBO na época de estiagem (Bar02, Bar04 e Bar05). Na época chuvosa somente Bar02 e Bar05 apresentaram altas concentrações de DBO, cerca de 10mg/L.

Na UHE Ibitinga, as maiores concentrações de DBO foram observadas em Ibi03 e Ibi04 na época de estiagem, cerca de 7mg/L, acima do limite para Classe I. Nos outros pontos da UHE Ibitinga os valores de DBO estiveram abaixo de 2mg/L.

Nos rios, na época de estiagem (jun/05), os valores foram altos em cinco pontos, JG02, JG03, JG04, JG05 e JP02. Já em fev/06 (chuva), os valores de DBO foram mais baixos e os menores valores obtidos no rio Jacaré-Pepira (JP01 e JP02). O trecho do rio Jacaré-Guaçu à jusante de Araraquara (JG03) apresentou os maiores valores na época chuvosa (fev/06).

Na época chuvosa os valores de DBO foram mais altos nos pontos que recebem esgoto e mais baixos nos menos impactados. Já no período de estiagem o resultado foi variável.

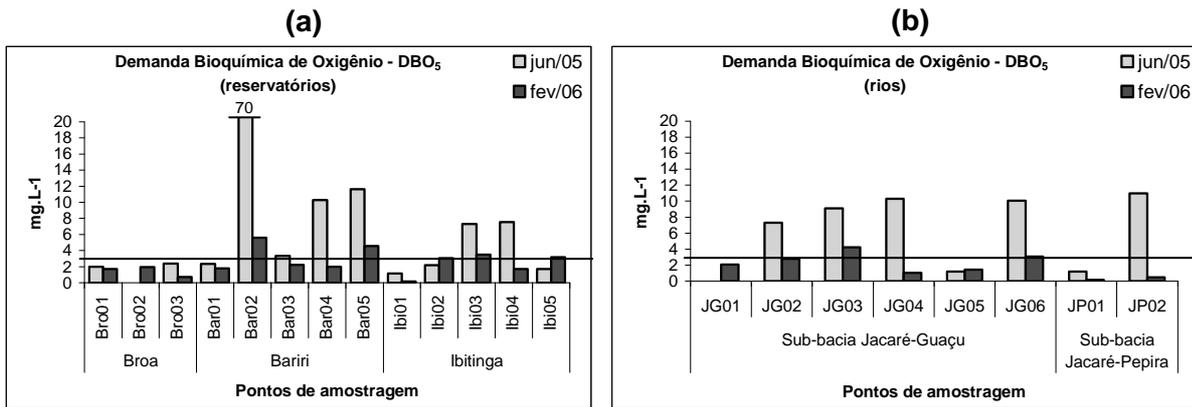


Figura 10 – Demanda bioquímica de oxigênio – DBO₅ (mg/L) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe I

Presença de *Escherichia coli*

A presença da bactéria *E. coli*, presente nos intestinos dos animais de sangue quente, nos ecossistemas aquáticos é indício de despejo de esgoto doméstico. Esta análise foi feita com este propósito e os resultados obtidos são mostrados na Figura 11. A linha vermelha representa o limite máximo permitido da concentração de coliformes fecais ou *E. coli* em corpos de água Classe II pelo Conama 357/05.

As análises de *E. coli* evidenciaram os locais que sofrem maiores impactos por despejo de esgoto doméstico, sendo o rio Bauru com as maiores concentrações de *E. coli*, seguido do ribeirão do Ouro e córrego Água Branca.

Entre os pontos amostrados nos reservatórios apenas o rio Bauru, tributário da UHE Bariri (Bar02) apresentou valores altíssimos de *E. coli* nas duas campanhas, bem acima do máximo permitido pelo Conama. Na época chuvosa (fev/06), o rib do Lobo, formador da represa do Broa apresentou alta concentração de *E. coli* (2.828 NMP/100mL), embora não receba despejo de esgoto esta concentração pode ser devido a presença de Capivara no local.

Nos pontos amostrados da UHE Ibitinga praticamente não foi registrado *E. coli*, somente no tributário Jacaré-Guaçu (JG03) no período chuvoso com apenas 40 NMP/100mL.

Em relação aos rios, no ribeirão do Ouro (JG02) e no córrego Água Branca (JG06) foram registradas as maiores concentrações de *E. coli* nos rios nos dois

períodos. No rio Jacaré-Guaçu, trecho à jusante de Araraquara (JG03), uma alta concentração de *E. coli* foi registrada no período chuvoso somente. No rio Jacaré-Pepira à montante da cidade de Brotas (JP01), no rio Chibarro à montante de Araraquara (JG01) e no rio Boa esperança (JG04) foram registrados os menores valores de *E. coli*.

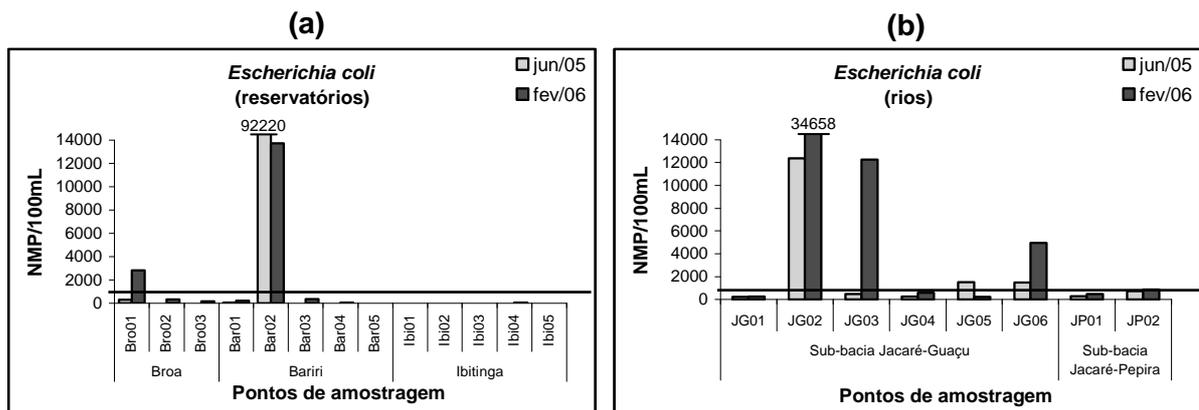


Figura 11 – Concentrações de nitrogênio orgânico total (mg/L) e fósforo total ($\mu\text{g/L}$) nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). – limites CONAMA 357/05 para Classe II

Índice de Qualidade de Água (IQA)

O índice de qualidade de água (IQA) foi calculado com base na planilha de cálculo da CETESB (2008), os valores resultantes variam de 0 a 100, divididos em faixas de qualidade de água como mostrado nas Figuras 12 e 13.

A maioria dos pontos localizados nos reservatórios foi classificada como tendo ótima qualidade de água nos dois períodos (Figura 12a), embora tenha sido observado *blooms* de cianofíceas durante as coletas nas duas campanhas nos reservatórios de Bariri e Ibitinga.

Os maiores índices de qualidade de água na época seca foram obtidos no reservatório do Broa próximo à barragem (Bro03), no tributário Jacaré-Pepira em Ibitinga (Ibi02) e na barragem de Ibitinga (Ibi05), todos com valor de IQA igual a 100 sendo classificados com ótima qualidade de água.

O rio Bauru, tributário do reservatório de Bariri (Bar02) apresentou a menor qualidade de água entre os pontos em reservatórios nos dois períodos, sendo o IQA classificado como ruim em jun/05 e regular em fev/06.

Com relação aos resultados obtidos nos pontos localizados nos rios, todos foram classificados com boa qualidade de água segundo o IQA nos dois períodos, apesar dos pontos JG02 (ribeirão do Ouro, jusante Araraquara), JG03 (Jacaré-Guaçu, jusante São Carlos) e JG06 (córrego Água Branca, jusante Itirapina) apresentarem valores menores de IQA em relação aos outros locais amostrados (Figura 12b).

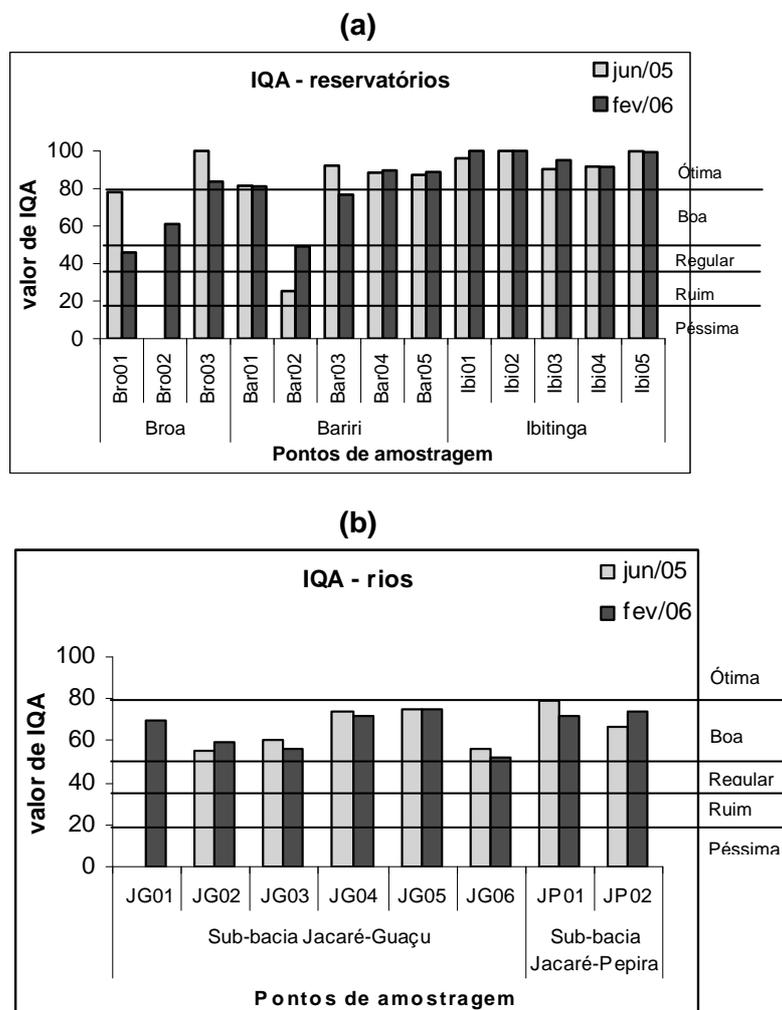


Figura 12 – Índice de Qualidade de Água (IQA) em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Na Figura 13 encontra-se o mapa de qualidade de água gerado pela aplicação do IQA nos períodos de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). Cada cor corresponde a uma qualidade de água.

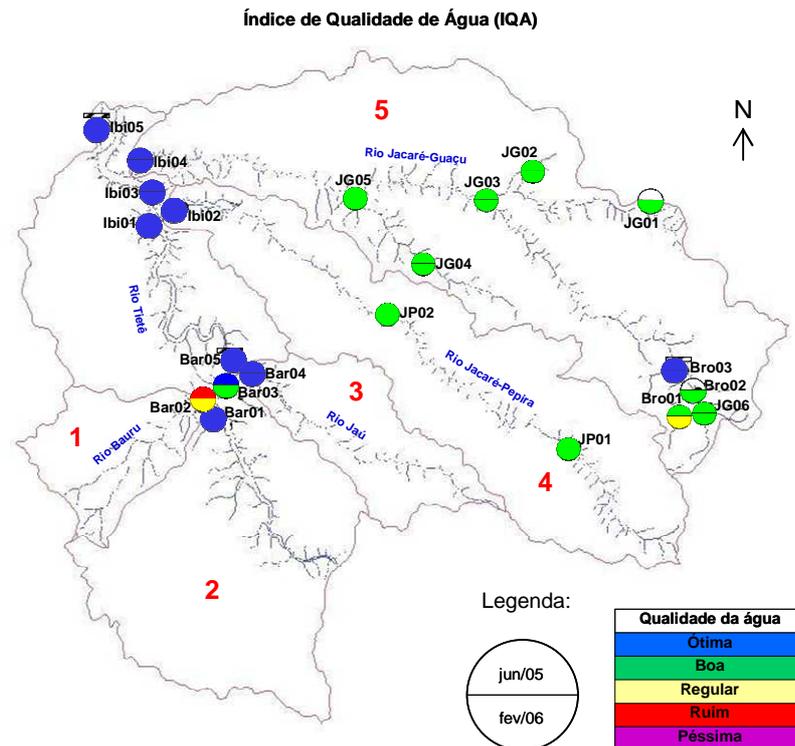


Figura 13 – Mapa do Índice de Qualidade de Água (IQA) obtidos nos pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Índice de Estado Trófico (IET)

O índice de estado trófico (IET) calculado foi o de Carlson que considera as concentrações de fósforo total nas amostras. Este índice classifica os corpos de água em cinco diferentes níveis de trofia: ultra-oligotrófico (UO), oligotrófico (O), mesotrófico (M), eutrófico (E) e hiper-eutrófico (H). Os resultados obtidos são mostrados na Figura 14.

Observou-se que todos os pontos do reservatório de Bariri nos dois períodos estudados foram classificados como hiper-eutróficos, os valores mais altos foram

obtidos no rio Bauru (Bar02), que recebe esgoto doméstico e industrial da cidade sem tratamento.

No reservatório de Ibitinga, o IET foi classificado como mesotrófico nos dois períodos no tributário Jacaré-Pepira (Ibi02) e como eutrófico no tributário Jacaré-Guaçu (Ibi04). Os outros pontos do reservatório foram classificados como hiper-eutróficos na época chuvosa e eutróficos na seca.

A represa do Broa, região da barragem (Bro03) foi a única classificada como oligotrófica na época chuvosa (fev/06) e mesotrófica na época seca (jun/05). Bro02 (entrada Itaqueri) foi classificado como hiper-eutrófico em fev/06.

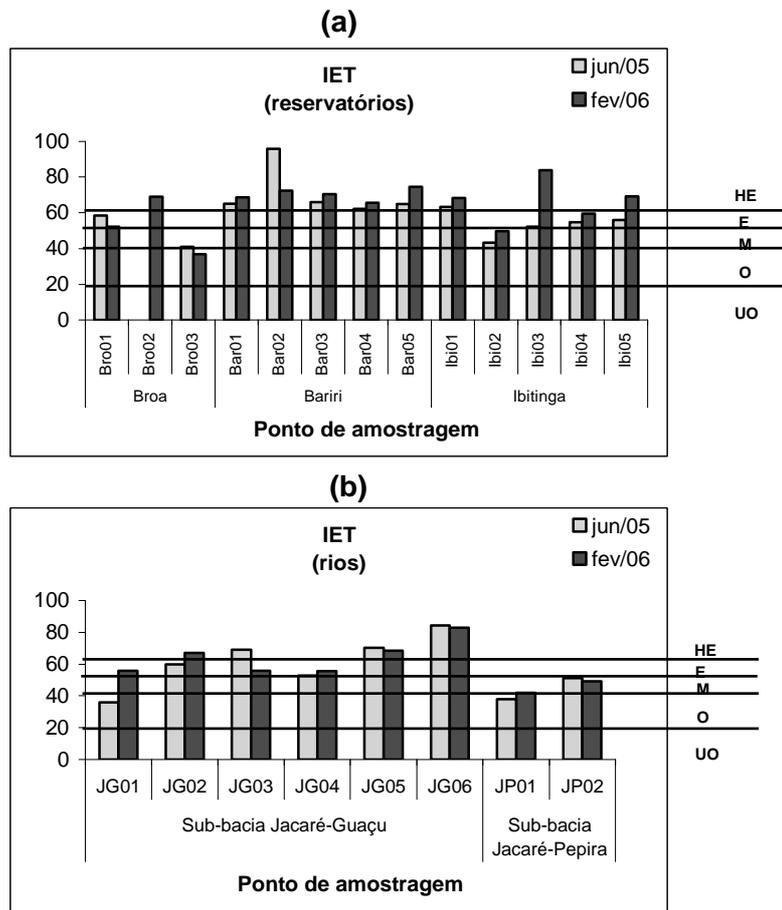


Figura 14 – Índice de Estado Trófico (IET) em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva). (HE)=hiper-eutrófico; (E)=eutrófico; (M)=mesotrófico; (O)=oligotrófico; (UO)=ultra-oligotrófico.

5.1.2. Análise das variáveis físicas e químicas do sedimento

Granulometria

Os resultados da análise granulométrica das amostras de sedimento coletadas nos pontos amostrados nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré são apresentados na Figura 15. Esta análise foi feita apenas no período chuvoso (fev/06).

Para facilitar a visualização dos dados, foram somadas as frações de areia muito grossa e areia grossa (AMG+AG), areia fina e areia muito fina (AF+AMF), silte grosso e silte + argila (silte + argila). Os valores são dados em porcentagem (%) por fração granulométrica em cada ponto amostrado.

Nos reservatórios as quatro classes granulométricas foram encontradas na maioria dos pontos. No reservatório do lobo (Broa), houve um maior predomínio das frações de areia fina e muito fina, principalmente no ribeirão do Lobo (Bro01). Em Ibi02 (rio Jacaré-Pepira, tributário Ibitinga) as maiores frações granulométricas do sedimento também se constituíram de areia fina ou muito fina.

Em Bro02 (entrada rio Itaqueri, tributário Broa), Bar02 (rio Bauru, tributário Bariri), Ibi01 (superior UHE Ibitinga) e Ibi03 (meio Ibitinga) foram encontradas as maiores frações de silte e argila entre os pontos localizados nos reservatórios. Na maioria dos pontos as frações de areia fina e areia grossa variaram entre 20 a 40%.

Nos pontos amostrados nos rios da bacia Tietê-Jacaré o sedimento predominante foi areia fina e muito fina, com exceção de JG02 (rio do Ouro, jusante Araraquara), onde o sedimento foi composto por uma distribuição proporcional entre areias grossa, média e fina.

O silte e argila nos rios foram encontrados em frações mais significativas em JG04 (rio Boa Esperança), JG05 (rio Jacaré-Guaçu, Gavião Peixoto) e JP02 (rio Jacaré-Pepira).

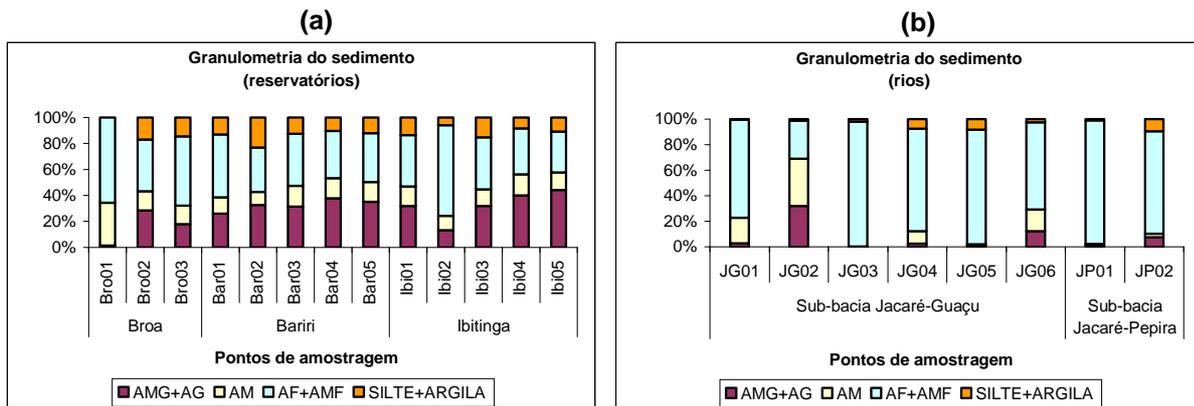


Figura 15 – Frações granulométricas do sedimento coletado nos pontos amostrados nos reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de fevereiro de 2006 (chuva).

Porcentagem de matéria orgânica no sedimento

Os resultados da análise da porcentagem de matéria orgânica das amostras de sedimento coletadas nos pontos amostrados nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré são apresentados na Figura 16. Esta análise foi feita apenas no período chuvoso (fev/06).

Na maioria dos pontos localizados nos reservatórios os teores de matéria orgânica variaram entre 15 e 20%. Em Bro01 (rio do Lobo, tributário Broa) foi obtida a menor fração de matéria orgânica entre os reservatórios, ao passo que Bro02 (rio Itaqueri, tributário Broa) apresentou a maior fração no sedimento entre todos os pontos amostrados em rios e reservatórios, com 35% de matéria orgânica. Este ponto além de receber esgoto, é raso e coberto por macrófitas aquáticas flutuantes (*Pistia*) e enraizadas o que pode explicar esta maior porcentagem de matéria orgânica no sedimento. O tributário de Ibitinga Jacaré-Pepira (Ibi02) apresentou sedimento com baixo teor de matéria orgânica em relação aos reservatórios.

Nos rios, as porcentagens de matéria orgânica foram, evidentemente, mais baixas que nos reservatórios. JG01, JG04 e JP01 apresentaram as menores porções de matéria orgânica, ao passo que em JG06 (córrego Água Branca, Itaqueri) foi obtida a maior porcentagem entre os rios. Este local, além de receber esgoto, possui margem com macrófitas aquáticas em abundância, principalmente enraizadas.

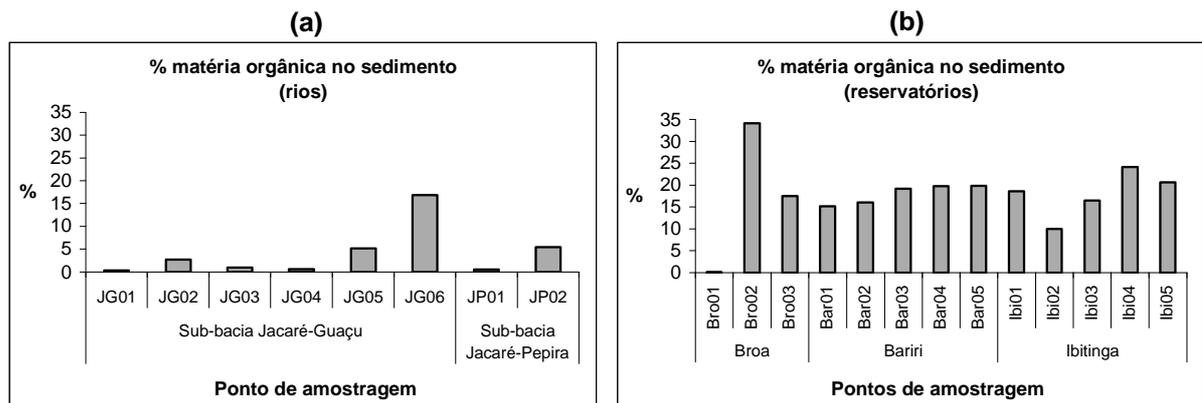


Figura 16 – Porcentagem de matéria orgânica no sedimento coletado nos pontos amostrados nos rios (a) e reservatórios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de fevereiro de 2006 (chuva).

Nitrogênio e Fósforo totais no sedimento

Os resultados das análises de Fósforo e Nitrogênio orgânico total (mg/g de sedimento) nas amostras de sedimentos dos pontos localizados em rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré nos dois períodos considerados são apresentados na Figura 17.

Nos reservatórios, as concentrações de nitrogênio e fósforo totais no sedimento variaram pouco em relação às duas épocas de coleta. Nos rios, os valores variaram de acordo com a época amostrada mas não apresentaram um padrão entre seca e chuva e foram, naturalmente, bem mais baixos do que os obtidos nos reservatórios. O ribeirão do Lobo, tributário da represa do Broa (Bro01) foi exceção, onde os valores registrados de nitrogênio e fósforo totais no sedimento foram bem baixos na duas época amostradas.

O sedimento dos pontos Bro02, JP01 e JG05 não puderam ser coletados na época de estiagem (jun/05) por problemas que ocorreram durante o trabalho de campo, por tanto não foram analisados.

Em geral, na maioria dos pontos analisados em rios e reservatórios as concentrações de nitrogênio orgânico total foram proporcionais às de fósforo total no sedimento. Os menores valores de nitrogênio e fósforo totais foram observados nos mesmos pontos, Bro01 e Ibi02 entre os reservatórios e entre os rios, JG01 e JG04, considerando as duas épocas de amostragem.

Em Ibi05 o N e P total foram baixos na época de estiagem. No período chuvoso foram observados os mais altos valores. Em Bro02 foram registradas altas concentrações de nitrogênio e fósforo no sedimento na época chuvosa.

Com relação aos pontos localizados nos rios, JG02 (rio do Ouro, Araraquara) apresentou os mais altos valores de nitrogênio e fósforos totais no sedimento na época seca. Na época chuvosa, o nitrogênio foi bem mais baixo e o fósforo reduziu a metade. Este ponto é localizado à jusante de uma estação de tratamento de esgoto de Araraquara. Em jun/05 (seca) ela não estava em operação, ao contrário da época chuvosa (fev/06) quando já estava operando, podendo ter influenciado esta queda.

Na época chuvosa (fev/06), maiores concentrações de nitrogênio e fósforo totais no sedimento foram detectadas em JG05 (rio Jacaré-Guaçu, Gavião Peixoto) e JG06 (córrego Água Branca, Itaqueri). Os resultados de nitrogênio e fósforo totais foram proporcionais aos de teor de matéria orgânica no sedimento.

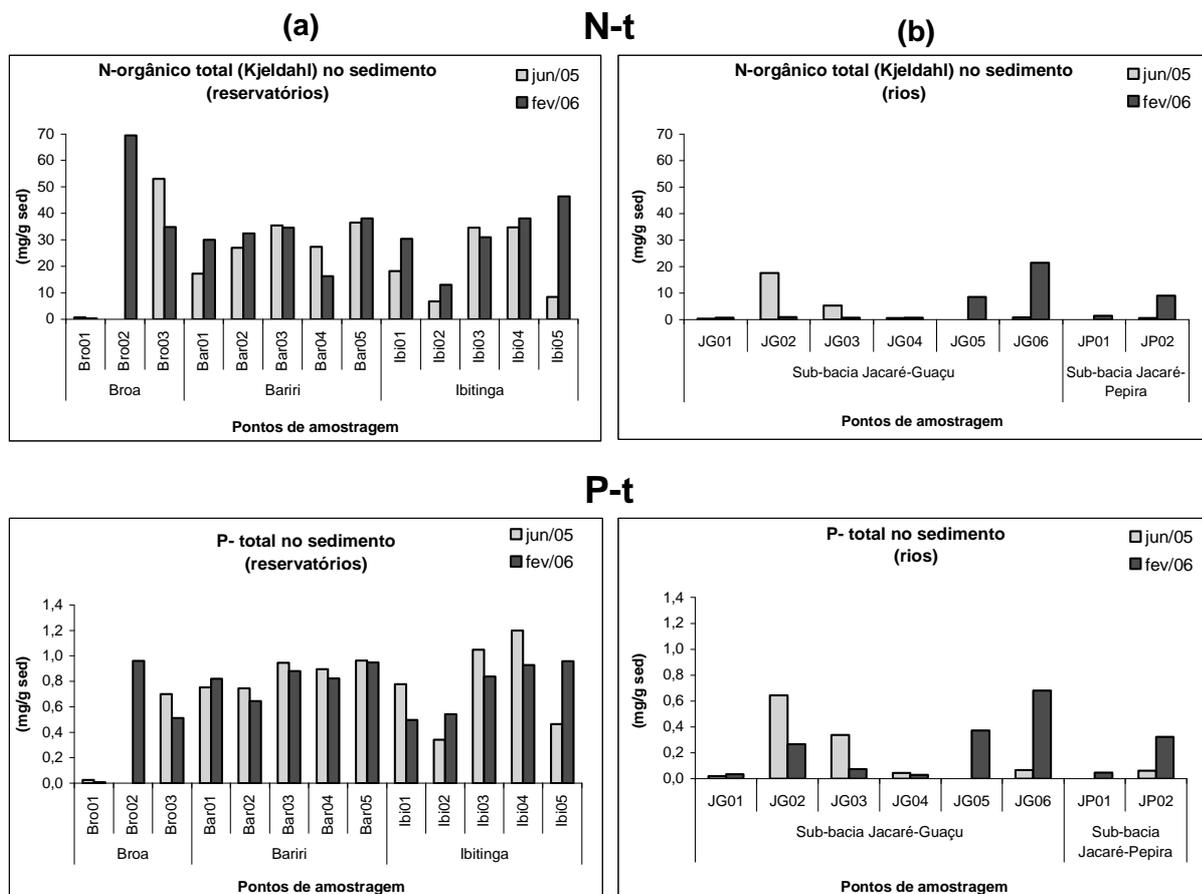


Figura 17 – Concentrações de Nitrogênio orgânico total (N-t) e Fósforo total (P-t) em mg/g de sedimento nos pontos amostrados em reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

5.3. Avaliação da riqueza e abundância dos táxons de macroinvertebrados em substratos artificiais e naturais

Foi registrado um total de 12.846 indivíduos pertencentes à 64 táxons de macroinvertebrados bentônicos nos 21 pontos amostrados dos corpos de água pertencentes à UGRHi Tietê/Jacaré nos dois períodos considerados (jun/05 e fev/06). A maioria dos indivíduos foi identificada em nível de família. Os quironomídeos foram identificados em nível de gênero (22 gêneros), os decápodes em nível de espécie, assim como a maioria dos moluscos. A lista dos táxons registrados nos dois períodos é mostrada na Tabela 7.

A comunidade de insetos aquáticos foi a mais representativa com 8 ordens e 41 famílias, sendo a ordem Odonata com maior número de famílias (9 famílias), seguida de Coleoptera com 8 famílias representantes. O Filo Mollusca foi o segundo grupo com maior número de representantes com 3 famílias de Bivalvia e 8 famílias de Gastropoda, concentrados principalmente nos reservatórios estudados e no JG02 (ribeirão do Ouro).

A relação dos táxons de macroinvertebrados bentônicos registrados nos pontos localizados em sistemas lóticos (rios) e lênticos (reservatórios) será analisada separadamente. A análise dos gêneros de Chironomidae será mostrada num capítulo à parte.

Reservatórios

Os resultados de riqueza e abundância absoluta dos macroinvertebrados bentônicos obtidos em cada tipo de substrato (artificiais e naturais) nos pontos e períodos considerados são apresentados nas Tabelas 8 a 13. Os valores totais também são apresentados (substrato artificial + draga).

Na represa do Broa as amostragens com draga foram feitas apenas na margem (mesmo local onde foram colocados os substratos artificiais), ao passo que nos reservatórios de Bariri e Ibitinga foram feitas amostragens com a draga na região da margem (Dm) e na região mais profunda ou da calha (Dc) no mesmo ponto.

Tabela 7 – Lista de táxons registrados nos 21 pontos amostrados na bacia do Tietê-Jacaré no período de junho/julho de 2005 (seca) e janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

TAXA		
ANELLIDA	<i>Cricotopus</i>	SUBFILO CRUSTACEA
Classe Oligochaeta	Subfamília Tanypodinae	Classe Ostracoda
Família Tubificidae	Tribo Coelotanypodini	Família não identificada
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Coelotanypus	Classe Malacostraca
<i>Branchiura sowerbyi</i>	Tribo Pentaneurini	Ordem Amphipoda
outros não identificados	<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>	Família Hyalellidae
Família Naididae	<i>Larsia</i>	<i>Hyalella azsteca</i>
Classe Hirudinea	Tribo Procladiini	Ordem Decapoda
Família Glossiphonidae	<i>Djalmabatista</i>	Família Palaemonidae
ARTHROPODA	Tribo Tanypodini	<i>Macrobrachium brasiliense</i>
CLASSE INSECTA	<i>Tanytus punctipennis</i> (?)	<i>Macrobrachium jelskii</i>
Ordem Coleoptera	Família Simuliidae	Família Trichodactylidae
Família Crysomelidae	Família Stratiomyidae	<i>Trichodactylus fluviatilis</i>
Família Curculionidae (adulto)	Ordem Trichoptera	Classe Arachnida
Família Elmidae (larva)	Família Helicopsychidae	Hydracarina
Família Gyrinidae (larva e adulto)	Família Hydropsichidae	Família não identificada
Família Haliplidae (larva)	Família Hydroptilidae	MOLLUSCA
Família Hydrophilidae (adulto)	Família Leptoceridae	Classe Bivalvia
Família Lampyridae (larva)	Família Odontoceridae	Família Corbiculidae
Família Scirtidae (Helodidae) larva	Família Polycentropodidae	<i>Corbicula fluminea</i>
Ordem Diptera	Ordem Ephemeroptera	Família Mytilidae
Família Ceratopogonidae	Família Baetidae	<i>Limnoperna fortunei</i>
Família Chaoboridae	Família Caenidae	Família Pisidiidae
Família Chironomidae	Família Leptohiphidae	<i>Pisidium</i> sp.
Subfamília Chironominae	Família Leptophlebiidae	Classe Gastropoda
Tribo Chironomini	Família Oligoneuriidae	Família Ampullariidae
<i>Aedokritus</i>	Família Polymitarcyidae	<i>Pomacea</i> sp.
<i>Chironomus</i> gr <i>decorus</i>	Ordem Hemiptera	Família Ancyliidae
<i>Chironomus</i> gr <i>riparius</i>	Família Belostomatidae	Família Bulimulidae
<i>Cryptochironomus</i>	Família Corixidae	<i>Rhinus</i> sp.
<i>Dicrotendipes</i>	Família Hebridae	Família Chilinidae
<i>Endotribelos</i>	Família Naucoridae	<i>Chilina</i> sp.
<i>Fissimentum</i>	Família Veliidae	Família Physidae
<i>Goeldichironomus</i>	Ordem Lepidoptera	<i>Physa cubensis</i>
<i>Parachironomus</i>	Família Pyralidae	Família Planorbidae
<i>Polypedilum</i>	Ordem Odonata	<i>Biomphalaria</i> sp.
<i>Saetheria</i> (?)	Família Aeshnidae	Família Systrophidae
Tribo Pseudochironomini	Família Calopterygidae	Família Thiaridae
<i>Pseudochironomus</i>	Família Coenagrionidae	<i>Aylacostoma tenuilabris</i>
Tribo Tanytarsini	Família Gomphidae	<i>Melanoides tuberculata</i>
<i>Caladomyia</i>	Família Libellulidae	NEMATODA
<i>Rheotanytarsus</i>	Família Megapodagrionidae	Família não identificada
<i>Tanytarsus</i>	Família Perilestidae	PLATYHELMINTES
Subfamília Orthocladiinae	Família Protoneuridae	Classe Turbellaria
Tribo Corynoneurini	Família Pseudostigmatidae	Família Dugesidae
<i>Thienemanniella</i>	Ordem Megaloptera	
Tribo Orthocladiini	Família Corydalidae	

Nas Tabelas 8 e 9 são mostradas as listas dos táxons e respectivas abundâncias por amostrador (substrato artificial – SA; draga margem – Dm) nos pontos amostrados na represa do Lobo (Broa) nos períodos de seca (jun/05) e chuva (fev/06), respectivamente.

O ponto que apresentou maior riqueza de táxons foi Bro01 (ribeirão do Lobo, com total de 9 e 13 táxons em cada período, respectivamente), sendo a maioria dos táxons obtidos nos substratos artificiais (9 táxons em jun/05 e 12 em fev/06) e pertencentes às Ordens Trichoptera e Ephemeroptera (Figuras 18 e 19). Em ambos os períodos não houve dominância de táxons nas amostras de substratos artificiais e ordens sensíveis à poluição foram registradas em abundância e riqueza considerável (30% de Ephemeroptera e 25% de Trichoptera). Na draga, Chironomidae foi dominante, com pequena participação de Hirudinea e Oligochaeta (Figura 19).

Em fev/06 (época chuvosa), na amostra de draga em Bro01 foi obtida uma riqueza de 5 táxons, incluindo 2 famílias de Trichoptera e 1 de Ephemeroptera, porém em menor abundância em relação aos Chironomidae registrados (Figura 19). O ribeirão do Lobo é considerado preservado, fazendo parte da APA de Corumbataí.

Em jun/05 (época seca), não foram colocados substratos artificiais em Bro02 (entrada do rio Itaqueri) por problemas metodológicos e o resultado apresentado corresponde somente à draga, onde foi registrada baixa riqueza e abundância (3 táxons e 10 indivíduos), representadas apenas pela Ordem Diptera, com a dominância de Chaoboridae e Chironomidae (Figura 19).

Já em fev/06 (época chuvosa), na amostragem com os substratos artificiais em Bro02, foram registrados 4 táxons, Chironomidae, *Hyalella*, Hirudinea e Oligochaeta, os dois últimos ocorrendo em alta abundância, porém Hirudínea teve dominância de 80% (Figura 19). Nenhum organismo foi encontrado na amostragem com a draga (Tabela 9). Este tributário da represa do Broa recebe esgoto da cidade de Itirapina.

Em Bro03 (próximo à barragem), tanto a riqueza de táxons como a abundância absoluta foram baixas nos dois períodos. Chironomidae foi a família dominante nos substratos e na draga em jun/05 (seca). No período chuvoso (fev/06), Chaoboridae foi dominante na draga e hirudínea predominou nos substratos artificiais (Figura 19).

Tabela 8 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados na represa do Lobo (Broa) em junho/julho de 2005 (seca).

Taxa		Bro01			Bro02			Bro03			Total	%
		SA	Dm	total	SA	Dm	total	SA	Dm	total		
Insecta												
Coleoptera	Crysomelidae (adulto)											
	Curculionidae (adulto)											
	Elmidae (larva)	2		2							2 1,33	
	Gyrinidae (adulto)											
	Gyrinidae (larva)											
	Halipidae (larva)											
	Hydrophilidae (adulto)											
	Lampyridae (larva)											
Scirtidae (Helodidae) larva												
Diptera	Ceratopogonidae				1	1					1 0,67	
	Chaoboridae				5	5		8	8		13 8,67	
	Chironomidae	28	19	47	4	4		21	11	32	83 55,3	
	Simuliidae											
	Stratiomyidae											
Trichoptera	Helicopsychidae											
	Hydropsychidae											
	Hydroptilidae	1		1							1 0,67	
	Leptoceridae											
	Odontoceridae	1		1							1 0,67	
Polycentropodidae	1		1				3	3		4 2,67		
Ephemeroptera	Baetidae											
	Caenidae	3		3							3 2	
	Leptohyphidae											
	Leptophlebiidae	15		15							15 10	
	Oligoneuriidae											
Polymitarcyidae												
Hemiptera	Belostomatidae											
	Corixidae											
	Hebridae											
	Naucoridae											
Lepidoptera	Veliidae											
	Pyrilidae											
	Aeshnidae											
	Calopterygidae											
Odonata	Coenagrionidae											
	Gomphidae											
	Libellulidae											
	Megapodagrionidae											
	Perilestidae											
	Protoneuridae											
	Pseudostigmatidae											
	Megaloptera	Corydalidae										
Anellida												
Oligochaeta	família não identificada	15	2	17							17 11,3	
Hirudinea	Glossiphoniidae	3	2	5				5	5		10 6,67	
Mollusca												
Bivalvia	Corbiculidae (<i>Corbicula</i>)											
	Mytilidae (<i>L. fortunei</i>)											
	Pisidiidae (<i>Pisidium</i>)											
Gastropoda	Ampullariidae (<i>Pomacea</i>)											
	Ancylidae											
	Bulimulidae (<i>Rhinus</i>)											
	Chiliniidae (<i>Chilina</i>)											
	Physidae (<i>P. cubensis</i>)											
	Planorbidae (<i>Biomphalaria</i>)											
	Systrophidae											
	Thiaridae (<i>Aylacostoma</i>)											
Thiaridae (<i>M. tuberculata</i>)												
Outros grupos												
Amphypoda	<i>Hyalella azteca</i>											
Decapoda	Palaemonidae (<i>M. fluviatilis</i>)											
	Palaemonidae (<i>M. jelskii</i>)											
	Trichodactylidae (<i>T. fluviatilis</i>)											
Hydracarina	família não identificada											
Nematoda	família não identificada											
Ostracoda	família não identificada											
Turbellaria	Dugesidae											
Total de indivíduos: 150		69	23	92	10	10		29	19	48	150 100	
Riqueza de táxons: 11		9	3	9	n	3	3	3	2	4	11	

Legenda: (n): não foi feito

Tabela 9 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados na represa do Lobo (Broa) em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Taxa		Bro01			Bro02			Bro03			Total	%
		SA	Dm	total	SA	Dm	total	SA	Dm	total		
Insecta												
Coleoptera	Crysomelidae (adulto)											
	Curculionidae (adulto)											
	Elmidae (larva)	6	1	7							7 1,35	
	Gyrinidae (adulto)											
	Gyrinidae (larva)											
	Haliplidae (larva)											
	Hydrophilidae (adulto)											
	Lampyridae (larva)											
Scirtidae (Helodidae) larva												
Diptera	Ceratopogonidae											
	Chaoboridae							1	1		1 0,19	
	Chironomidae	9	42	51	4	4					55 10,6	
	Simuliidae											
	Stratiomyidae											
Trichoptera	Helicopsychidae		3	3							3 0,58	
	Hydropsychidae											
	Hydroptilidae											
	Leptoceridae											
	Odontoceridae	2	4	6							6 1,16	
	Polycentropodidae	2		2							2 0,39	
Ephemeroptera	Baetidae											
	Caenidae	1		1							1 0,19	
	Leptoheptidae											
	Leptophlebiidae	1	1	2							2 0,39	
	Oligoneuriidae											
Polymitarcyidae	5		5							5 0,97		
Hemiptera	Belostomatidae											
	Corixidae	2		2							2 0,39	
	Hebridae											
	Naucoridae											
Lepidoptera	Veliidae											
	Pyrilidae											
Odonata	Aeshnidae	1		1							1 0,19	
	Calopterygidae											
	Coenagrionidae											
	Gomphidae											
	Libellulidae	2		2							2 0,39	
	Megapodagrionidae											
	Perilestidae											
	Protoneuridae											
Pseudostigmatidae												
Megaloptera	Corydalidae											
Anelida												
Oligochaeta	família não identificada	4		4	70	70		1	1		75 14,5	
Hirudinea	Glossiphoniidae	10		10	332	332		2	2		344 66,4	
Mollusca												
Bivalvia	Corbiculidae (<i>Corbicula</i>)											
	Mytilidae (<i>L. fortunei</i>)											
	Pisidiidae (<i>Pisidium</i>)											
Gastropoda	Ampullariidae (<i>Pomacea</i>)											
	Ancylidae											
	Bulimulidae (<i>Rhinus</i>)											
	Chiliniidae (<i>Chilina</i>)											
	Physidae (<i>P. cubensis</i>)											
	Planorbidae (<i>Biomphalaria</i>)											
	Systrophidae											
	Thiaridae (<i>Aylacostoma</i>)											
Thiaridae (<i>M. tuberculata</i>)												
Outros grupos												
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>				12	12					12 2,32	
Decapoda	Palaemonidae (<i>M. fluviatilis</i>)											
	Palaemonidae (<i>M. jelskii</i>)											
	Trichodactylidae (<i>T. fluviatilis</i>)											
Hydracarina	família não identificada											
Nematoda	família não identificada											
Ostracoda	família não identificada											
Turbellaria	Dugesidae											
Total de indivíduos: 518		45	51	96	418	0	418	3	1	4	518	100
Riqueza de táxons: 15		12	5	13	4	0	4	2	1	3	15	

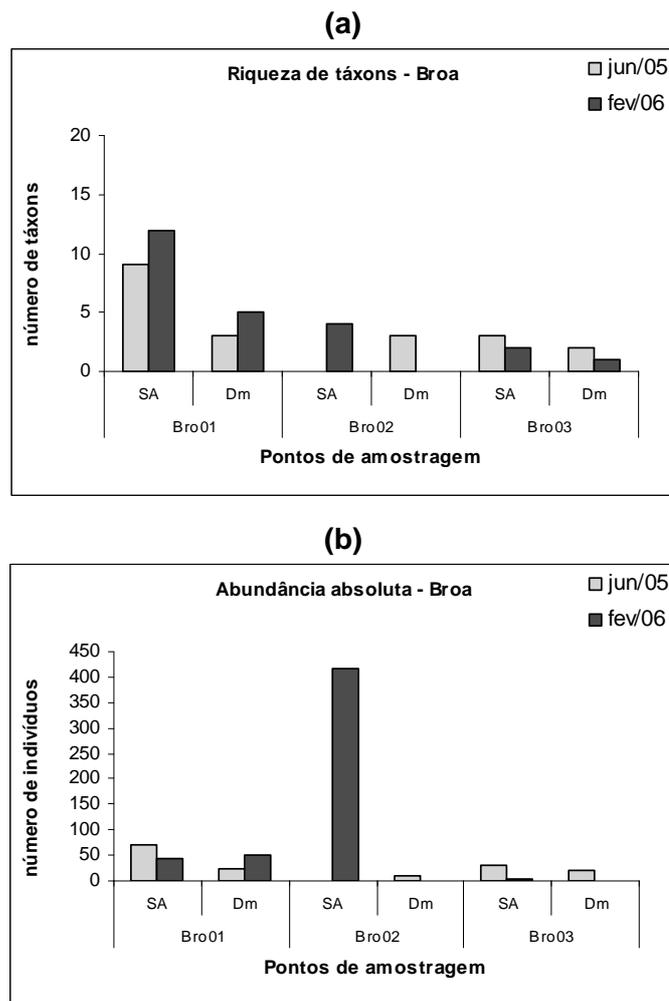


Figura 18 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA) e draga na região da margem (Dm) nos pontos do reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Considerando as abundâncias relativas totais, ou seja, total das amostras obtidas com substratos artificiais e dragas o grupo dominante nos três pontos reservatório do Lobo (Broa) em jun/05 foi Chironomidae (Figura 19), seguindo o mesmo padrão dos substratos artificiais. Não foram encontrados moluscos neste reservatório.

Nas Tabelas 10 e 11 são apresentadas as listas de táxons e respectivas abundâncias absolutas nos substratos artificiais (SA), nas dragas na região de margem (Dm) e profunda (Dc) e total (soma dos substratos artificiais e dragas) dos pontos amostrados no reservatório de Bariri no período de seca (jun/05) e chuva (fev/06), respectivamente.

As maiores riquezas e abundâncias foram registradas nos substratos artificiais (SA) em relação aos substratos naturais (Dm e Dc), igualmente como ocorreu no reservatório do Broa. Entre as regiões amostradas com draga, a margem (Dm) apresentou maior riqueza e abundância de táxons de macroinvertebrados do que na região profunda ou calha do reservatório (Dc) (Tabelas 10 e 11 e Figura 20).

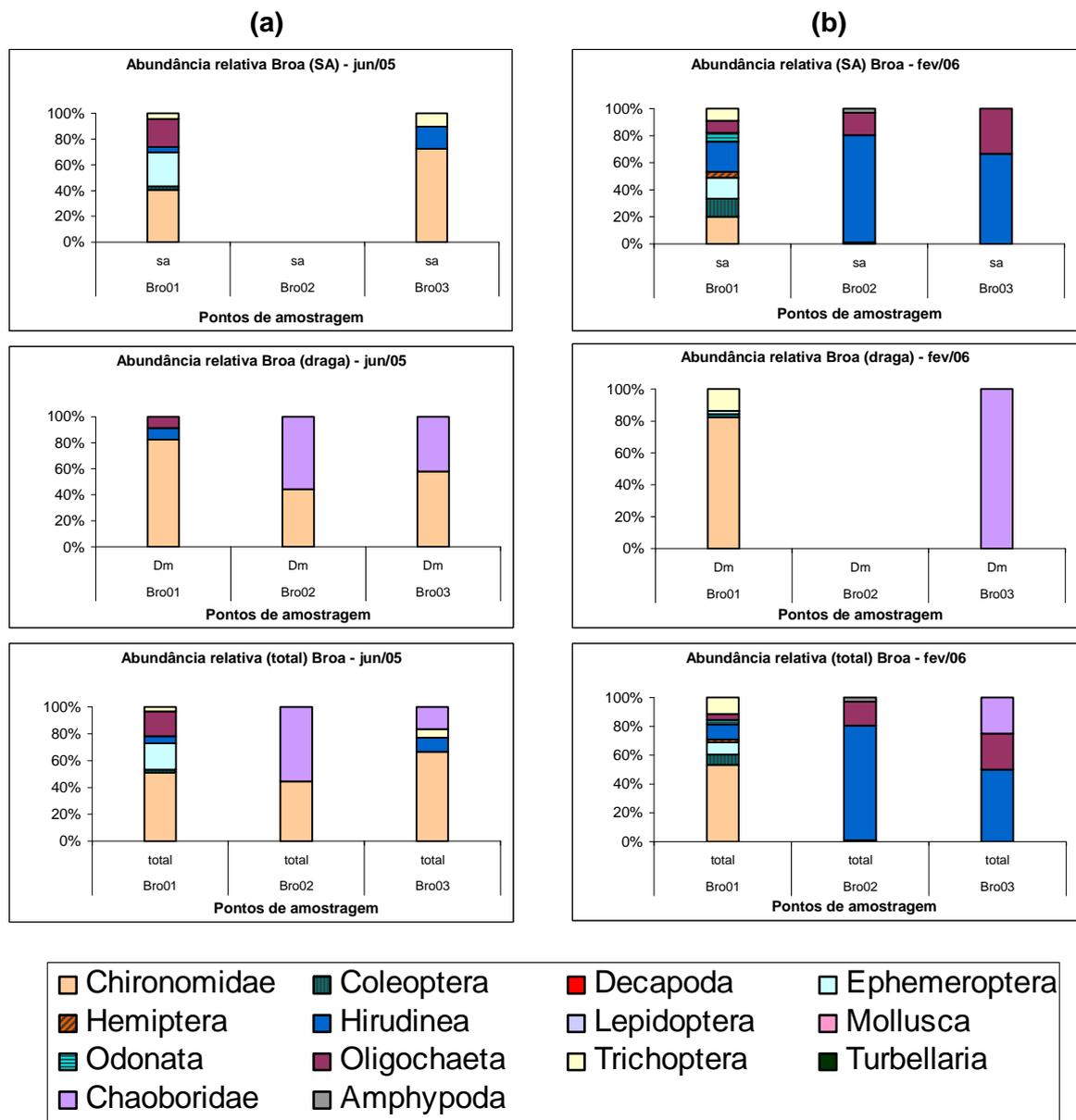


Figura 19 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), com draga e total (substrato + draga) no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

Em jun/05 (seca), Oligochaeta foi dominante na maioria das amostras de draga tanto na região da margem quanto na calha, porém em fev/06 (chuva), alguns pontos foram dominados por Oligochaeta e outros por moluscos (Figura 21). Nos substratos artificiais colocados em Bar01, Bar03 e Bar05 (regiões superior, média e barragem da UHE Bariri, respectivamente) no período de seca (jun/05), Chironomidae foi dominante e em Bar04 (rio Jaú, tributário UHE Bariri), Mollusca (principalmente os gêneros *Physa* e *Pisidium*) dominou em relação à Turbellaria e Hirudínea.

Em Bar02 (tributário, rio Bauru) a amostragem foi feita somente na margem, substratos artificiais e draga. Em fev/06 (chuva), nos substratos artificiais, Bar02 apresentou a maior abundância absoluta (principalmente Hirudinea e Oligochaeta, 2696 e 270 indivíduos, respectivamente) e riqueza de oito táxons, incluindo duas famílias de Hemiptera e Odonata, porém Hirudinea teve dominância de 79%.

Em jun/05, neste mesmo ponto, no momento da coleta foi observado grande número de quironomídeos (*Chironomus gr decorus*) “nadando” na superfície da água, porém poucos quironomídeos e oligoquetos foram capturados com a draga e os substratos artificiais foram depredados. Este local, apesar de possuir mata ciliar parcialmente preservada, recebe esgoto doméstico e industrial da cidade de Bauru.

Maiores riquezas e abundâncias absolutas de táxons foram observadas no período chuvoso em alguns pontos da UHE Bariri. Na região superior do reservatório (Bar01) foi obtida a maior riqueza e alta abundância no período chuvoso (fev/06), tendo riqueza de 11 táxons (5 famílias de Mollusca, Chironomidae, Megapodagrionidae, Polycentropodidae, Oligochaeta, Hirudinea e Dugesiididae) à abundância de 254 indivíduos, com dominância de 60% de Chironomidae, ocorrendo nos substratos artificiais. Porém, em jun/05 (seca) este mesmo ponto apresentou a menor riqueza e abundância nos substratos artificiais (4 táxons e 70 indivíduos), mas a família dominante foi a mesma. Neste mesmo ponto, em fev/06 (chuva), na amostra da draga margem, Ephemeroptera foi dominante. Na região da calha, moluscos, hirudíneos e oligoquetos predominaram (Figura 21).

O tributário da UHE Bariri, rio Jaú (Bar04), apresentou a segunda maior riqueza no período chuvoso (fev/06), com grande contribuição dos táxons registrados nas amostras de draga da região da margem do reservatório. Ephemeroptera foi o táxon dominante na amostra da draga da margem (50%), já nos substratos, oligoquetos, coleópteros e hirudíneos foram os mais abundantes, na

draga calha não foi registrado nenhum organismo. No total Ephemeroptera predominou em Bar04 e em Bar01 no período chuvoso (fev/06).

Em Bar03 (região média da UHE Bariri, a jusante do rio Bauru) foram registrados baixos valores de riqueza de táxons nos dois períodos estudados (4 táxons), com dominância de Oligochaeta nas amostras da draga margem e de Mollusca na calha (*M. tuberculata*). Este molusco também foi dominante na região próxima a barragem no mesmo reservatório (Bar05) (Figura 21).

No reservatório de Bariri, assim como nos rios tributários (rio Jaú e Bauru), os táxons mais freqüentes em ambos os períodos foram Chironomidae, Oligochaeta e Mollusca (Tabelas 10 e 11).

Considerando as abundâncias totais (substratos artificiais + draga) os quironomídeos foram dominantes na maioria dos pontos na época seca e os moluscos foram dominantes na época chuvosa, com exceção de Bar02, onde foi registrada alta abundância de Hirudinea (Figura 21).

Nas Tabelas 12 e 13, são mostradas as listas dos táxons registrados no reservatório de Ibitinga, com respectivas abundâncias absolutas nas amostras de substratos artificiais (SA) e nas de draga na região de margem (Dm) e profunda ou calha do reservatório (Dc). As maiores riquezas de táxons foram obtidas nos tributários rios Jacaré-Guaçu (Ibi04) e Jacaré-Pepira (Ibi02), no período de estiagem (jun/05) (Figuras 22 e 23).

No tributário Jacaré-Pepira, Ibi02, a maior riqueza foi observada na amostra da draga da margem (Dm) no período de estiagem (jun/05), somando 14 táxons, com 2 famílias de Trichoptera, 1 de Ephemeroptera, 1 Lepidoptera, 2 famílias de Odonata e 3 famílias de Mollusca, porém Chironomidae teve maior abundância relativa. Nos substratos artificiais a riqueza foi ligeiramente menor (12 táxons, com 1 Trichoptera, 3 Ephemeroptera, 2 Odonata, 4 Mollusca) com ausência de dominância. Na região da calha Ephemeroptera teve abundância de 40%.

Já no tributário Jacaré-Guaçu, Ibi04, a maior riqueza foi obtida nos substratos artificiais (18 táxons, com 1 Trichoptera, 3 Ephemeroptera, 1 Odonata, e 6 Mollusca) e Chironomidae foi dominante com 50% de abundância relativa no período de estiagem (jun/05). Na amostra da draga da margem de Ibi04 apenas 1 táxon de molusco ocorreu.

Tabela 10 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em junho/julho de 2005 (seca).

Taxa		Bar01				Bar02			Bar03				Bar04				Bar05				Total	%
		SA	Dm	Dc	total	SA	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total		
Insecta																						
Coleoptera	Crysomelidae (adulto)																					
	Curculionidae (adulto)																					
	Elmidae (larva)																					
	Gyrinidae (adulto)																					
	Gyrinidae (larva)																					
	Halipidae (larva)																					
	Hydrophilidae (adulto)																					
	Lampyridae (larva)																					
Scirtidae (Helodidae) larva																						
Diptera	Ceratopogonidae																					
	Chaoboridae																					
	Chironomidae	63		1	64		7	7	65	1	2	68	10	7	7	11	88	14	5	107	7	
	Simuliidae																					
	Stratiomyidae																					
Trichoptera	Helicopsychidae																					
	Hydropsychidae																					
	Hydroptilidae																					
	Leptoceridae																					
	Odontoceridae																					
Ephemeroptera	Polycentropodidae	5			5												2	1		3	8	
	Baetidae																1			1	1	
	Caenidae																6			6	6	
	Leptohyphidae								1			1					3			3	4	
	Leptophlebiidae																					
	Oligoneuridae																					
Hemiptera	Polymitarcyidae																					
	Belostomatidae																					
	Corixidae																					
	Hebridae																					
	Naucoridae																					
Lepidoptera	Veliidae																					
	Pyrralidae																					
Odonata	Aeshnidae																					
	Calopterygidae																					
	Coenagrionidae																					
	Gomphidae																					
	Libellulidae																					
	Megapodagrionidae																					
	Perilestidae																					
	Protoneuridae																					
Megaloptera	Pseudostigmatidae																					
	Corydalidae																					
Anellida																						
Oligochaeta	família não identificada			12	12		9	9	1	34	18	53	2	7	41	50	2	2	19	23	147	
Hirudinea	Glossiphoniidae												11			11		1	1	2	13	
Mollusca																						
Bivalvia	Corbiculidae (<i>Corbicula</i>)			1	1												2			2	3	
	Mytilidae (<i>L. fortunei</i>)	1			1								1			1					2	
	Pisidiidae (<i>Pisidium</i>)								3			3	83			83					86	
Gastropoda	Ampullariidae (<i>Pomacea</i>)												3			3					3	
	Ancylidae																					
	Bulimulidae (<i>Rhinus</i>)																					
	Chilidae (<i>Chilina</i>)																					
	Physidae (<i>P. cubensis</i>)								11			11	16			16					27	
	Planorbidae (<i>Biomphalaria</i>)												4			4					4	
	Systrophidae																					
	Thiaridae (<i>Aylacostoma</i>)																					
Thiaridae (<i>M. tuberculata</i>)				8	8				2		6	8	1	7	8						24	
Outros grupos																						
Amphypoda	<i>Hyalella azteca</i>	1			1																1	
Decapoda	Palaemonidae (<i>M. fluviatilis</i>)																					
	Palaemonidae (<i>M. jelskii</i>)																					
	Trichodactylidae (<i>T. fluviatilis</i>)																					
Hydracarina	família não identificada																					
Nematoda	família não identificada																					
Ostracoda	família não identificada																2			2	2	
Turbellaria	Dugesidae												41			41	3			3	44	
Total de indivíduos: 639		70	0	22	92		16	16	83	35	26	144	162	24	49	235	107	20	25	152	639	
Riqueza de táxons: 18		4	0	4	7	d	2	2	6	2	3	6	9	3	3	11	8	5	3	10	18	

Legenda: (d): perdido por depredação ou não recuperado

Tabela 11 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Taxa		Bar01				Bar02			Bar03				Bar04				Bar05				Total	%	
Insecta		SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total			
Coleoptera	Crysomelidae (adulto)																						
	Curculionidae (adulto)																						
	Elmidae (larva)																						
	Gyrinidae (adulto)																						
	Gyrinidae (larva)																						
	Halplidae (larva)																						
	Hydrophilidae (adulto)																						
	Lampyridae (larva)																						
Scirtidae (Helodidae) larva													5			5					5	0,14	
Diptera	Ceratopogonidae																						
	Chaoboridae																						
	Chironomidae	152	6	3	161	18	2	20	1			1				7				7			
	Simuliidae																						
Trichoptera	Stratiomyidae																						
	Helicopsychidae																						
	Hydropsychidae																						
	Hydroptilidae																						
	Leptoceridae																						
Polycentropodidae	Odontoceridae																						
	Polycentropodidae	6			6																	6	0,168
Ephemeroptera	Baetidae																						
	Caenidae																						
	Leptohyphidae																						
	Leptophlebiidae																						
	Oligoneuridae																						
Hemiptera	Polymitarcyidae		26		26										46	46	1	1		2	74	2,077	
	Belostomatidae					4		4					1			1					5	0,14	
	Corixidae																1				1	0,028	
	Hebridae												1			1					3	0,084	
Lepidoptera	Naucoridae					2		2					1			1							
	Veliidae																						
Odonata	Pyrilidae																						
	Aeshnidae																						
	Calopterygidae																						
	Coenagrionidae					1		1														1	0,028
	Gomphidae																						
	Libellulidae																						
	Megapodagrionidae	4			4	1		1														5	0,14
Megaloptera	Perilestidae																						
	Protoneuridae																						
	Pseudostigmatidae																						
Anellida																							
Oligochaeta	família não identificada	6	3	27	36	270	38	308	4	3	7	9	7		16					367	10,3		
Hirudinea	Glossiphoniidae	8	3	19	30	2696	7	2703					3	6	9					2742	76,98		
Mollusca																							
Bivalvia	Corbiculidae (<i>Corbicula</i>)			1	1								6			6					7	0,197	
	Mytilidae (<i>L. fortunei</i>)	1			1												1			1	2	0,056	
	Pisidiidae (<i>Pisidium</i>)	1			1								1			1					2	0,056	
Gastropoda	Ampullariidae (<i>Pomacea</i>)	5			5																5	0,14	
	Ancylidae																						
	Bulimulidae (<i>Rhinus</i>)																						
	Chiliniidae (<i>Chilina</i>)																						
	Physidae (<i>P. cubensis</i>)	13			13																	13	0,365
	Planorbidae (<i>Biomphalaria</i>)	38			38	1		1														39	1,095
	Systrophidae																						
Thiaridae	<i>Aylacostoma</i>)												1			1					1	0,028	
	<i>M. tuberculata</i>)		8	34	42						16	16			9	9	7	1		8	75	2,106	
Outros grupos																							
Amphypoda	<i>Hyalella azteca</i>																						
Decapoda	Palaemonidae (<i>M. fluviatilis</i>)																						
	Palaemonidae (<i>M. jelskii</i>)																						
	Trichodactylidae (<i>T. fluviatilis</i>)																						
Hydracarina	família não identificada																						
Nematoda	família não identificada																						
Ostracoda	família não identificada																						
Turbellaria	Dugesidae	20			20																20	0,561	
Total de indivíduos: 3562		254	46	84	384	2993	47	3040	d	5	19	24	21	82	0	103	8	3	0	11	3562	100	
Riqueza de táxons: 20		11	5	5	14	8	3	8	d	2	2	3	7	7	0	12	2	3	0	3	20		

Legenda: (d): perdido por predação ou não recuperado

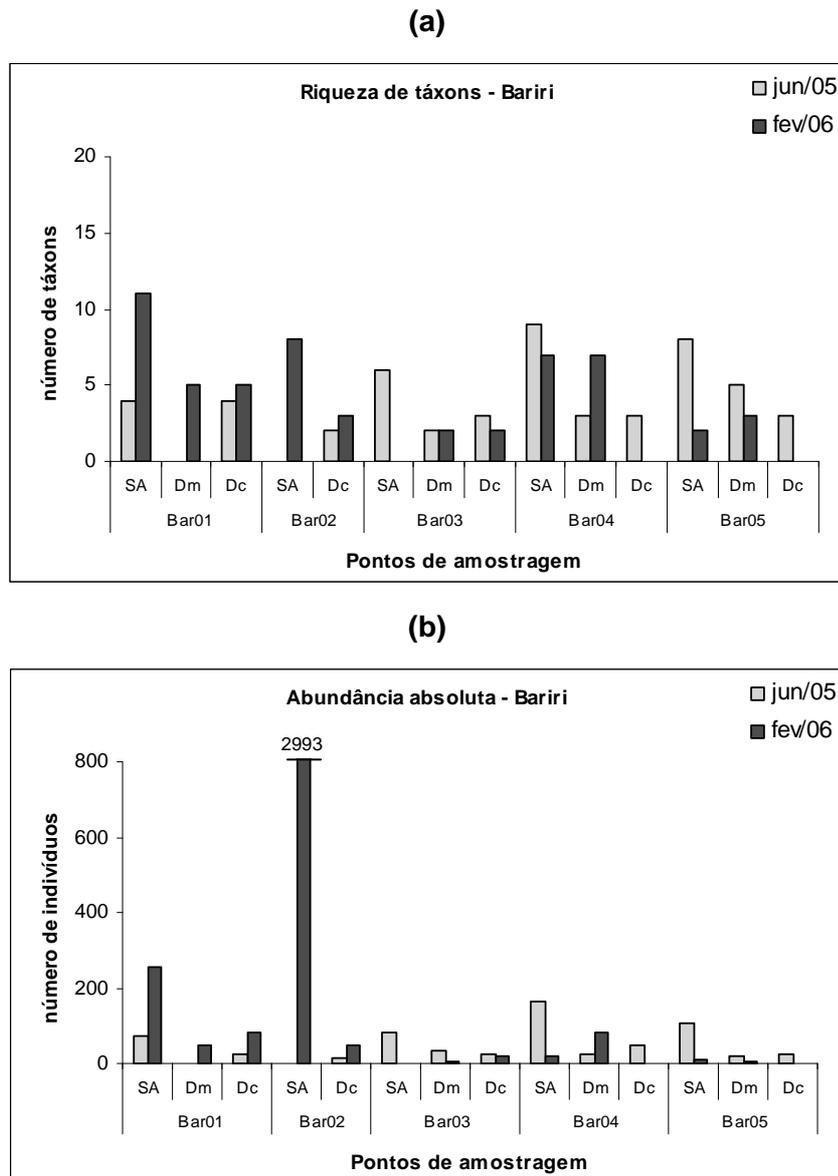


Figura 20 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos do reservatório de Bariri em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

Com exceção de Ibi02, as amostras obtidas com substratos artificiais apresentaram maior riqueza de táxons do que as obtidas com draga. As amostras de draga dos tributários Ibi02 e Ibi04 apresentaram maior proporção de outros grupos como Ephemeroptera e Odonata. No total em Ibi02 e Ibi04, apesar da abundância considerável de Chironomidae (próximo de 50%), outros grupos

ocorreram em abundâncias expressivas (Figura 23). Ibi02 faz parte da sub-bacia Jacaré-Pepira, considerada mais preservada.

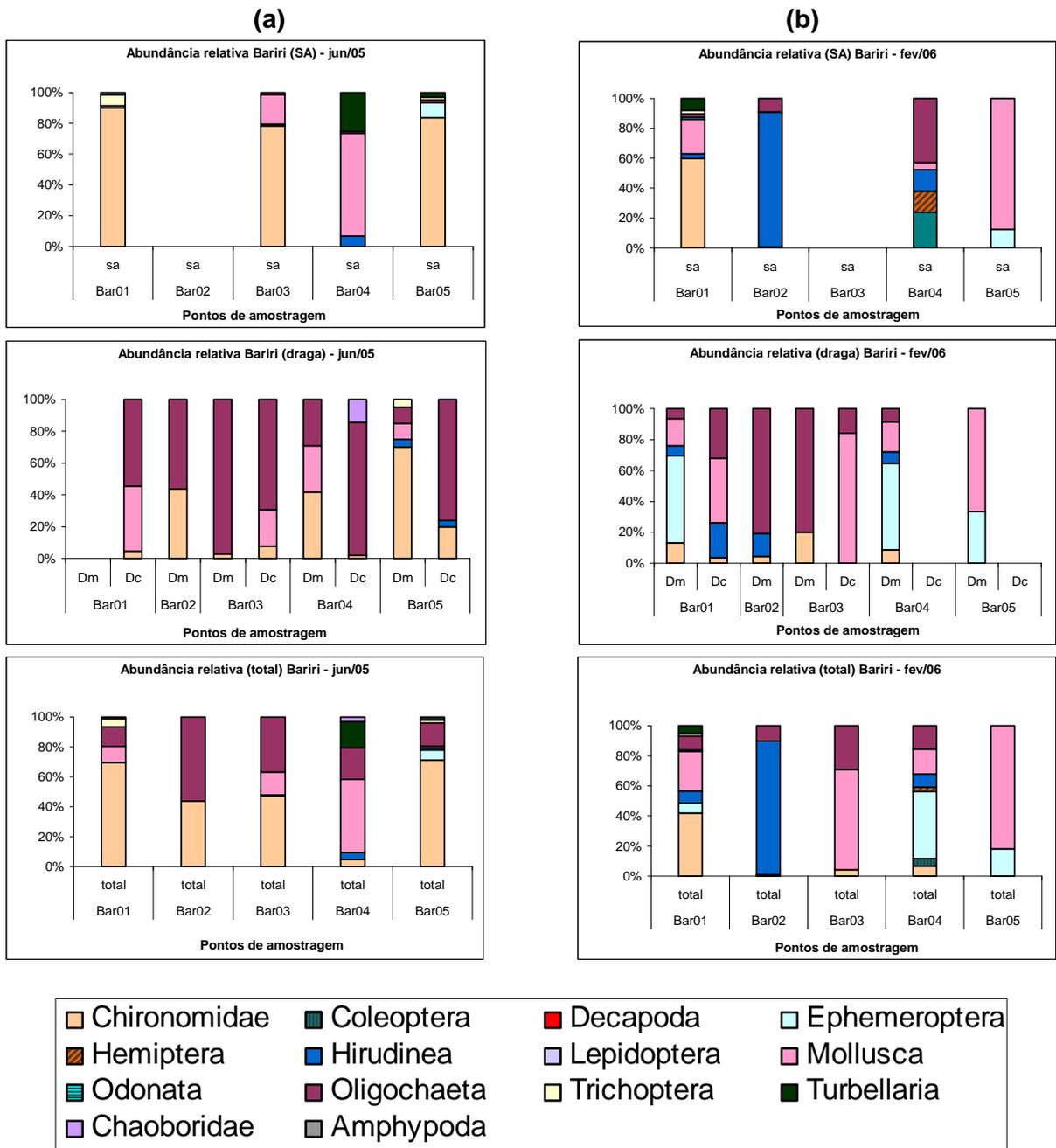


Figura 21 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm), draga na calha (Dc) e total (substrato + draga) no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

Nos substratos artificiais colonizados na época de seca (jun/05) nos pontos localizados nas regiões superior, média e barragem do reservatório de Ibitinga (Ibi01, Ibi03 e Ibi05), os moluscos foram dominantes (principalmente *Physa cubensis* e *Limnoperna fortunei*). Na draga margem de Ibi01, *Melanoides tuberculata* foi o táxon dominante e na draga calha apenas 1 Chironomidae foi encontrado (Figura 23).

Em fev/06, época chuvosa, a maior riqueza de táxons foi registrada em Ibi05 (13 táxons no substrato artificial, 1 na draga da margem e 2 na draga da calha). Porém, três famílias foram dominantes, ocorrendo em alta abundância nos substratos artificiais (Chironomidae, Oligochaeta e *Physa cubensis*).

Em fev/06, substratos artificiais colocados em três pontos do reservatório de Ibitinga (Ibi01, Ibi03 e Ibi04) não puderam ser capturados. Em Ibi02 (tributário, rio Jacaré-Pepira) um molusco exótico, originário da Ásia, altamente invasor, *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) foi dominante apesar de ocorrerem alguns poucos Trichoptera, Coleoptera e Odonata.

De maneira geral, Oligochaeta e principalmente Mollusca foram dominantes nas amostras de draga. Nos resultados totais (draga + substrato), os moluscos predominaram em todos os pontos do reservatório de Ibitinga em fev/06, período chuvoso (Figura 23).

Os táxons mais freqüentes nos pontos amostrados do reservatório de Ibitinga nos dois períodos foram Chironomidae, Oligochaeta e *Melanoides tuberculata*.

De maneira geral, nos três reservatórios, foi observada maior riqueza e abundância absoluta de macroinvertebrados na maioria das amostras obtidas com os substratos artificiais em relação às coletadas com draga, embora em alguns pontos as amostras de draga obtiveram grande riqueza de táxons e consideráveis abundâncias.

A maioria dos organismos coletada com draga, nos dois períodos, foram Chironomidae, Oligochaeta e Mollusca (apenas no Broa não ocorreram moluscos). Em alguns pontos, nas amostras obtidas com draga, poucas famílias de Ephemeroptera, Trichoptera, Coleoptera e Odonata foram registradas e ocorrendo em baixa abundância, com exceção de Polymitarcyidae registrado em grande abundância nas amostras de draga da margem em Bariri (Bar01 e Bar04, fev/06) e calha de Ibitinga (Ibi02 e Ibi04, jun/05).

Na maioria dos pontos amostrados dos reservatórios, táxons pertencentes às Ordens Coleoptera, Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata e Hemiptera foram mais freqüentes e abundantes nas amostras de substratos artificiais. Estes táxons, principalmente Trichoptera e Ephemeroptera, são considerados sensíveis à poluição e foram mais freqüentes nos tributários Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu do reservatório de Ibitinga (Ibi02 e Ibi04) e no ribeirão do Lobo (Bro01), tributário da represa do Broa.

Oligochaeta e Hirudínea foram abundantes e dominantes no rio Bauru (tributário da represa de Bariri). Este ponto recebe esgoto doméstico e industrial da cidade de Bauru.

Em geral, em todos os pontos dos reservatórios, os valores de riqueza e abundância de táxons foram aumentados somando-se os resultados obtidos na amostras de substratos artificiais com as amostras de draga.

Considerando o número total de famílias registradas nos diferentes tipos de amostradores (substratos artificiais + draga) por ponto amostrado nos três reservatórios, a maior riqueza de táxons foi obtida na UHE Ibitinga (Figura 24), no período de estiagem (jun/05), nos tributários Jacaré-Pepira (Ibi02) e Jacaré-Guaçu (Ibi04), com 24 e 21 táxons, respectivamente. A menor riqueza foi obtida em Bar02 (tributário, rio Bauru). No período chuvoso (fev/06), a maior riqueza foi obtida em Bar01 (região superior da UHE Bariri) com 14 táxons, seguida de Bro01 (ribeirão do Lobo, tributário UHE Broa) e Ibi 05 (próximo à barragem da UHE Ibitinga), com 13 táxons cada.

Os pontos que apresentaram maior número de indivíduos (abundância absoluta) foram Bar02 (rio Bauru, tributário UHE Bariri) e Ibi05, próximo à barragem da UHE Ibitinga (3040 e 1248 indivíduos, respectivamente), ambos no período chuvoso (Figura 24).

Tabela 12 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total nos pontos localizados na represa de Ibitinga em junho/julho de 2005 (seca).

Taxa		Ibi01				Ibi02				Ibi03				Ibi04				Ibi05				Total	%		
		SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total				
Insecta																									
Coleoptera	Crysomelidae (adulto)																								
	Curculionidae (adulto)																								
	Elmidae (larva)					1			1					1				1							
	Gyrinidae (adulto)																								
	Gyrinidae (larva)														2				2						
	Halplidae (larva)																								
	Hydrophilidae (adulto)																								
	Lampyridae (larva)														4				4						
Scirtidae (Helodidae) larva																									
Diptera	Ceratopogonidae					1			1									2	2	4	5	0,29			
	Chaoboridae		2		2			1	1								10	10	42	1	43	56	3,22		
	Chironomidae	2		1	3	9	99	1	109	4	1		5	129	4	3	136	1	9	19	29	282	16,2		
	Simuliidae																								
	Stratiomyidae																								
Trichoptera	Helicopsychidae																								
	Hydropsychidae																								
	Hydroptilidae					1			1														1	0,06	
	Leptoceridae					2			2														2	0,11	
	Odontoceridae																								
Polycentropodidae																									
Ephemeroptera	Baetidae					17			17														17	0,98	
	Caenidae					2			2					1	1		2						4	0,23	
	Leptohyphidae					2	4		6					1			1						7	0,4	
	Leptophlebiidae													2	1		3						3	0,17	
	Oligoneuriidae																	8	8			4	4	14	0,8
	Polymitarcyidae																								
Hemiptera	Belostomatidae																								
	Corixidae																								
	Hebridae																								
	Naucoridae																								
	Veliidae																								
Lepidoptera	Pyralidae					4			4														4	0,23	
Odonata	Aeshnidae																								
	Calopterygidae																								
	Coenagrionidae									1			1										1	0,06	
	Gomphidae	1	1		2		1		1					1			1						4	0,23	
	Libellulidae					2	1		3	2			2	6	1		7	8	1			9	21	1,21	
	Megapodagrionidae																								
	Perilestidae																								
	Protoneuridae																								
Pseudostigmatidae																									
Megaloptera	Corydalidae																								
Anellida																									
Oligochaeta	família não identificada	11	1		12	13	1		14	1	1	28	30	9	8	1	18		2	38	40	114	6,55		
Hirudinea	Glossiphoniidae	144			144	1			1					21			21	1			1	167	9,59		
Mollusca																									
Bivalvia	Corbiculidae (<i>Corbicula</i>)		6		6	6			6			11							1		1	13	0,75		
	Mytilidae (<i>L. fortunei</i>)	88			88	4			4	68	152		220	4			4	27			27	343	19,7		
	Pisidiidae (<i>Pisidium</i>)	8			8	1			1	1			1	9			9	4			4	23	1,32		
Gastropoda	Ampullariidae (<i>Pomacea</i>)	4			4	10			10			1	1	4			4	5			5	24	1,38		
	Ancylidae																								
	Bulimulidae (<i>Rhinus</i>)																								
	Chiliniidae (<i>Chilina</i>)																								
	Physidae (<i>P. cubensis</i>)	122			122					25	2		27	16			16	15			15	180	10,3		
	Planorbidae (<i>Biomphalaria</i>)	2			2	1	3		4			10	10	2			2	9			9	27	1,55		
	Systrophidae																								
	Thiaridae (<i>Aylacostoma</i>)	8	1		9																		9	0,52	
Thiaridae (<i>M. tuberculata</i>)																									
Outros grupos																									
Amphipoda	<i>Hyalella azteca</i>																								
Decapoda	Palaemonidae (<i>M. fluviatilis</i>)																								
	Palaemonidae (<i>M. jelskii</i>)									1			1										1	0,06	
	Trichodactylidae (<i>T. fluviatilis</i>)																								
Hydracarina	família não identificada																								
Nematoda	família não identificada	1			1																		1	0,06	
Ostracoda	família não identificada																								
Turbellaria	Dugesidae	99			99	16			16	3			3	2			6	8					126	7,24	
Total de indivíduos: 1741		558	23	1	582	67	146	5	218	116	319	28	452	252	16	28	296	71	62	60	193	1741	100		
Riqueza de táxons: 33		13	6	1	15	12	14	4	24	10	8	1	13	18	6	5	21	9	8	4	15	33			

Tabela 13 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos macroinvertebrados bentônicos registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Taxa	Ibi01				Ibi02				Ibi03				Ibi04				Ibi05				Total	%											
	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total	SA	Dm	Dc	total													
Insecta																																	
Coleoptera					1				1													1	0,06										
																	1		1			1	0,06										
													1	6	7							10	0,64										
	2				7	3			7	2			1				367				367	379	24,1										
Trichoptera																	1				1			1	0,06								
																	2				2			8	0,51								
Ephemeroptera																																	
																	1				1			1	0,06								
Hemiptera																																	
Lepidoptera																																	
Odonata																					2				2	0,13							
																					4				4	0,25							
Megaloptera																																	
Anelida																																	
Oligochaeta	2	1			3	1	2	4			7	3	8			11	5	2			7	278	3	1			282	310	19,7				
Hirudinea																					93				93			100	6,35				
Mollusca																																	
Bivalvia																	4				4					6	0,38						
	2																3				3			126	8,01								
																					2				2	0,13							
																					6				6	0,38							
Gastropoda																					482				482			526	33,4				
																	1				1			2	0,13								
	4	10			14	1	7			8	30	15			45	8	1			9	1	1			2	78	4,96						
Outros grupos																																	
Amphypoda																																	
Decapoda																																	
Hydracarina																																	
Nematoda																																	
Ostracoda																																	
Turbellaria																									11				11			11	0,7
Total de indivíduos: 1574	0	10	11			21	202	12	4			218	0	35	24			59	0	19	9			28	1243	3	2			1248	1574	100	
Riqueza de táxons: 19	d	4	2			4	11	3	1			12	d	3	3			4	d	5	3			5	13	1	2			13	19		

Legenda: (d): perdido por predação ou não recuperado

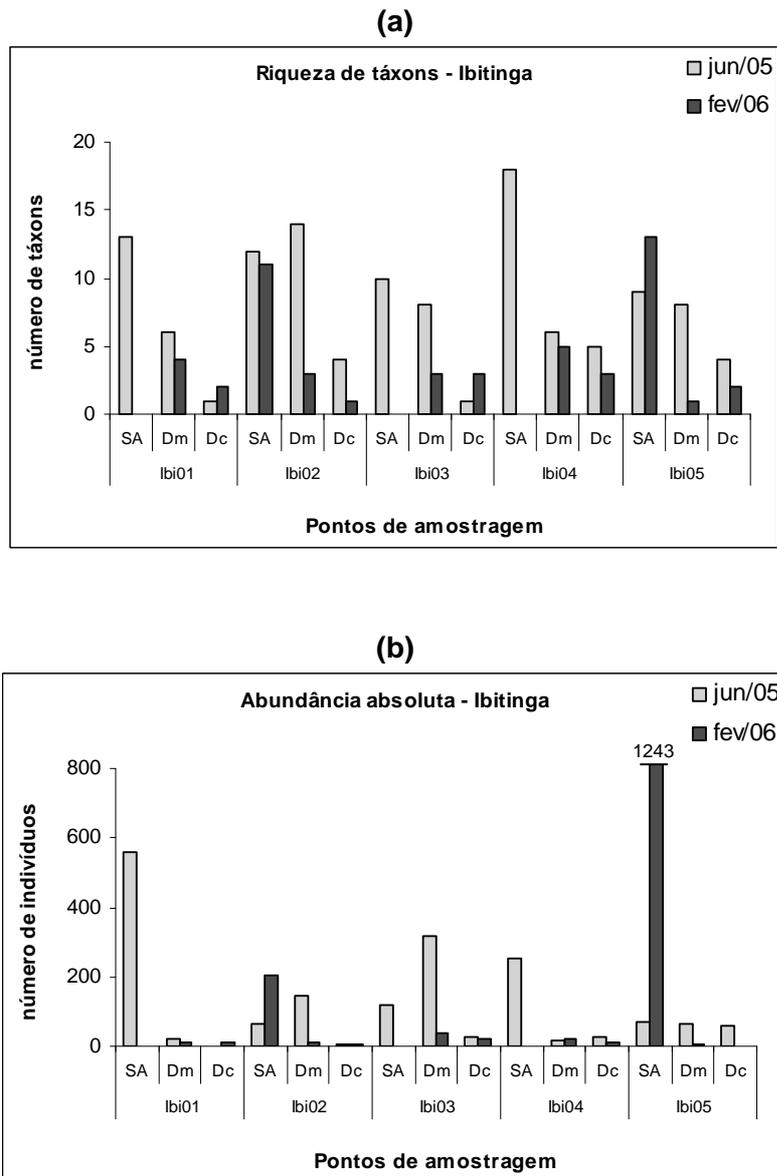


Figura 22 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) de macroinvertebrados amostrados com substratos artificiais (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos do reservatório de Ibitinga em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

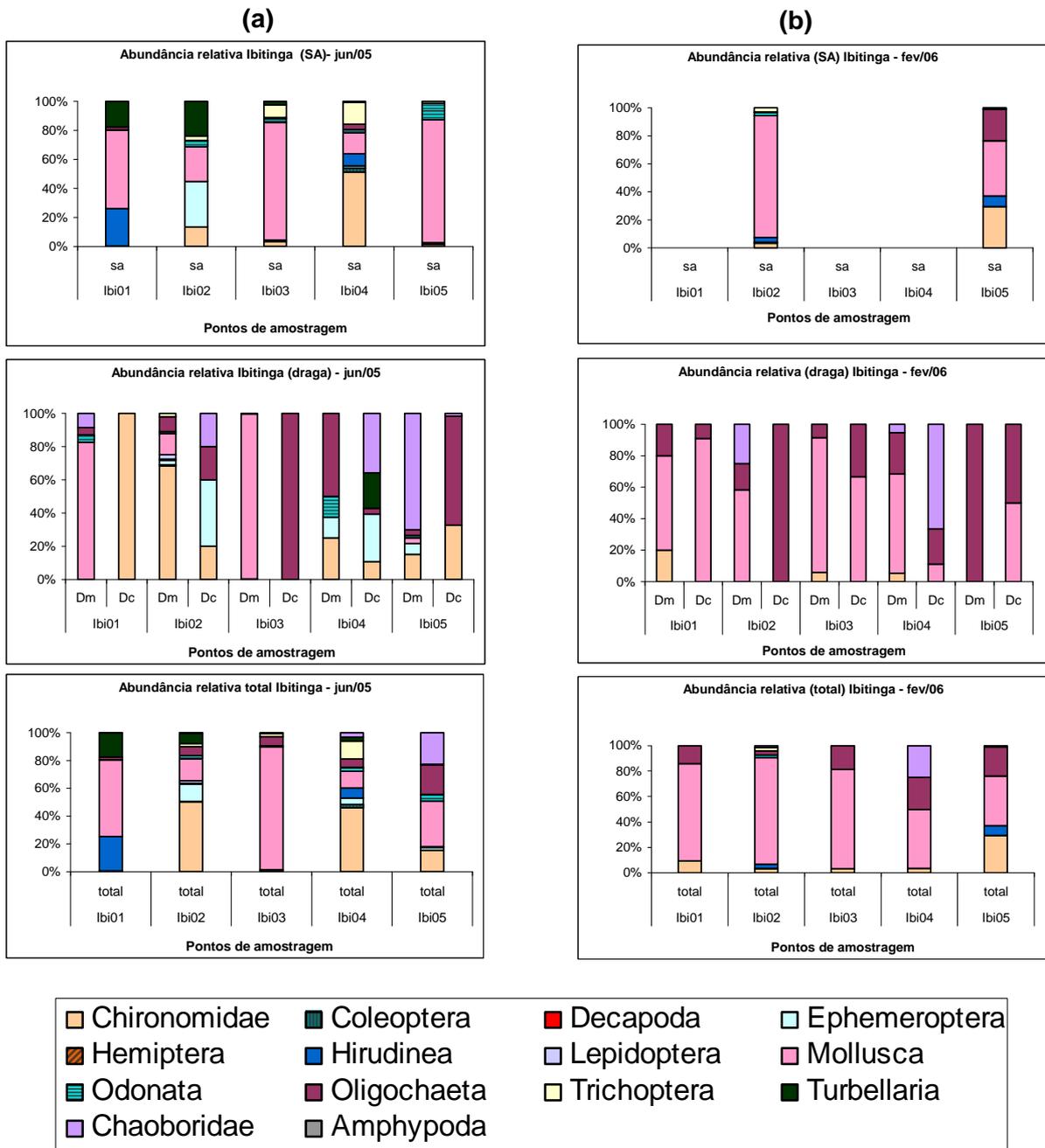


Figura 23 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm), draga na calha (Dc) e total (substrato + draga) no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

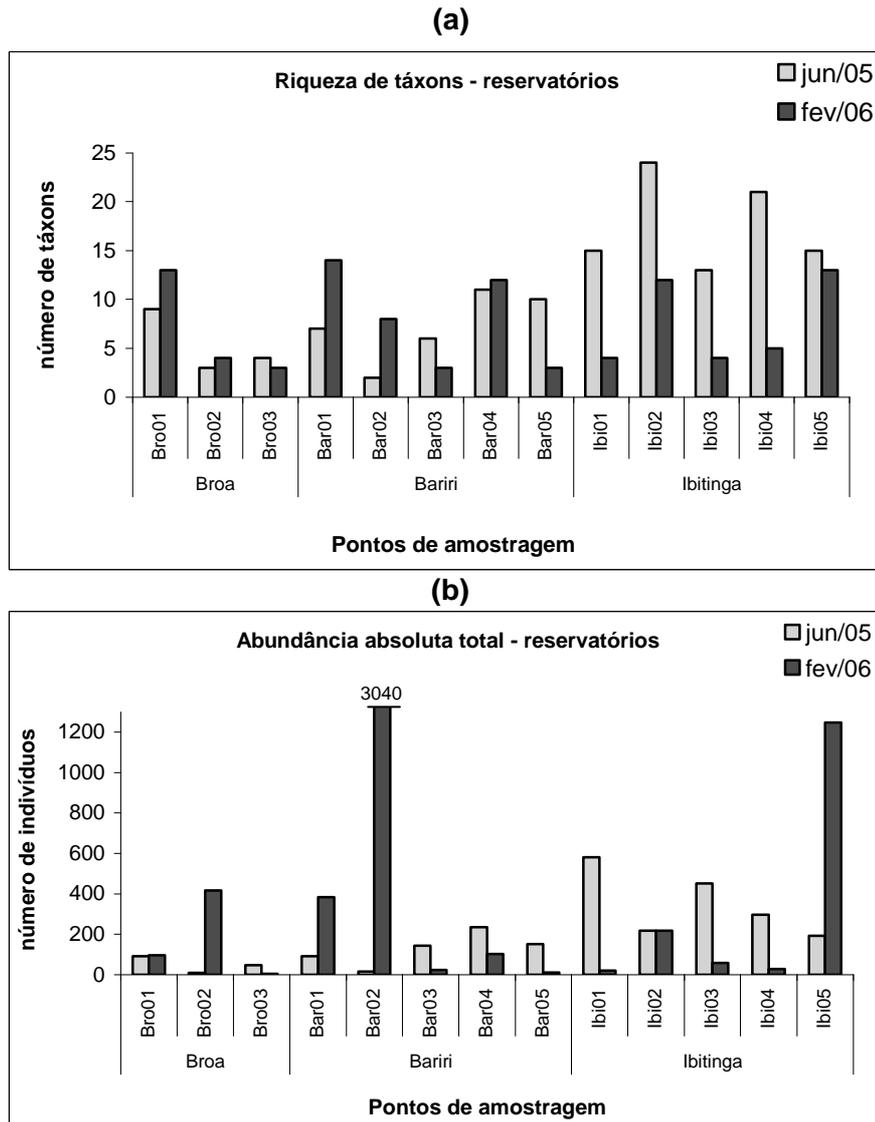


Figura 24 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta total (b) (substrato artificial + draga) de macroinvertebrados bentônicos registrados nos pontos amostrados dos reservatórios do Lobo (Broa), UHE Bariri e UHE Ibitinga no período de jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Rios

Na Tabelas 14 e 15 são apresentados os resultados de riqueza de táxons e abundância absoluta obtidos nos substratos naturais (dragas ou cores) e nos substratos artificiais (SA) para cada ponto amostrado nos rios da bacia Tietê-Jacaré nos dois períodos (jun/05 e fev/06, respectivamente). Os valores totais (substratos artificiais + draga) também são apresentados.

Praticamente todas as amostras obtidas com substratos artificiais apresentaram maior riqueza e abundância de táxons de macroinvertebrados em relação às amostras de substratos naturais (draga ou core) no mesmo ponto (Figura 25).

A maioria dos organismos obtida com draga ou core pertence a Chironomidae e Oligochaeta, ao passo que nos substratos artificiais foram registrados organismos de diversas ordens de Insecta incluindo Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata, entre outras, porém Chironomidae foi dominante na maioria dos pontos.

Os valores de riqueza e abundância de táxons totais (substrato + draga ou core) da maioria dos pontos foram praticamente idênticos aos obtidos somente com os substratos artificiais, devido aos baixos valores obtidos nos substratos naturais. JG02 (ribeirão do Ouro) e JG03 (rio Jacaré-Guaçu, jusante de São Carlos), em fev/06, foram exceções apresentando riquezas e abundâncias totais aumentadas pelas amostras de draga (Figuras 25 e 26).

Já nos reservatórios, as riquezas e abundâncias nos substratos naturais (draga) foram expressivas na maioria dos pontos, aumentando significativamente os valores totais.

A maior riqueza foi obtida em junho de 2005 no trecho do rio Jacaré-Pepira, próximo à Dourado (JP02), com 20 táxons no total, 19 ocorrendo nos substratos artificiais, incluindo famílias de Trichoptera, Ephemeroptera, Odonata e Chironomidae. Chironomidae foi o táxon dominante, representando 50% da abundância total, porém Trichoptera teve abundância considerável de 30% (Figura 27). Esta foi a maior riqueza de táxons nos substratos artificiais em relação a todos os outros pontos amostrados incluindo os reservatórios. O rio Jacaré-Pepira e sua bacia foram considerados o ambiente de referência como mais preservado em relação aos outros rios amostrados.

JG03 (rio Jacaré-Guaçu, à jusante de São Carlos) abriga a segunda maior riqueza e abundância de táxons entre os rios no período de seca, com 15 táxons no substrato artificial, incluindo Trichoptera, Ephemeroptera, Hemíptera, Odonata e Megaloptera (Tabela 14 e Figura 27). Neste ponto, apesar da considerável riqueza, Chironomidae foi a família mais abundante representando 75% da fauna. Apenas 2 táxons foram registrados na amostra da draga, Chironomidae e Oligochaeta, sendo este último o mais abundante (Figura 27).

apesar de preservado e de boa qualidade de água, a riqueza de táxons foi baixa, talvez por problemas amostrais ou pela margem ser pouco desenvolvida.

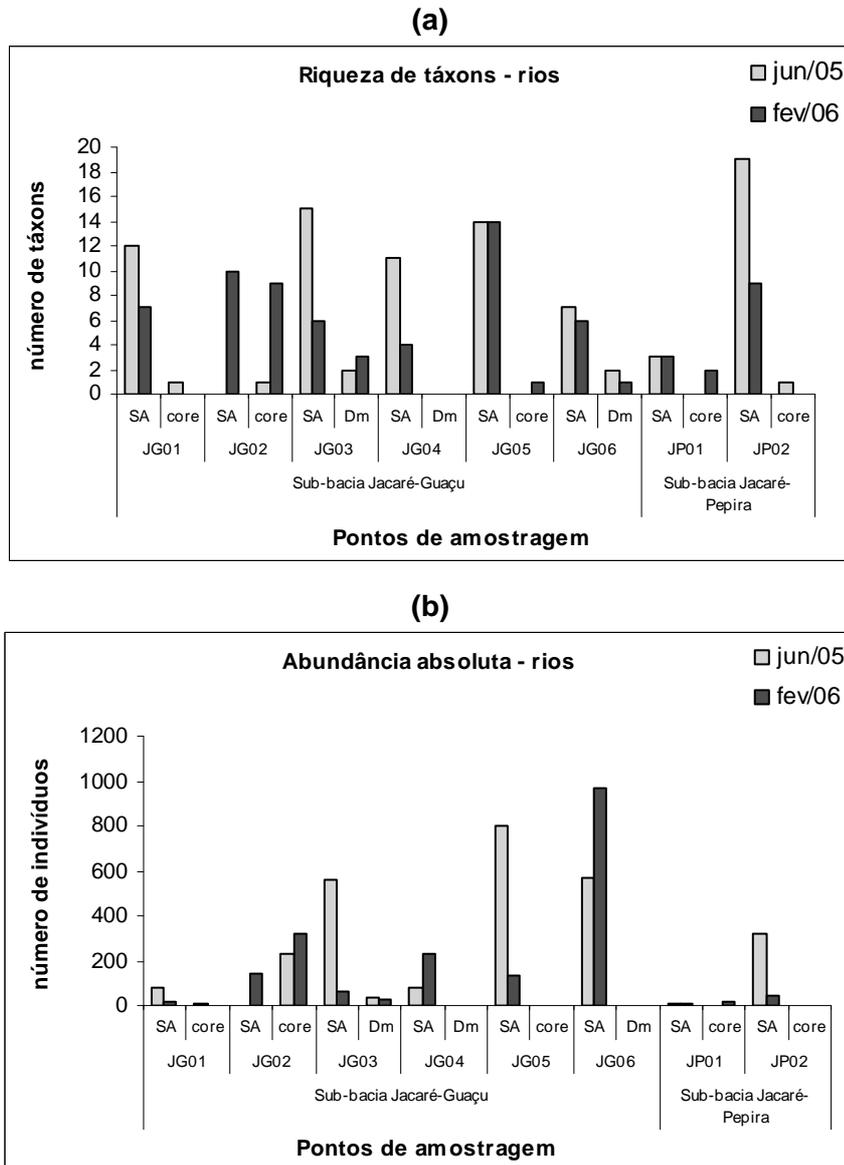


Figura 25 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) dos macroinvertebrados obtidos com substratos artificiais (SA), core e draga (Dm) nos pontos localizados nos rios da bacia Tietê-Jacaré em junho de 2005 (seca) e em fevereiro de 2006 (chuva).

A menor riqueza total (Figura 26), no período de estiagem (jun/05), foi observada em JG02 (rio do Ouro), com 1 táxon de *Oligochaeta* em grande

abundância na amostra do core (235 indivíduos). Neste mesmo ponto os substratos artificiais não puderam ser capturados (Tabela 14).

Já no período chuvoso (fev/06), JG02 abrigou a segunda maior riqueza de táxons do período, com 10 táxons nos substratos artificiais, embora os organismos encontrados fossem medianamente tolerantes à poluição (coleópteros, dípteros, hemípteros, oligoquetos, hirudíneos e gastrópodes). Neste local foi registrada a maior riqueza de táxons obtidos no substrato natural (core), 9 táxons, sendo 6 táxons de gastrópodes, 1 oligoqueta, 1 tricóptera e 1 quironomídeo. A abundância absoluta foi a segunda maior da época chuvosa, com 459 indivíduos no total (318 no core, com dominância de Oligochaeta e 141 nos substratos artificiais, com dominância de Chironomidae).

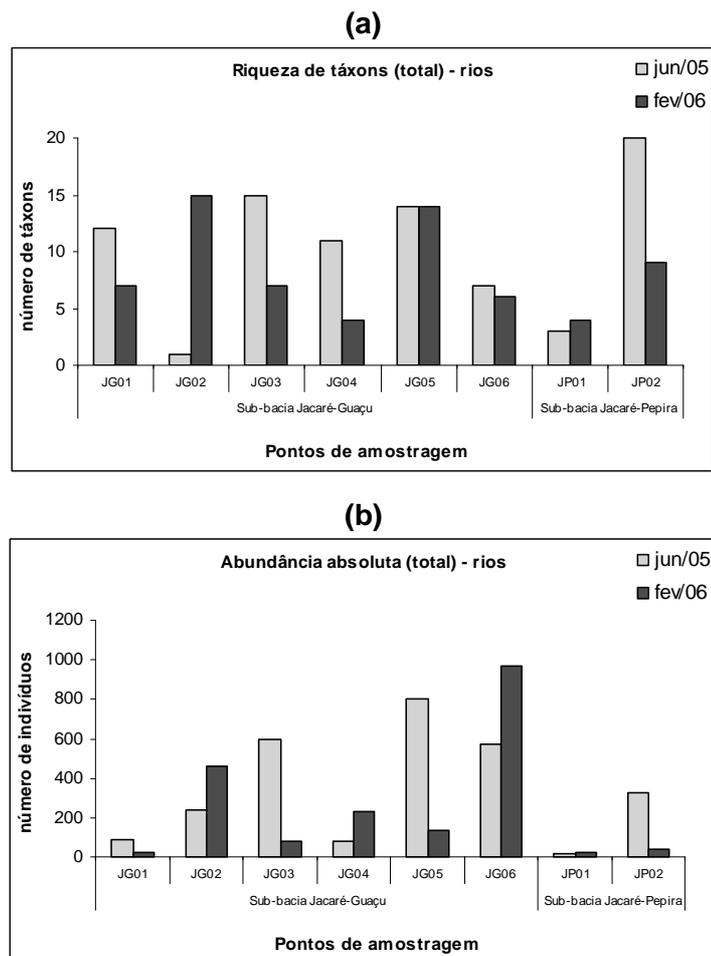


Figura 26 – Riqueza de táxons (a) e abundância absoluta (b) totais (substrato artificial + draga) de macroinvertebrados amostrados nos rios em jun/05 (seca) e em fev/06 (chuva).

No ribeirão do Ouro (JG02), localizado à jusante de uma Estação de Tratamento de Esgoto-EET, em junho de 2005 (seca), havia fortes indícios de despejo de esgoto provavelmente não tratado da ETE que parecia não estar em funcionamento. Já em fevereiro de 2006 (chuva), a ETE localizada à montante estava em funcionamento diminuindo visualmente a carga de esgoto no local.

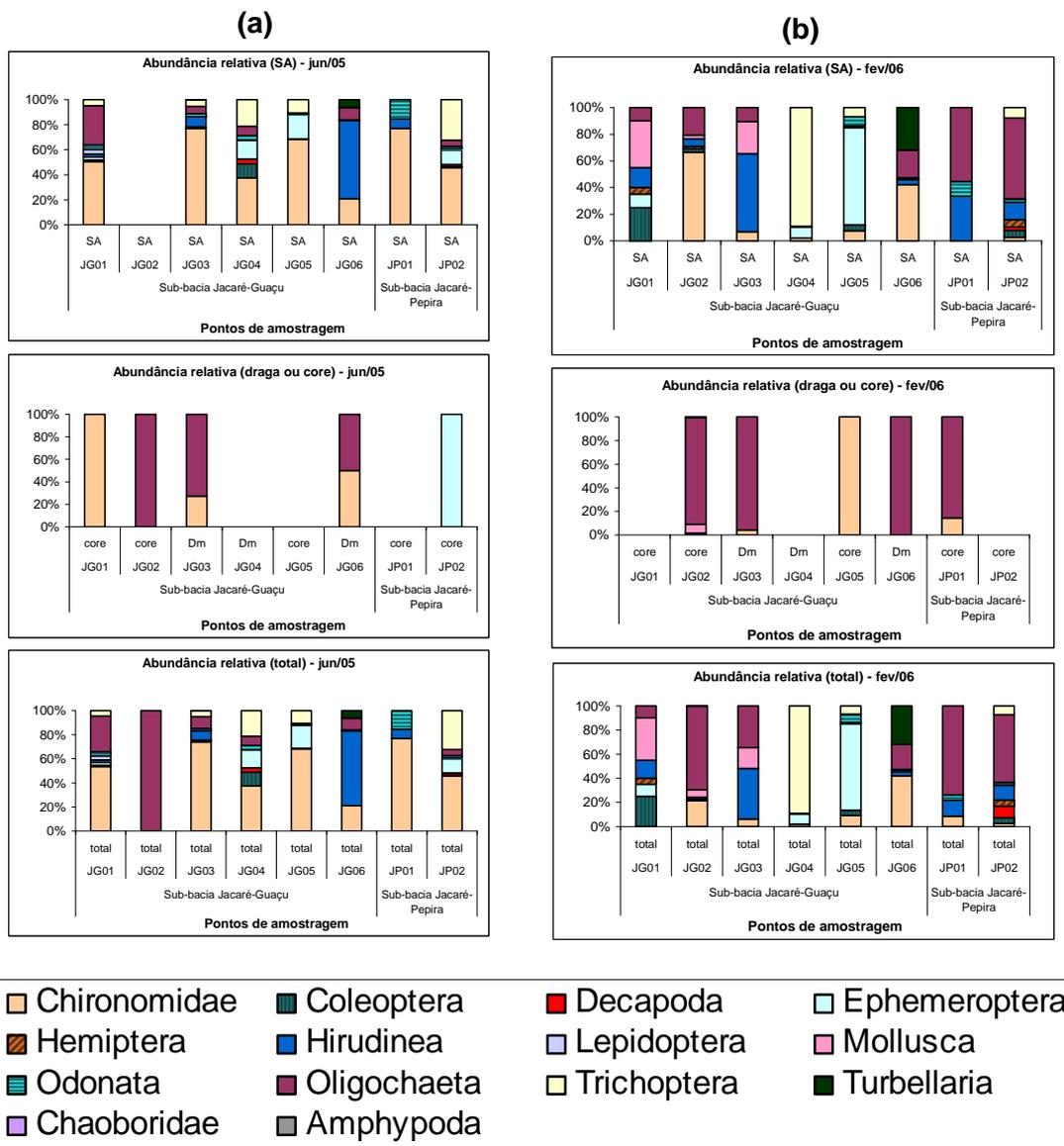


Figura 27 – Abundância relativa (%) entre os principais táxons de macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) ou core e total (substrato + draga ou core) nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

Em JG06 (córrego Água Branca, Itirapina), que também recebe esgoto, a riqueza nos substratos artificiais foi relativamente baixa nos dois períodos (7 e 6 táxons, respectivamente), porém os organismos ocorreram em grande abundância, com dominância de Hirudínea na época seca (jun/05) e Chironomidae e Turbellaria na época chuvosa (fev/06). A riqueza e abundância nas amostras de draga nos dois períodos foi baixa (Figuras 25 e 27).

No período chuvoso, em JG05 (rio Jacaré-Guaçu, Gavião Peixoto) foi observada a maior riqueza de táxons, representada por diversas famílias de coleópteros, dípteros, tricópteros, efemerópteros e libélulas na amostra dos substratos artificiais (Figuras 25 e 26). Ephemeroptera teve abundância de 70%. Na amostra de core apenas 2 Chironomidae foram registrados (Figura 27).

Somente no ribeirão do Ouro (JG02), no período chuvoso (fev/06), a amostra de core teve maior abundância de organismos em relação aos substratos, pois para maioria dos pontos localizados nos rios as amostras de core e draga (substratos naturais) tiveram baixíssimas abundâncias de macroinvertebrados.

Em JG04 (rio Boa Esperança, afluente do Jacaré-Guaçu), na época chuvosa (fev/06), foi observada alta abundância de Trichoptera (Hydropsychidae) nos substratos artificiais. Nas amostra de draga deste ponto não foram registrados organismos. Na campanha de estiagem foram encontrados caranguejos (*Trichodactylus fluviatilis*) neste ponto, que foram capturados nos buracos nos tijolos acoplados aos substratos artificiais. No trecho do rio Jacaré-Guaçu próximo à Gavião Peixoto (JG05) e no Jacaré-Pepira trecho próximo à cidade de Dourado (JP02) também foram coletados caranguejos da mesma espécie.

Em geral, foi observada dominância de Chironomidae na maioria dos pontos nas amostras de substratos artificiais na época de estiagem, com exceção de JG06, onde Hirudínea dominou. Em JG04 e JP02 (rio Boa Esperança e rio Jacaré-Pepira próximo a Dourado, respectivamente), houve participação considerável de Trichoptera, Ephemeroptera e Odonata nos substratos artificiais. Estes trechos foram considerados de boa qualidade de água, com baixos valores de nitrogênio e fósforo totais. No caso do Jacaré-Pepira (JP02), uma razoável faixa de mata ciliar está presente, podendo também ter contribuído para maior diversidade de táxons sensíveis à poluição.

No período chuvoso (fev/06), os táxons dominantes foram diversos entre os pontos amostrados com substratos artificiais, sendo JG04 (rio Boa Esperança) e

JG05 (rio Jacaré-Guaçu, próximo à Gavião Peixoto) os pontos com maior porcentagem de Ephemeroptera e Trichoptera, táxons sensíveis à poluição.

Nos substratos artificiais colocados no ribeirão do Ouro (JG02) e no córrego Água Branca (JG06) houve predomínio de táxons tolerantes à poluição como Chironomidae, Oligochaeta e Hirudinea, ocorrendo em altas abundâncias.

5.4. Distribuição dos macroinvertebrados em grupos funcionais

Na Tabela 16 são mostrados os táxons encontrados nos 21 pontos amostrados nos rios e reservatórios da bacia do Tietê-Jacaré e seus respectivos grupos funcionais que foram classificados segundo Cummins et al. (2005), em nível de família, em cinco grupos: predadores, coletores catadores, coletores filtradores, raspadores e fragmentadores.

Mollusca é considerado por Cummins et al. (2005) como raspador. Foi feita uma pequena adaptação no presente trabalho, onde os bivalves foram considerados filtradores e os gastrópodes raspadores, ambos identificados em nível de gênero.

Espera-se encontrar um maior número de fragmentadores em locais mais preservados e maior número de coletores catadores em ambientes impactados, segundo Plafkin et al. (1989).

Os resultados das análises de riqueza e abundância relativa dos grupos funcionais são apresentados separadamente entre os rios e reservatórios estudados.

Tabela 16 – Famílias dos macroinvertebrados e seus respectivos grupos funcionais, conforme Cummins et al. (2005), registrados nos 21 pontos da bacia Tietê-Jacaré, nos dois períodos considerados.

Grupo Funcional	Táxons
Coletor Filtrador	Simuliidae, Polycentropodidae, Oligoneuriidae, Bivalvia (gêneros) e Hydropsychidae
Raspador	Curculionidae, Elmidae, Gastropoda (gêneros), Helicopsychidae, Veliidae, Corixidae, Hydroptilidae e Odontoceridae
Predador	Gyrinidae, Hydrophilidae, Lampyridae, Helodidae, Chaoboridae, Aeshnidae, Calopterygidae, Gomphidae, Libellulidae, Megapodagrionidae, Perilestidae, Protoneuridae, Psdeudomastigmatidae, Corydalidae, Glossiphonidae, Belostomatidae, Naucoridae, Ceratopogonidae, Hydracarina, Nematoda, Dugesiiidae
Fragmentador	Crysmelidae, Leptoceridae, Pyralidae, Amphypoda, Palaemonidae, Trichodactylidae
Coletor Catador	Chironomidae, Stratyomidae, Baetidae, Leptohiphidae, Caenidae, Leptophlebiidae, Polymitarciidae, Oligochaeta, Ostracoda

Reservatórios

Os resultados referentes às análises da riqueza e abundância relativa dos grupos funcionais dos táxons registrados em cada ponto dos reservatórios, tipo de amostrador e época são mostrados nas Figuras 28, 29 e 30. A riqueza de grupos funcionais foi obtida a partir do número de táxons por grupo funcional, já a abundância relativa entre os grupos funcionais foi obtida a partir dos dados de abundância absoluta por grupo funcional.

O ribeirão do Lobo (Bro01) foi o único entre os outros dois pontos amostrados do reservatório do Lobo onde foram registrados quatro grupos funcionais (predador, catador, raspador e filtrador) nos substratos artificiais nos dois períodos. Em termos de riqueza os catadores (Chironomidae e Oligochaeta) e raspadores (2 famílias de Trichoptera, 1 de Coleóptera, 1 Hemíptera) foram os que ocorreram em maior proporção em relação aos outros grupos funcionais em Bro01 jun/05 (seca).

Porém, em termos de abundância houve predomínio de mais de 90% de catadores, reflexo da maior abundância de Chironomidae e Oligochaeta neste ponto, nas duas épocas. Nas amostras de draga em jun/05 (seca) as maiores riquezas e

abundâncias foram dos catadores e predadores (principalmente Hirudínea e Chaoboridae).

Na época chuvosa (fev/06), o grupo dos raspadores (Elmidae, Odontoceridae, Helicopsychidae, Corixidae) foi mais representativo em termos de riqueza e abundância em Bro01, tanto no substrato quanto na draga (Figura 28).

No reservatório de Bariri, em geral, nas duas épocas, nas amostras de draga houve predomínio de catadores (Chironomidae e Oligochaeta) na maioria dos pontos. Em alguns pontos, principalmente em fev/06 (épocachuvosa), os raspadores (principalmente moluscos) estiveram presentes em riqueza e abundância (Figura 29). Os predadores (principalmente Hirudínea e Hemiptera) foram dominantes em alguns substratos de Bar02 e Bar04 em fev/06. Os filtradores foram representados principalmente pelos moluscos bivalves que ocorreram em menor riqueza e abundância em relação aos gastrópodes na maioria dos pontos tanto nos substratos quanto nas dragas.

Em Ibatinga, nas duas épocas, nas amostras de substrato artificial os grupos funcionais dos predadores, catadores, raspadores e filtradores apareceram sem dominância na análise de riqueza (Figura 30). Em termos de abundância, no período de estiagem (jun/05), os catadores foram dominantes nos tributários Ibi02 e Ibi04, em Ibi03 os filtradores dominaram. O grupo dos fragmentadores, considerado mais abundante em ambientes preservados foi pouco expressivo, ocorrendo em baixa riqueza e abundância no período de estiagem (jun/05) nos substratos de Ibi03 e draga de Ibi02, e nos substratos de em Ibi05 em fev/06 (período chuvoso).

Nas amostras de draga, principalmente da calha, em jun/05 (seca), os catadores foram predominantes na maioria dos pontos. No período chuvoso (fev/06), os catadores e os raspadores foram dominantes na maioria dos pontos nas amostras de draga. Os substratos de três pontos de Ibatinga não puderam ser capturados na época chuvosa (Ibi01, Ibi03 e Ibi04).

A região próxima à barragem da UHE Ibatinga (Ibi05), na época chuvosa (fev/06), apresentou riqueza equilibrada entre os cinco grupos funcionais (com maior destaque para os predadores) nos substratos, porém em abundância, os catadores (principalmente Chironomidae e Oligochaeta) e raspadores (moluscos gastrópodes) dominaram (Figura 30).

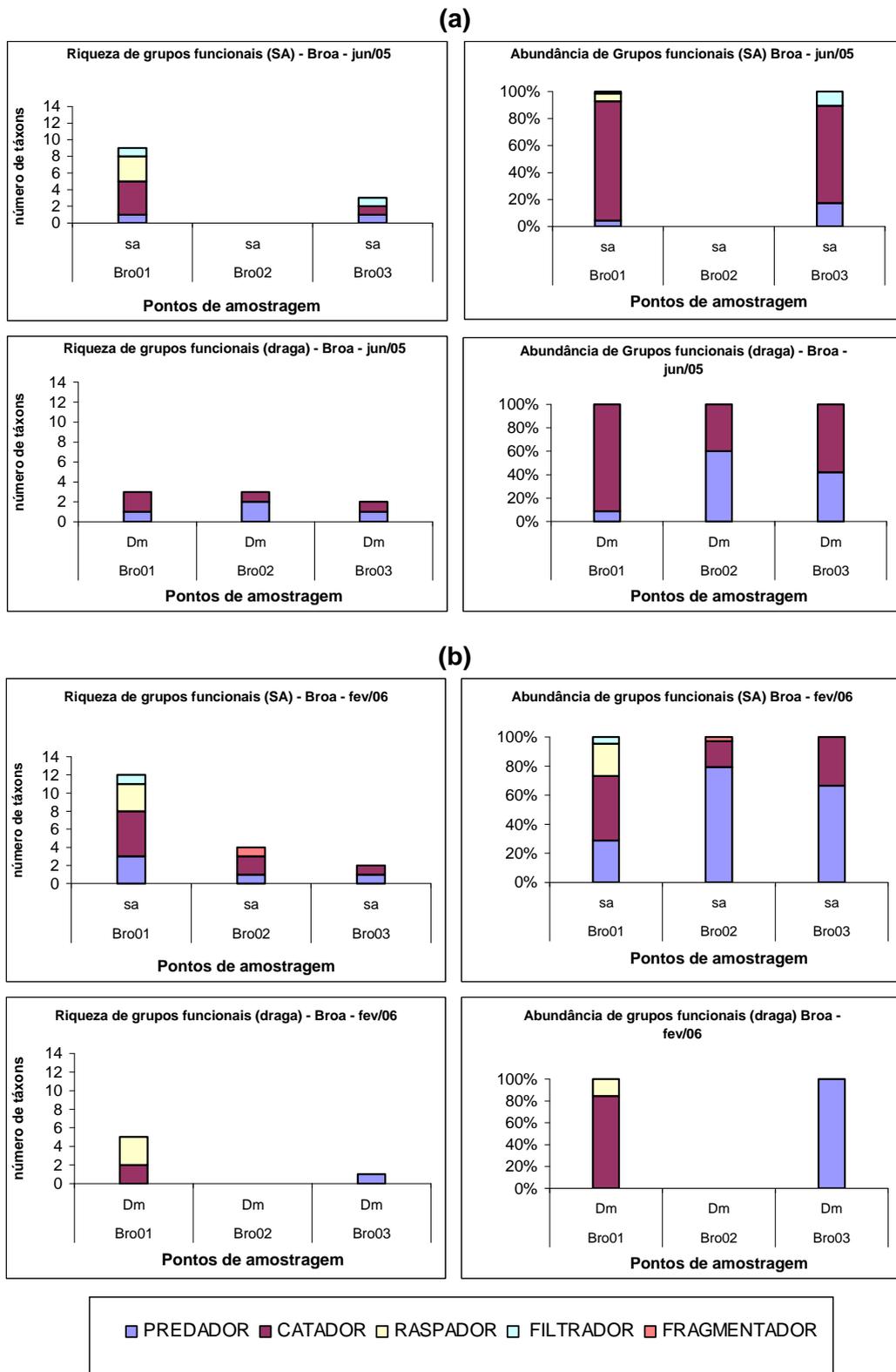
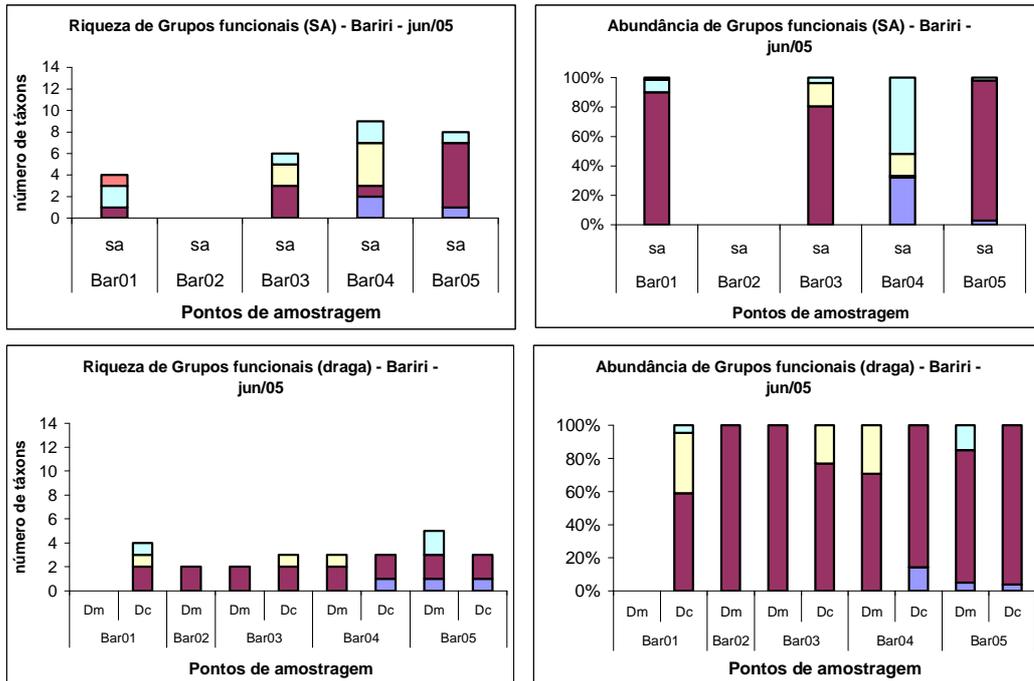


Figura 28 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

(a)



(b)

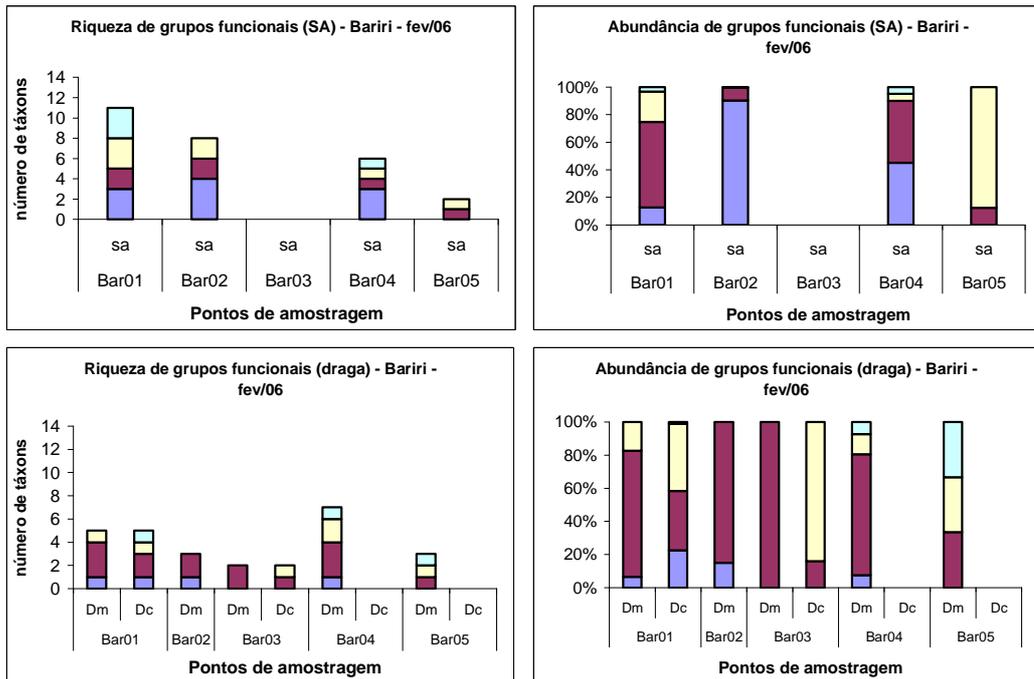


Figura 29 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos localizados no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

(a)

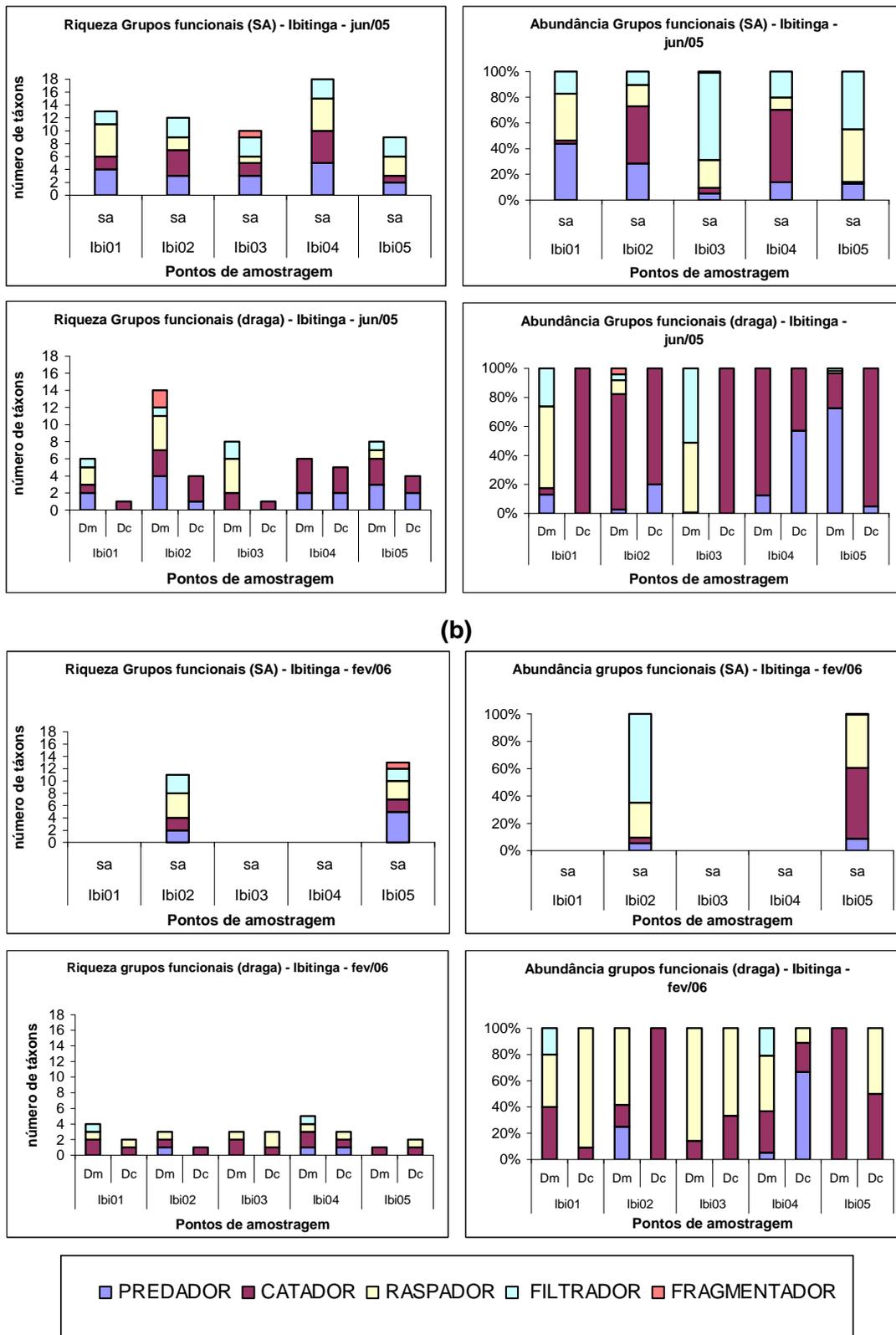


Figura 30 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA), draga na margem (Dm) e draga na calha (Dc), nos pontos localizados no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

Rios

Na maioria dos pontos amostrados nos rios pertencentes à bacia Tietê-Jacaré as amostras de draga ou core foram dominadas pelos catadores (principalmente Chironomidae e Oligochaeta), tanto em riqueza quanto em abundância, com exceção de JP02 em jun/05 e JG02 em fev/06 (Figura 31). Em algumas amostras de draga ou core não foi registrado nenhum organismo.

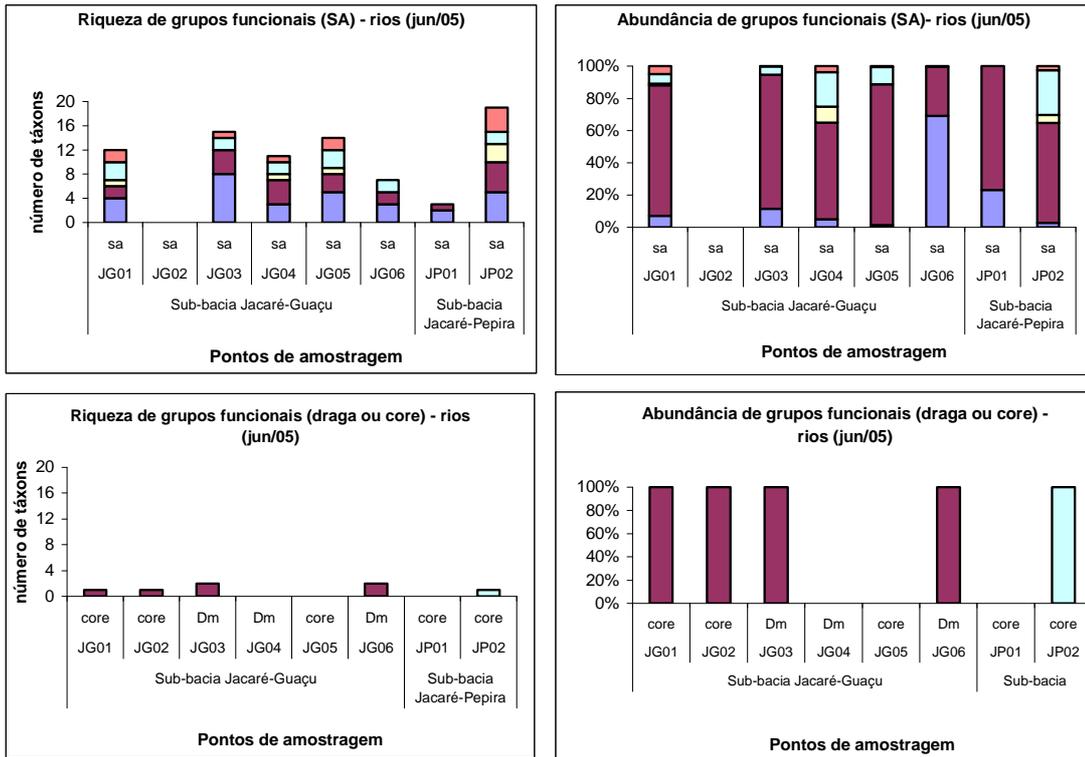
No trecho do rio Jacaré-Pepira próximo à cidade de Dourado (JP02), nas duas épocas, nos substratos artificiais foram registrados todos os grupos funcionais em proporções semelhantes em termos de riqueza, incluindo 4 táxons de fragmentadores, considerados mais freqüentes em ambientes preservados. Em abundância os catadores foram dominantes.

O grupo dos predadores foi bastante freqüente e abundante nos substratos artificiais em diversos pontos, principalmente em JP01 e JG06, nos dois períodos, representados principalmente por Hirudínea.

De forma geral, os substratos apresentaram maior diversidade de grupos funcionais em relação ao core ou draga, principalmente nos pontos JG01, JG05 e JP02, como um reflexo da maior riqueza de táxons observada nestes locais.

Uma maior diversidade de grupos funcionais e menor dominância foi observada nos locais considerados mais preservados (JG01, JG04, JG05 e JP02), ao passo que nos locais de maior poluição (JG02 e JG06) houve predomínio de catadores e predadores. Os fragmentadores foram mais expressivos em termos de riqueza e abundância relativa no rio Jacaré-Pepira, trecho próximo à Dourado (JP02). O trecho do Jacaré-Pepira à montante de Brotas (JP01) foi exceção, apesar de limpo pouquíssimos organismos foram capturados neste ponto, influenciando negativamente nos resultados.

(a)



(b)

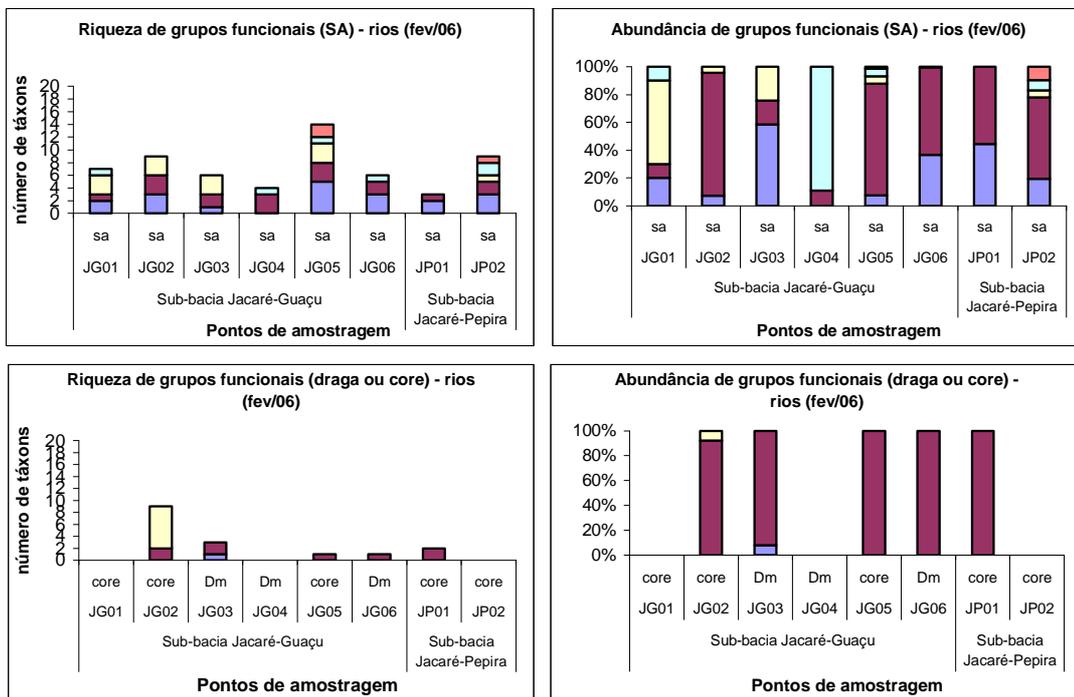


Figura 31 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos funcionais dos macroinvertebrados amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

5.5. Análise específica da Família Chironomidae (Diptera)

A análise específica da família Chironomidae teve por objetivo identificar gêneros ou grupos reconhecidos como tolerantes e outros mais sensíveis à poluição orgânica e comparar os resultados de riqueza, abundância relativa e diversidade obtidas nos pontos amostrados utilizando-se dos níveis de família e gênero.

Foram feitas análises de riqueza e abundância relativa por gêneros e grupos (Subfamília e Tribo) de Chironomidae em cada tipo de coletor, ponto e período. No total foram registrados 22 gêneros pertencentes a 8 tribos de 3 subfamílias de Chironomidae considerando todos os pontos amostrados em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva) (Tabela 6). Os resultados obtidos nos reservatórios e rios serão apresentados separadamente.

A tribo Chironomini teve maior número de gêneros representantes (13 gêneros), ocorrendo em maior abundância na maioria dos pontos amostrados nos rios e reservatórios. O gênero *Chironomus* (tribo Chironomini) foi associado à ambientes poluídos, ao passo que a ocorrência da tribo Tanytarsini foi associada à ambientes mais preservados.

Reservatórios

Na Tabelas 17 a 22 são mostradas a distribuição e abundância dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos três reservatórios da bacia Tietê-Jacaré. Nas Figuras 32, 33 e 34 são ilustradas as riquezas e abundâncias relativas entre grupos de Chironomidae (tribo Chironomini, tribo Tanytarsini, subfamília Orthocladiinae e subfamília Tanypodinae) nos pontos localizados nos reservatórios, nos diferentes substratos e períodos.

Dois pontos do reservatório do Lobo (Broa) apresentaram riqueza de gêneros de Chironomidae relativamente alta no período de estiagem (jun/05), Bro01 e Bro03, o primeiro incluindo os quatro grupos de Chironomidae nos substratos artificiais e o grupo dominante foi Tanypodinae, de hábito predador. Menores riquezas e abundâncias de gêneros foram obtidas nos substratos naturais (amostras de draga) e o grupo dominante foi Chironomini (tribo de hábito detritívoro, coletor catador), em todos os pontos (Tabela 17 e Figura 32).

Na época chuvosa (fev/06), Bro01 (ribeirão do Lobo) apresentou maior riqueza e abundância na amostra de draga, onde foram registrados organismos pertencentes aos quatro grupos de Chironomidae, com dominância de Orthocladinae. No substrato artificial o grupo dominante foi Tanytarsini.

Em Bro02 (tributário, rio Itaqueri), apenas Chironomini (*Chironomus gr decorus*) foi encontrado, em jun/05 (seca) na amostra de draga e em fev/06 (chuva) na amostra de substrato.

No reservatório de Bariri (Tabelas 19 e 20), nas amostras de draga (calha e margem) somente os grupos Chironomini e Tanypodinae foram registrados. Nas amostras de substratos artificiais de Bar01 e Bar03 (superior e meio da UHE Bariri) em jun/05 (seca) outros grupos foram encontrados. Orthocladinae só esteve presente nas amostras de substrato artificial no reservatório de Bariri no período de estiagem (Figura 33).

Em Bar02, a riqueza foi baixa nos dois períodos, ocorrendo apenas Chironomini (*Chironomus gr decorus* e *Parachironomus*).

As abundâncias absolutas foram baixas, com exceção de Bar05, onde o Chironomini *Goeldychironomus* foi encontrado em alta abundância nos substratos artificiais no período de estiagem (jun/05).

No reservatório de Ibitinga (Tabelas 21 e 22), as maiores riquezas de gêneros de Chironomidae foram obtidas nas amostras de draga no período de estiagem, jun/05 (Figura 34). As maiores riquezas de gêneros foram registradas nos pontos Ibi02 (Jacaré-Pepira, tributário UHE Ibitinga) e Ibi05 (barragem UHE Ibitinga), com os grupos Chironomini, Tanytarsini e Tanypodinae representados.

A tribo Tanytarsini foi registrada em maior abundância relativa em Ibi05 na draga da região litorânea (Dm) no período de estiagem (jun/05).

Na época chuvosa (fev/06), as riquezas de gêneros e abundâncias foram inferiores ao período de estiagem e em Ibi05 foi registrada alta abundância de *Goeldichironomus* (359 indivíduos) nas amostras de substrato.

De maneira geral, a tribo Chironomini foi dominante na maioria dos pontos e substratos. A subfamília Tanypodinae foi mais freqüente em amostras de draga e foi dominante em Ibi03 (meio do reservatório de Ibitinga, entre tributários Jacaré Pepira e Guaçu) nos dois períodos de amostragem (dominante também nos substratos artificiais em jun/05).

Não foi observado tendência ou grupos preferenciais da família Chironomidae na margem e região profunda nos pontos amostrados nos reservatórios. Porém, o gênero *Coelotanypus* foi registrado somente nos substratos naturais coletados com a draga.

Tabela 17 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho/julho de 2005 (seca).

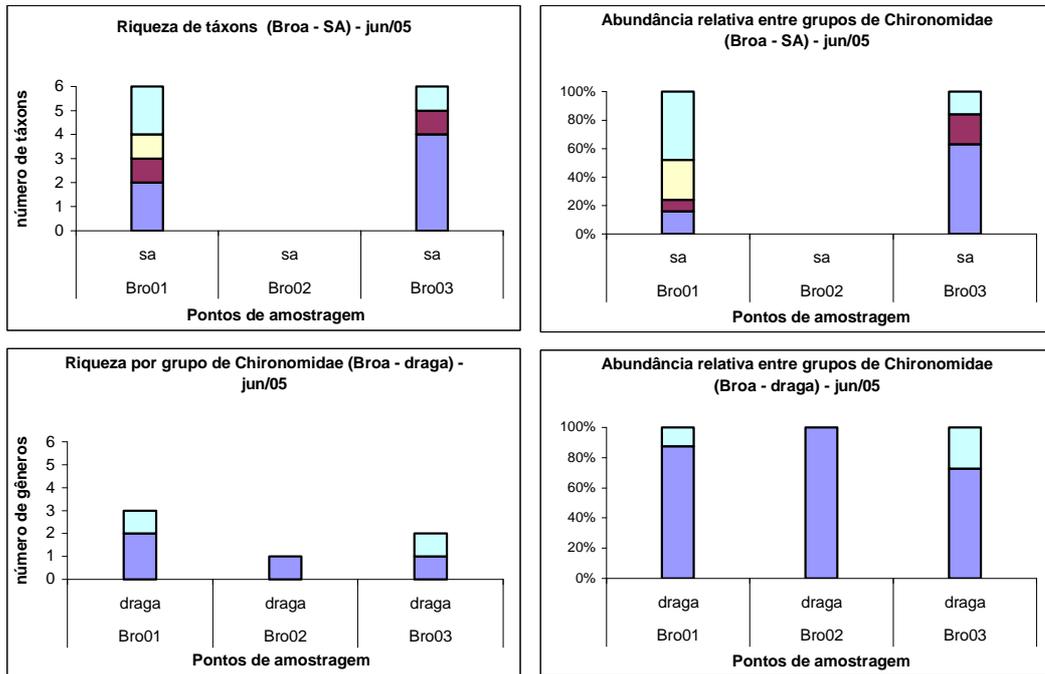
Pontos amostrais	Bro01			Bro02			Bro03		
Taxa	sa	draga	total	sa	draga	total	sa	draga	total
Diptera									
Família Chironomidae									
Subfamília Chironominae									
Tribo Chironomini									
<i>Aedokritus</i>									
<i>Chironomus gr. decorus</i>				4	4				
<i>Chironomus gr. riparius</i>							4		4
<i>Cryptochironomus</i>	2	13	15						
<i>Dicrotendipes</i>									
<i>Endotribelos</i>									
<i>Fissimentum</i>							2	8	10
<i>Goeldichironomus</i>							1		1
<i>Parachironomus</i>	2	1	3						
<i>Polypedilum</i>							5		5
<i>Pseudochironomus</i>									
<i>Saetheria</i> (?)									
gênero não identificado									
Tribo Tanytarsini									
<i>Caladomyia</i>									
<i>Rheotanytarsus</i>									
<i>Tanytarsus</i>	2		2				4		4
gênero não identificado									
Subfamília Orthoclaadiinae									
Tribo Corynoneurini									
<i>Thienemanniella</i>									
Tribo Orthoclaadiini									
<i>Cricotopus</i>	7		7						
Subfamília Tanypodinae									
gênero não identificado							3		3
Tribo Coelotanypodini									
<i>Coelotanypus</i>								3	3
Tribo Pentaneurini									
<i>Ablabesmyia</i> (<i>Karelia</i>)	11	2	13						
<i>Larsia</i>									
Tribo Procladiini									
<i>Djalmabatista</i>									
Tribo Tanypodini									
<i>Tanypus punctipennis</i> (?)	1		1						
Total Chironomidae	25	16	41	n	4	4	19	11	30
Riqueza Chironomidae	6	3	6	n	1	1	6	2	7

Legenda: (n): não foi feito

Tabela 18 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Pontos amostrais	Bro01		Bro02		Bro03				
Taxa	sa	draga	total	sa	draga	total			
Diptera									
Família Chironomidae									
Subfamília Chironominae									
Tribo Chironomini									
<i>Aedokritus</i>									
<i>Chironomus gr. decorus</i>				4	4				
<i>Chironomus gr. riparius</i>									
<i>Cryptochironomus</i>		10	10						
<i>Dicrotendipes</i>									
<i>Endotribelos</i>									
<i>Fissimentum</i>									
<i>Goeldichironomus</i>									
<i>Parachironomus</i>									
<i>Polypedilum</i>									
<i>Pseudochironomus</i>									
<i>Saetheria (?)</i>									
gênero não identificado									
Tribo Tanytarsini									
<i>Caladomyia</i>	5		5						
<i>Rheotanytarsus</i>									
<i>Tanytarsus</i>									
gênero não identificado		2	2						
Subfamília Orthoclaadiinae									
Tribo Corynoneurini									
<i>Thienemanniella</i>									
Tribo Orthoclaadiini									
<i>Cricotopus</i>	1	30	31						
Subfamília Tanypodinae									
gênero não identificado		2	2						
Tribo Coelotanypodini									
<i>Coelotanypus</i>									
Tribo Pentaneurini									
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>	1		1						
<i>Larsia</i>									
Tribo Procladiini									
<i>Djalmabatista</i>									
Tribo Tanypodini									
<i>Tanypus punctipennis (?)</i>									
Total Chironomidae	7	44	51	4	0	4	0	0	0
Riqueza Chironomidae	3	4	6	1	0	1	0	0	0

(a)



(b)

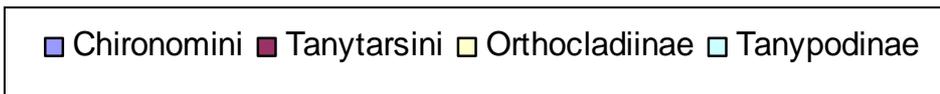
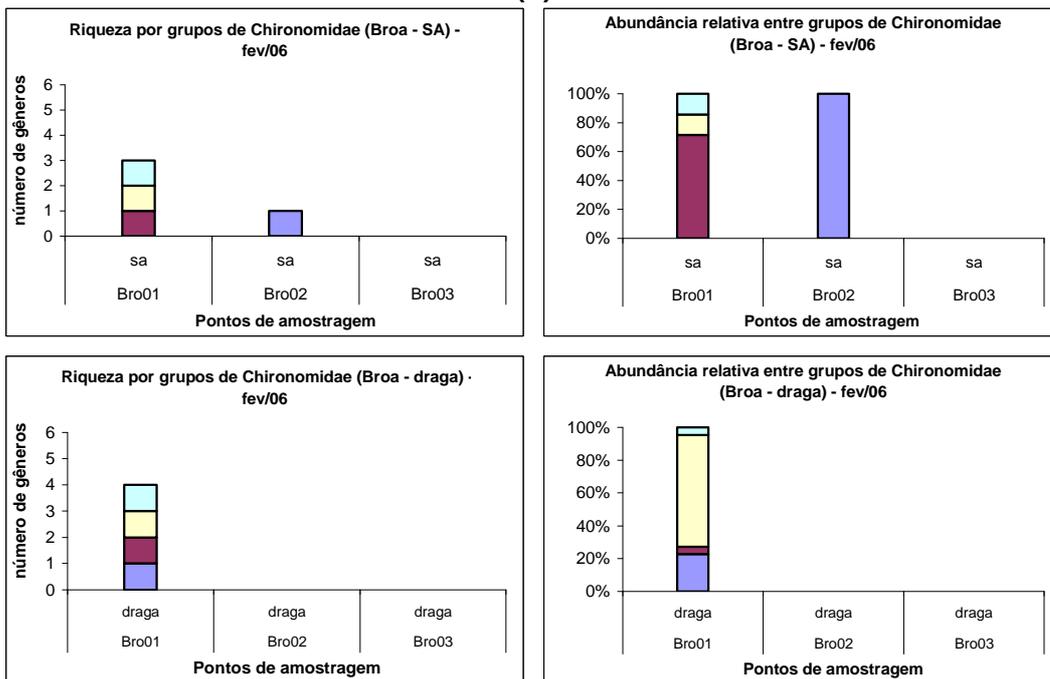


Figura 32 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e em fevereiro de 2006 - chuva (b).

Tabela 19 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em junho/julho de 2005 (seca).

Pontos amostrais	Bar01				Bar02			Bar03				Bar04				Bar05			
Taxa	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total
Diptera																			
Família Chironomidae																			
Subfamília Chironominae																			
Tribo Chironomini																			
<i>Aedokritus</i>																			
<i>Chironomus gr. decorus</i>						7	7						1	1					
<i>Chironomus gr. riparius</i>																4			4
<i>Cryptochironomus</i>																			
<i>Dicrotendipes</i>																67			67
<i>Endotribelos</i>																			
<i>Fissimentum</i>													9		9				
<i>Goeldichironomus</i>																3			3
<i>Parachironomus</i>	20			20				26			26								
<i>Polypedilum</i>																			
<i>Pseudochironomus</i>																			
<i>Saetheria (?)</i>																			
gênero não identificado								11			11					13	1		14
Tribo Tanytarsini																			
<i>Caladomyia</i>																			
<i>Rheotanytarsus</i>																			
<i>Tanytarsus</i>																			
gênero não identificado								1			1								
Subfamília Orthoclaadiinae																			
Tribo Corynoneurini																			
<i>Thienemanniella</i>																			
Tribo Orthoclaadiini																			
<i>Cricotopus</i>	43			43				27			27								
Subfamília Tanypodinae																			
gênero não identificado																12			12
Tribo Coelotanypodini																			
<i>Coelotanypus</i>			1	1				1	2	3		1		1				3	3
Tribo Pentaneurini																			
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>	1			1											1		1		2
<i>Larsia</i>																			
Tribo Procladiini																			
<i>Djalmabatista</i>																1			1
Tribo Tanypodini																			
<i>Tanypus punctipennis (?)</i>																			
Total Chironomidae	64	0	1	65	d	7	7	65	1	2	68	0	10	1	11	87	14	5	106
Riqueza Chironomidae	3	0	1	4	d	1	1	4	1	1	5	0	2	1	3	5	2	3	8

Os valores totais de riqueza e abundância absoluta dos gêneros de Chironomidae obtidos a partir da soma dos substratos naturais (draga) com os substratos artificiais em cada período são apresentados na Figura 35.

Maiores riquezas de gêneros de Chironomidae foram observadas no período de seca (jun/05), com Bar05 apresentando 8 gêneros de Chironomidae (4 Chironomini e 4 Tanypodinae), seguido de Bro01 e Ibi02 (com 7 gêneros cada).

Em Bro02 (entrada rio Itaqueri na represa do Broa) e Bar02 (rio Bauru, tributário represa de Bariri), as riquezas de gêneros de Chironomidae foram baixas nos dois período amostrados. Estes pontos recebem esgoto doméstico.

Tabela 20 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Bariri em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

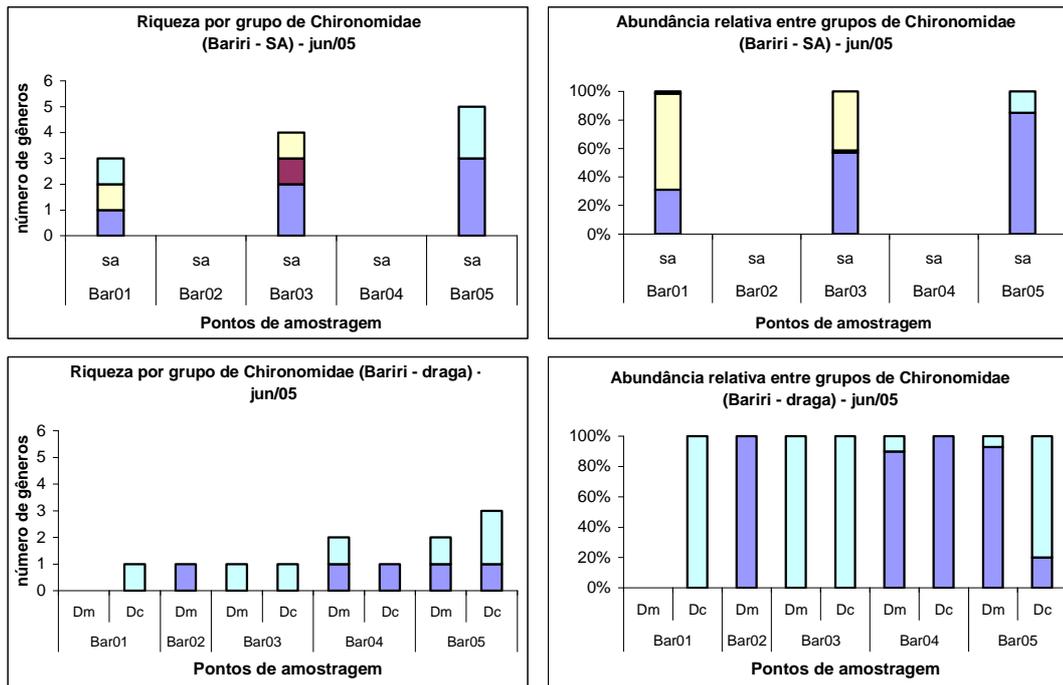
Pontos amostrais	Bar01				Bar02			Bar03				Bar04				Bar05			
	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total
Diptera																			
Família Chironomidae																			
Subfamília Chironominae																			
Tribo Chironomini																			
<i>Aedokritus</i>																			
<i>Chironomus gr. decorus</i>																			
<i>Chironomus gr. riparius</i>																			
<i>Cryptochironomus</i>																			
<i>Dicrotendipes</i>																			
<i>Endotribelos</i>																			
<i>Fissimentum</i>																			
<i>Goeldichironomus</i>	152		3	155									3		3				
<i>Parachironomus</i>																			
<i>Polypedilum</i>																			
<i>Pseudochironomus</i>																			
<i>Saetheria (?)</i>																			
gênero não identificado																			
Tribo Tanytarsini																			
<i>Caladomyia</i>																			
<i>Rheotanytarsus</i>																			
<i>Tanytarsus</i>																			
gênero não identificado																			
Subfamília Orthoclaadiinae																			
Tribo Corynoneurini																			
<i>Thienemanniella</i>																			
Tribo Orthoclaadiini																			
<i>Cricotopus</i>																			
Subfamília Tanypodinae																			
gênero não identificado																			
Tribo Coelotanypodini																			
<i>Coelotanypus</i>		3		3				1			1								
Tribo Pentaneurini																			
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>		3		3									4		4				
<i>Larsia</i>																			
Tribo Procladiini																			
<i>Djalmabatista</i>																			
Tribo Tanypodini																			
<i>Tanypus punctipennis (?)</i>																			
Total Chironomidae	152	6	3	161	18	2	20	d	1	0	1	0	7	0	7	0	0	0	0
Riqueza Chironomidae	1	2	1	3	2	1	2	d	1	0	1	0	2	0	2	0	0	0	0

Legenda: (d): perdido por depredação ou não recuperado

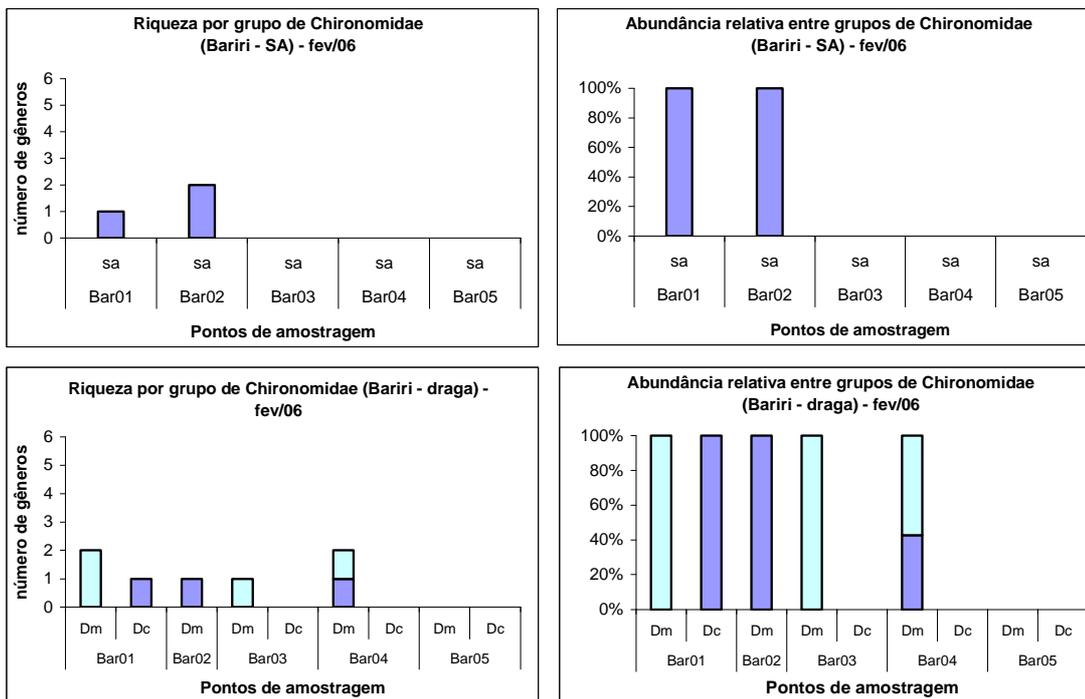
As abundâncias de Chironomidae foram maiores no período da seca na maioria dos pontos amostrados, porém em Bar01 e lbi05 na época chuvosa (fev/06) foram registradas as maiores abundâncias com 161 e 367 indivíduos (*Goeldichironomus*), respectivamente.

As abundâncias relativas (%) entre os gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos três reservatórios, amostradores e períodos são apresentadas nas Figuras 36, 37 e 38.

(a)



(b)



■ Chironomini ■ Tanytarsini ■ Orthoclaadiinae ■ Tanytopodinae

Figura 33 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório de Bariri em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

Tabela 21 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em junho/julho de 2005 (seca).

Pontos amostrais	Ibi01				Ibi02				Ibi03				Ibi04				Ibi05			
	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total	sa	Dm	Dc	total
Diptera																				
Família Chironomidae																				
Subfamília Chironominae																				
Tribo Chironomini																				
<i>Aedokritus</i>																	2	1		3
<i>Chironomus gr. decorus</i>																				
<i>Chironomus gr. riparius</i>																				
<i>Cryptochironomus</i>																1		1		
<i>Dicrotendipes</i>																			18	18
<i>Endotribelos</i>																				
<i>Fissimentum</i>																				
<i>Goeldichironomus</i>								1		1			124	3						127
<i>Parachironomus</i>																				
<i>Polypedilum</i>	2			2	6					6										
<i>Pseudochironomus</i>								85		85										
<i>Saetheria (?)</i>																				
gênero não identificado			1	1			8		8								1			1
Tribo Tanytarsini																				
<i>Caladomyia</i>																				
<i>Rheotanytarsus</i>																				
<i>Tanytarsus</i>					2				2						1		1			5
gênero não identificado										1			1							
Subfamília Orthoclaadiinae																				
Tribo Corynoneurini																				
<i>Thienemanniella</i>																				
Tribo Orthoclaadiini																				
<i>Cricotopus</i>																				
Subfamília Tanypodinae																				
gênero não identificado									1			1								
Tribo Coelotanypodini																				
<i>Coelotanypus</i>								1		1		1						2		2
Tribo Pentaneurini																				
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>					1	6			7	2			2	5	1	1		7		
<i>Larsia</i>																				
Tribo Procladiini																				
<i>Djalmabatista</i>																				
Tribo Tanypodini																				
<i>Tanypus punctipennis (?)</i>																				
Total Chironomidae	2	0	1	3	9	100	1	110	4	1	0	5	129	4	3	136	1	9	19	29
Riqueza Chironomidae	1	0	1	2	3	4	1	7	3	1	0	4	2	2	3	4	1	3	2	5

O gênero *Tanytarsus* foi encontrado nas amostras de substratos artificiais de Bro01, Bro03 e Ibi02 e em amostras de draga de Ibi04 e Ibi05. Este gênero é sensível à poluição por esgoto doméstico.

O gênero *Chironomus gr decorus* foi dominante nos pontos mais impactados por esgoto doméstico nos reservatórios, Bar02 (rio Bauru, tributário da UHE Bariri) e Bro02 (rio Itaqueri, tributário Broa). Este gênero é considerado tolerante à poluição orgânica.

O Tanypodinae *Coelotanypus* foi freqüente e abundante nas amostragens com draga, não ocorrendo nos substratos artificiais de nenhum ponto amostrado nos reservatórios.

Foi observada uma composição de gêneros bem diferenciada entre os substratos naturais e artificiais. Somando-se os dois, os resultados mudam significativamente para a maioria dos pontos.

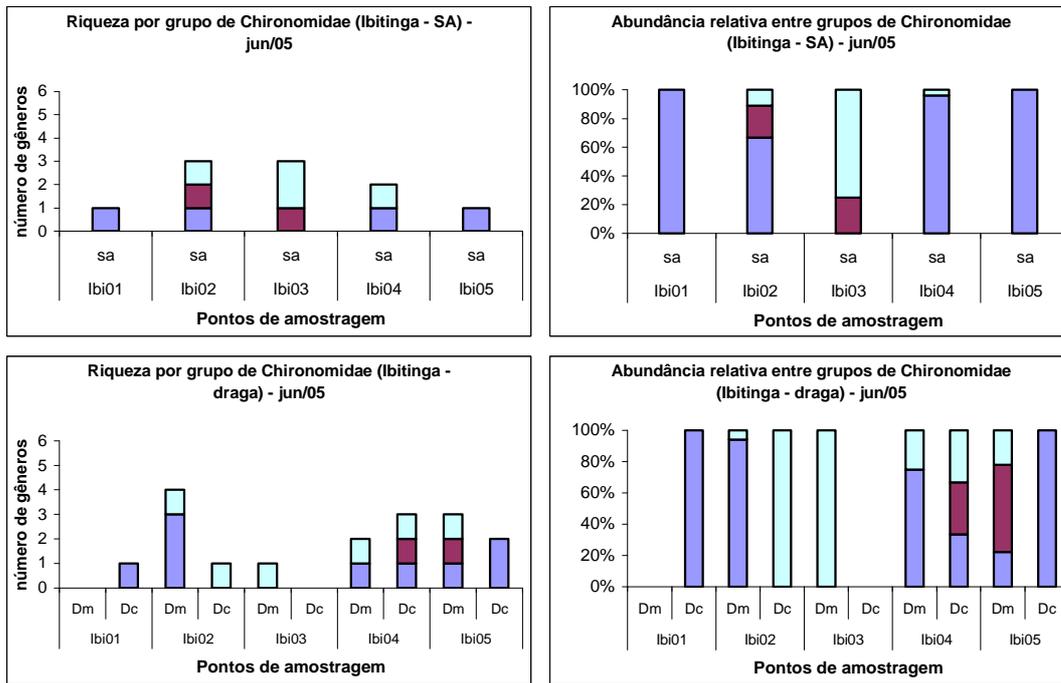
Os organismos da tribo Chironomini ocorreram em maior abundância na maioria dos pontos independentemente da qualidade de água. Já o gênero *Chironomus gr decorus*, foi mais abundante nos locais impactados. A tribo Tanytarsini ocorreu preferencialmente nos locais menos impactados.

Tabela 22 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga na região da margem (Dm), na draga região da calha (Dc) e o total, nos pontos localizados na represa de Ibitinga em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

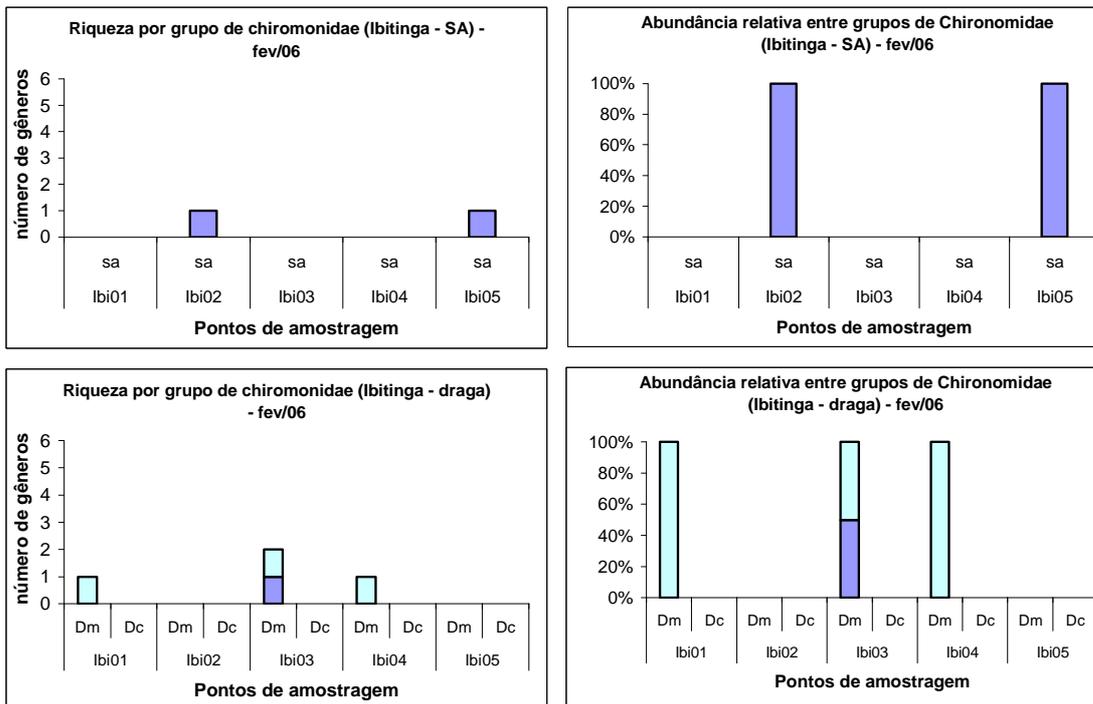
Pontos amostrais	Ibi01				Ibi02				Ibi03				Ibi04				Ibi05			
	sa	Dm	Dc	total																
Taxa																				
Diptera																				
Família Chironomidae																				
Subfamília Chironominae																				
Tribo Chironomini																				
<i>Aedokritus</i>																				
<i>Chironomus gr. decorus</i>																				
<i>Chironomus gr. riparius</i>																				
<i>Cryptochironomus</i>																				
<i>Dicrotendipes</i>																				
<i>Endotribelos</i>																				
<i>Fissimentum</i>																				
<i>Goeldichironomus</i>																				
<i>Parachironomus</i>																				
<i>Polypedilum</i>																				
<i>Pseudochironomus</i>																				
<i>Saetheria (?)</i>																				
gênero não identificado																				
Tribo Tanytarsini																				
<i>Caladomyia</i>																				
<i>Rheotanytarsus</i>																				
<i>Tanytarsus</i>																				
gênero não identificado																				
Subfamília Orthoclaadiinae																				
Tribo Corynoneurini																				
<i>Thienemanniella</i>																				
Tribo Orthoclaadiini																				
<i>Cricotopus</i>																				
Subfamília Tanypodinae																				
gênero não identificado																				
Tribo Coelotanypodini																				
<i>Coelotanyopus</i>																				
Tribo Pentaneurini																				
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>																				
<i>Larsia</i>																				
Tribo Procladiini																				
<i>Djalmabatista</i>																				
Tribo Tanypodini																				
<i>Tanyopus punctipennis (?)</i>																				
Total Chironomidae	d	2	0	2	7	0	0	7	d	2	0	2	d	1	0	1	367	0	0	367
Riqueza Chironomidae	d	1	0	1	1	0	0	1	d	2	0	2	d	1	0	1	1	0	0	1

Legenda: (d): perdido por depredação ou não recuperado

(a)



(b)



■ Chironomini ■ Tanytarsini ■ Orthoclaadiinae ■ Tanypodinae

Figura 34 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório de Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

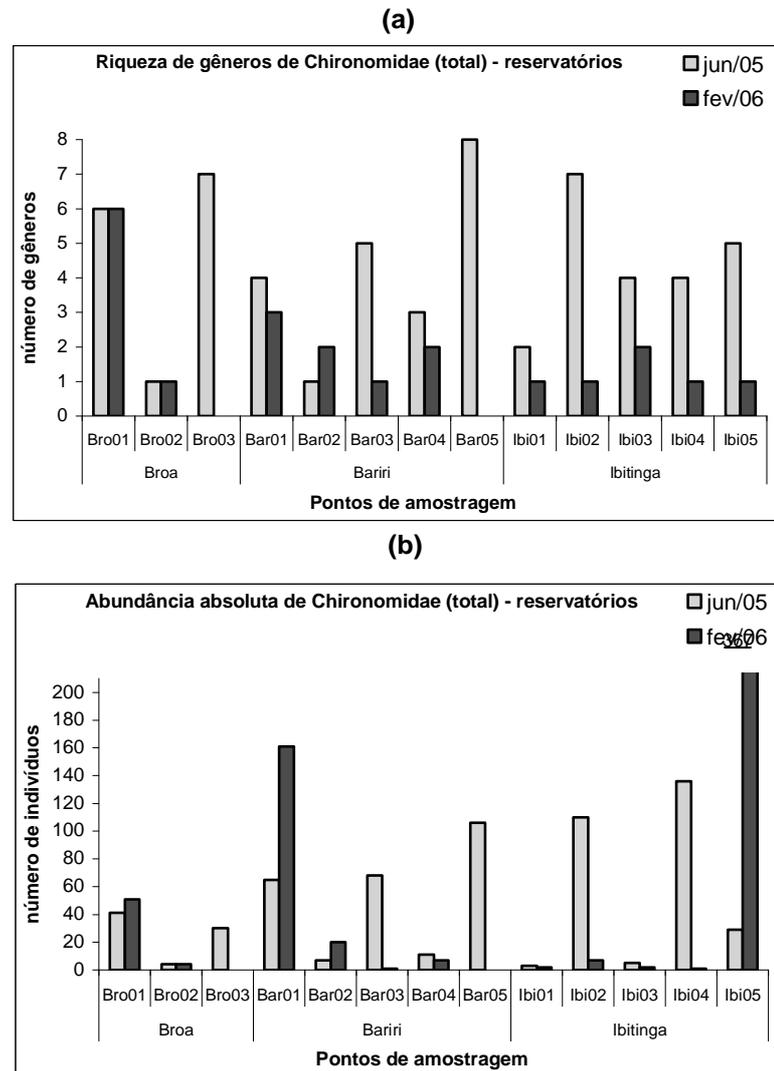


Figura 35 – Riqueza (a) e abundância absoluta (b) totais (draga + substratos artificiais) dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos reservatórios do Broa, Bariri e Ibitinga em junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

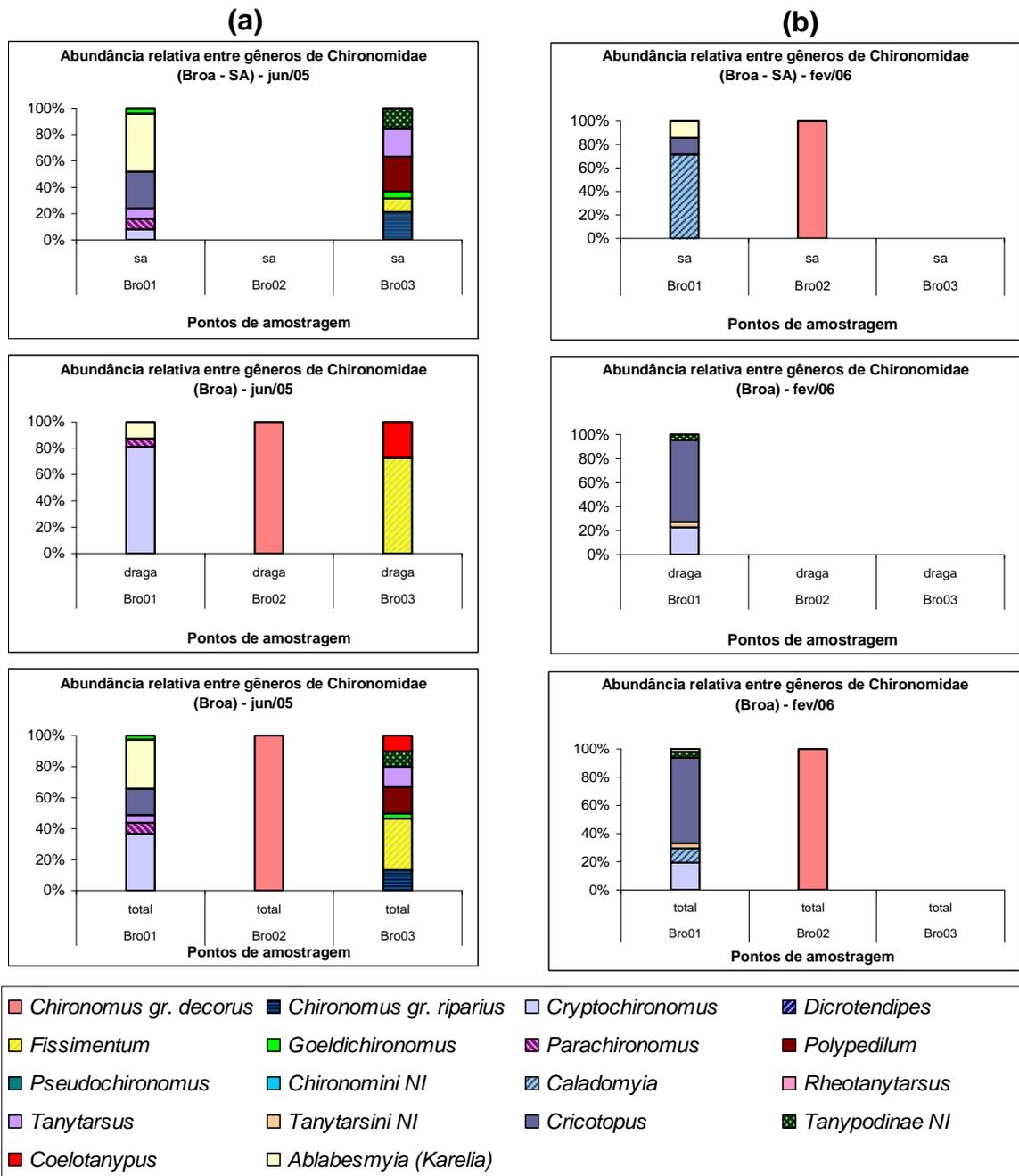


Figura 36 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados no reservatório do Lobo (Broa) em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

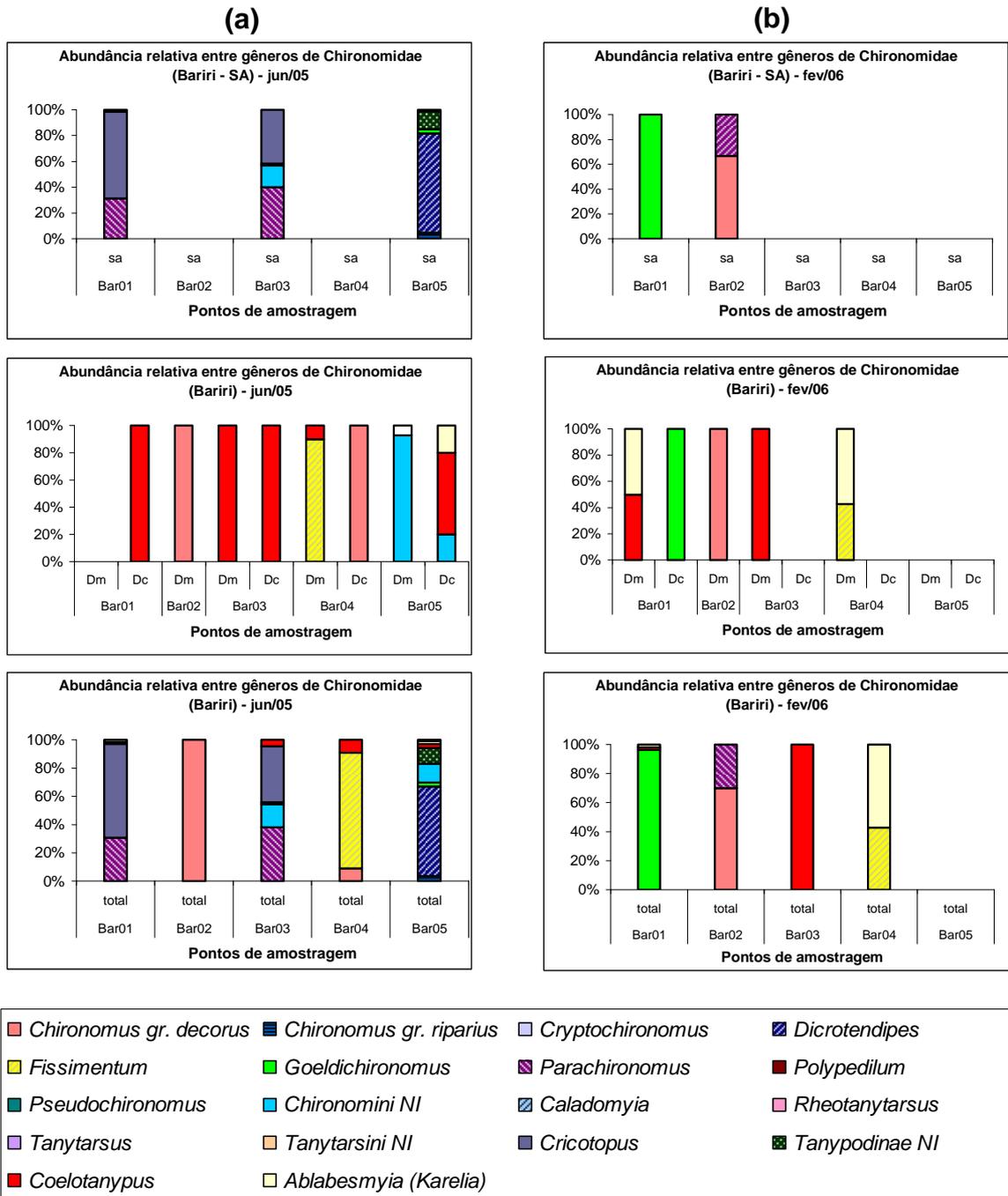


Figura 37 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados em UHE Bariri em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

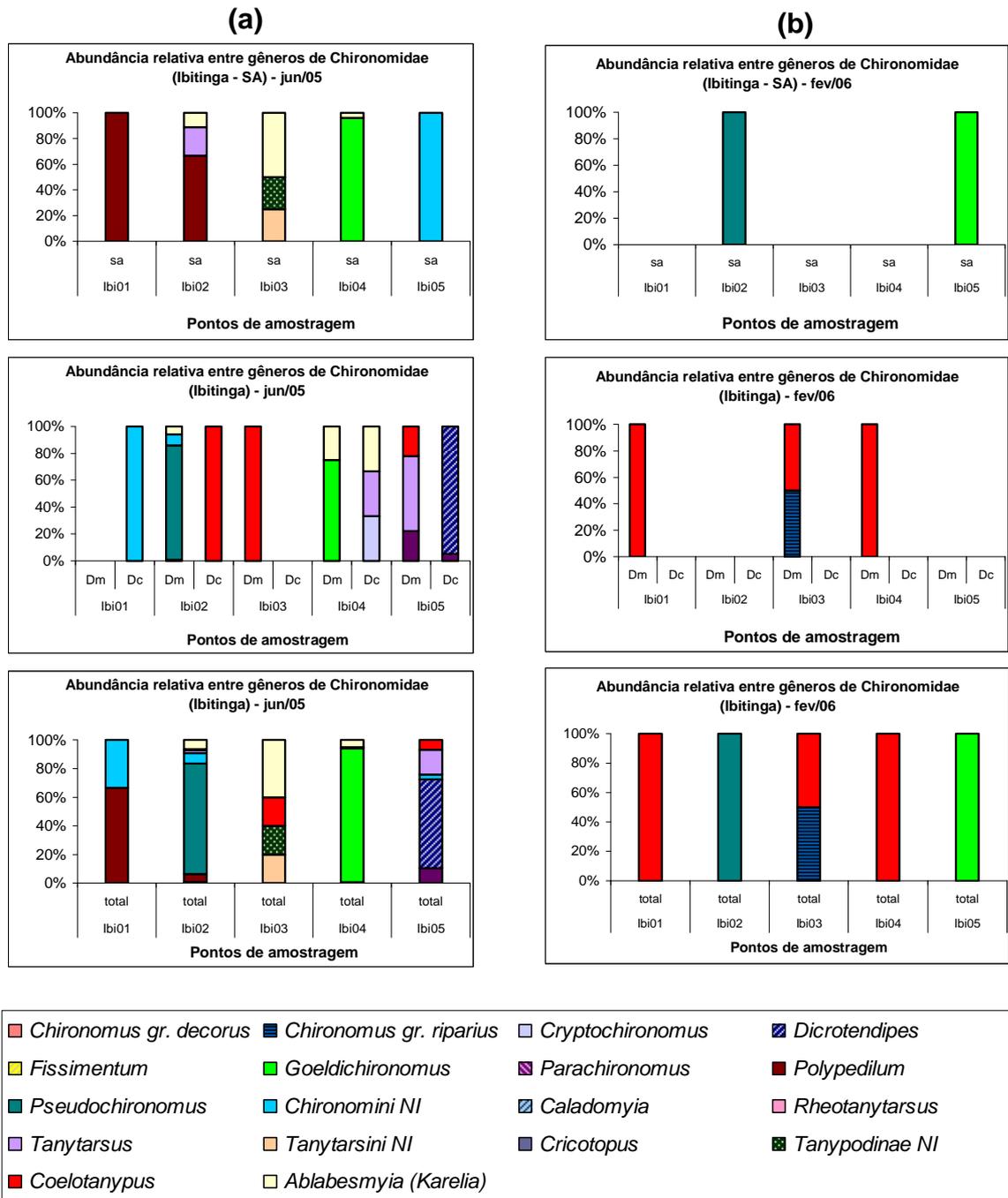


Figura 38 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) e calha (Dc) nos pontos localizados em UHE Ibitinga em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

Rios

Na Tabelas 23 e 24 são mostradas a distribuição e abundância dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos rios da bacia Tietê-Jacaré. Na Figura 39 são ilustradas as riquezas e abundâncias relativas entre grupos de Chironomidae (tribo Chironomini, tribo Tanytarsini, subfamília Orthocladiinae e subfamília Tanyptodinae) nos pontos localizados nos reservatórios, nos diferentes substratos e períodos. Os valores totais de riqueza e abundância (substratos artificiais + draga) são mostrados na Figura 40.

Nas amostras coletadas com substratos artificiais foram registrados maiores riquezas e abundâncias de organismos da família Chironomidae do que nas amostras coletadas com draga ou core (Figura 39).

Somente em três pontos foram encontrados quironomídeos nas amostras de draga ou core na época de estiagem, JG01, JG03 e JG06. Estes ocorreram em baixa riqueza e abundância e a tribo Chironomini foi predominante (Figura 41).

Nos substratos artificiais, em jun/05 (seca), os quatro grupos de Chironomidae foram encontrados em JG04 e JP02, com dominância de Tanytarsini (Tabela 23). Nestes pontos e em JG05, ocorreram as maiores riquezas de gêneros de Chironomidae. Em JG05, Tanytarsini também foi a tribo dominante, com alta abundância de *Rheotanytarsus* (Figuras 39 e 41).

Em JG03 (rio Jacaré-Guaçu, à jusante ribeirão do Ouro), embora com baixos valores de riqueza e abundância, estas foram as maiores entre as amostras coletadas com draga ou core nos pontos localizados nos rios. Foi o único ponto em que os valores totais de riqueza de gêneros foram maiores na draga em relação aos substratos artificiais nos pontos amostrados em rios.

No período chuvoso (fev/06), as riquezas e abundâncias de gêneros de Chironomidae foram menores do que no período de estiagem (Tabela 24). As maiores riquezas nas amostras obtidas com substratos artificiais foram observadas em JG05 e JG06 (Figura 40). A primeira com predomínio de Tanytarsini e a segunda com dominância de Chironomini (Figura 39).

Neste mesmo período, nas amostras de draga ou core foram registradas baixas riquezas e abundâncias, sendo a tribo Chironomini predominante.

Em JG04, Tanytarsini (*Rheotanytarsus*) foi dominante nas duas épocas nas amostras de substratos artificiais (Figuras 39 e 41).

Tabela 23 – Lista de táxons e abundância absoluta (n° ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em junho/julho de 2005 (seca).

Pontos amostrais Taxa	JG01			JG02			JG03			JG04			JG05			JG06			JP01			JP02			
	sa	core	total	sa	core	total	sa	draga	total	sa	draga	total	sa	core	total	sa	draga	total	sa	core	total	sa	core	total	
Diptera																									
Familia Chironomidae																									
Subfamilia Chironominae																									
Tribo Chironomini																									
<i>Aedokritus</i>																									
<i>Chironomus gr. decorus</i>								370	4	374							115	1	116						
<i>Chironomus gr. riparius</i>																									
<i>Cryptochironomus</i>										2	2														
<i>Dicrotendipes</i>																									
<i>Endotribelos</i>	34	5	39																						
<i>Fissimentum</i>																									
<i>Goeldichironomus</i>																									
<i>Parachironomus</i>													7	7					3	3			15	15	
<i>Polypedilum</i>								47	47	3	3	5	5	1	1										
<i>Pseudochironomus</i>																									
<i>Saetheria</i> (?)										1	1														
gênero não identificado								4	4	3	3								1	1					
Tribo Tanytarsini																									
<i>Nimbocera</i>																									
<i>Rheotanytarsus</i>										14	14	501	501										91	91	
<i>Tanytarsus</i>								2	2																
gênero não identificado								1	1										5	5					
Subfamilia Orthoclaadiinae																									
Tribo Corynoneurini																									
<i>Thienemanniella</i>										1	1														
Tribo Orthoclaadiini																									
<i>Cricotopus</i>																							2	2	
Subfamilia Tanypodinae																									
gênero não identificado																									
Tribo Coelotanypodini																									
<i>Coelotanypus</i>	1	1					7	7	4	4													25	25	
Tribo Pentaneurini																									
<i>Ablabesmyia</i> (Karelia)	7	7					1	1	1	1	4	4											13	13	
<i>Larsia</i>											29	29	2	2											
Tribo Procladiini																									
<i>Djalmabatista</i>																									
Tribo Tanypodini																									
<i>Tanypus punctipennis</i> (?)																									
Total Chironomidae	42	5	47	d	0	0	427	9	436	29	0	29	546	0	546	118	1	119	9	0	9	146	0	146	
Riqueza Chironomidae	3	1	3	d	0	0	5	3	7	8	0	8	5	0	5	3	1	3	3	0	3	5	0	5	

Com relação à abundância relativa entre os gêneros de Chironomidae nos pontos amostrados em rios, *Rheotanytarsus*, filtrador detritívoro, foi o gênero dominante em JG04 (rio Boa Esperança), JG05 (rio Jacaré-Guaçu, próximo à Gavião Peixoto) e JP02 (rio Jacaré-Pepira, próximo à Dourado) nos dois períodos (Figura 41). Estes locais são considerados mais preservados e com razoável mata ciliar, principalmente JG04 e JP02.

O gênero *Chironomus gr. decorus*, tolerante à poluição e detritívoro (coletor catador), foi dominante pontos que recebem despejos de esgoto doméstico, o ribeirão do Ouro (JG02) e córrego Água Branca (JG06).

Tabela 24 – Lista de táxons e abundância absoluta (nº ind.) dos gêneros de Chironomidae registrados nos substratos artificiais (SA), na draga (Dm) ou core na região da margem e a soma dos dois (total), nos pontos localizados nos rios em janeiro/fevereiro de 2006 (chuva).

Pontos amostrais	JG01			JG02			JG03			JG04			JG05			JG06			JP01			JP02		
Taxa	sa	core	total	sa	core	total	sa	draga	total	sa	draga	total	sa	core	total	sa	draga	total	sa	core	total	sa	core	total
Diptera																								
Família Chironomidae																								
Subfamília Chironominae																								
Tribo Chironomini																								
<i>Aedokritus</i>																								
<i>Chironomus gr. decorus</i>				77	2	79	2	1	3									309	309					
<i>Chironomus gr. riparius</i>																								
<i>Cryptochironomus</i>																								
<i>Dicrotendipes</i>																		5	5					
<i>Endotribelos</i>														1	2	3								
<i>Fissimentum</i>																								
<i>Goeldichironomus</i>																								
<i>Parachironomus</i>							2		2									78	78					
<i>Polypedilum</i>																								
<i>Pseudochironomus</i>																								
<i>Saetheria (?)</i>																								
gênero não identificado														1		1						2		2
Tribo Tanytarsini																								
<i>Nimbocera</i>																								
<i>Rheotanytarsus</i>										3		3				5		5						
<i>Tanytarsus</i>																								
gênero não identificado																								
Subfamília Orthoclaadiinae																								
Tribo Corynoneurini																								
<i>Thienemanniella</i>																								
Tribo Orthoclaadiini																								
<i>Cricotopus</i>																								
Subfamília Tanypodinae																								
gênero não identificado																								
Tribo Coelotanypodini																								
<i>Coelotanypus</i>																								
Tribo Pentaneurini																								
<i>Ablabesmyia (Karelia)</i>										2		2				3		3						
<i>Larsia</i>																		16	16					
Tribo Procladiini																								
<i>Djalmabatista</i>																								
Tribo Tanypodini																								
<i>Tanypus punctipennis (?)</i>																								
Total Chironomidae	0	0	0	77	2	79	4	1	5	5	0	5	10	2	12	408	0	408	0	2	2	1	0	1
Riqueza Chironomidae	0	0	0	1	1	1	2	1	2	2	0	2	4	1	4	4	0	4	0	1	1	1	0	1

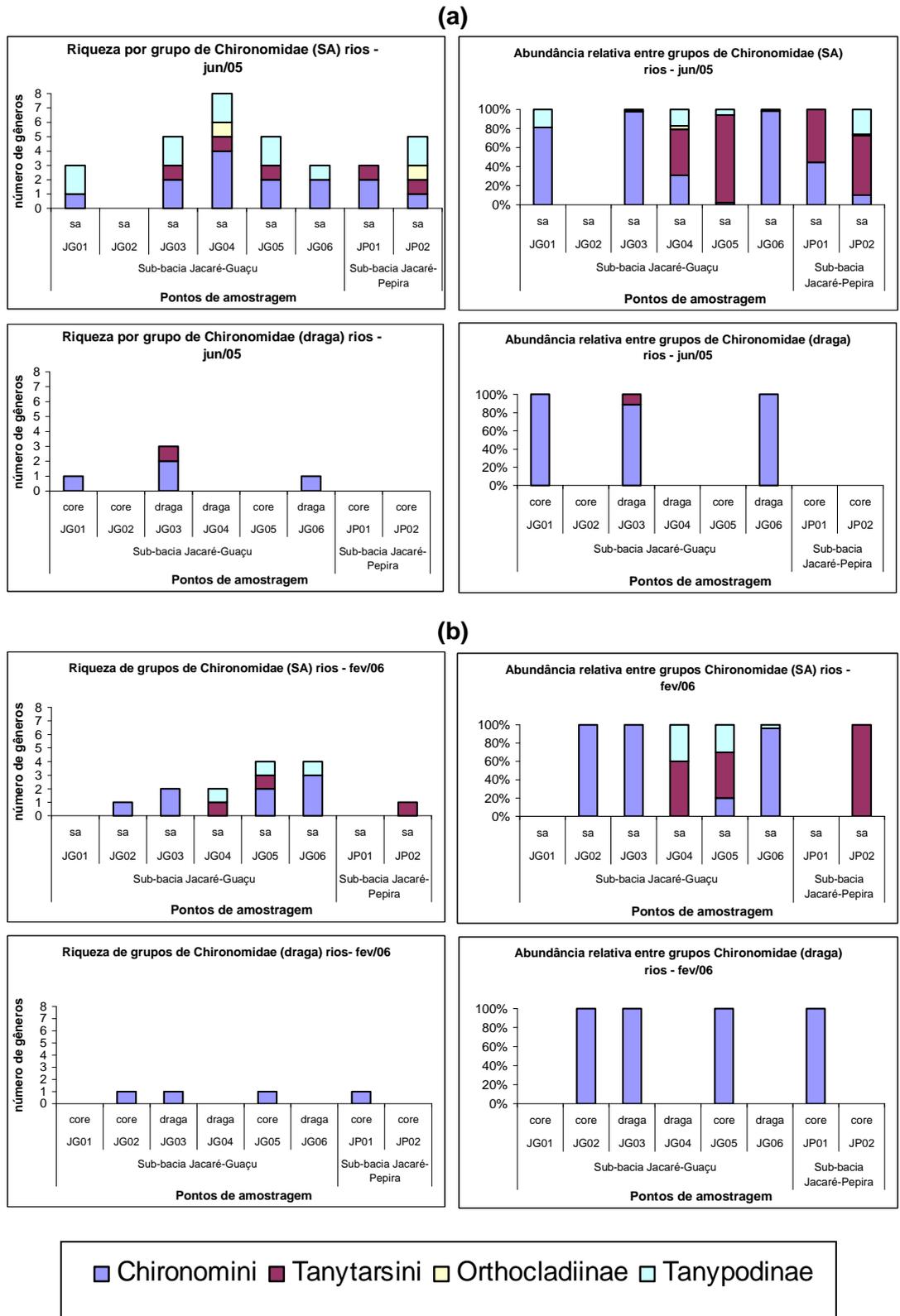


Figura 39 – Riqueza e abundância relativa (%) entre os principais grupos de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

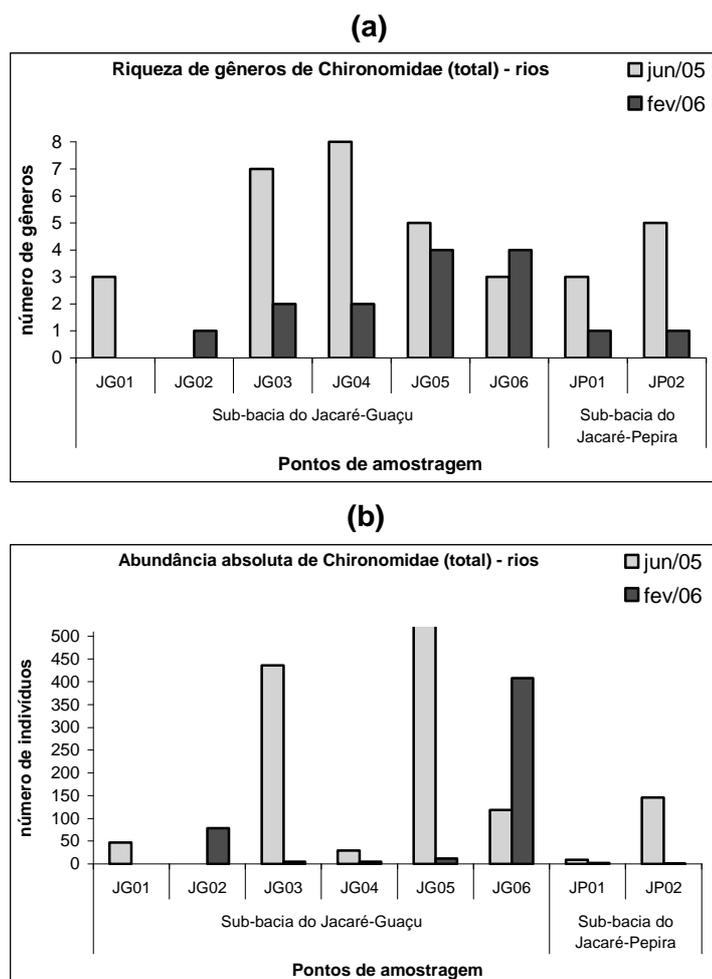


Figura 40 – Riqueza (a) e abundância absoluta (b) totais (draga + substratos artificiais) dos gêneros de Chironomidae nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 (seca) e em fevereiro de 2006 (chuva).

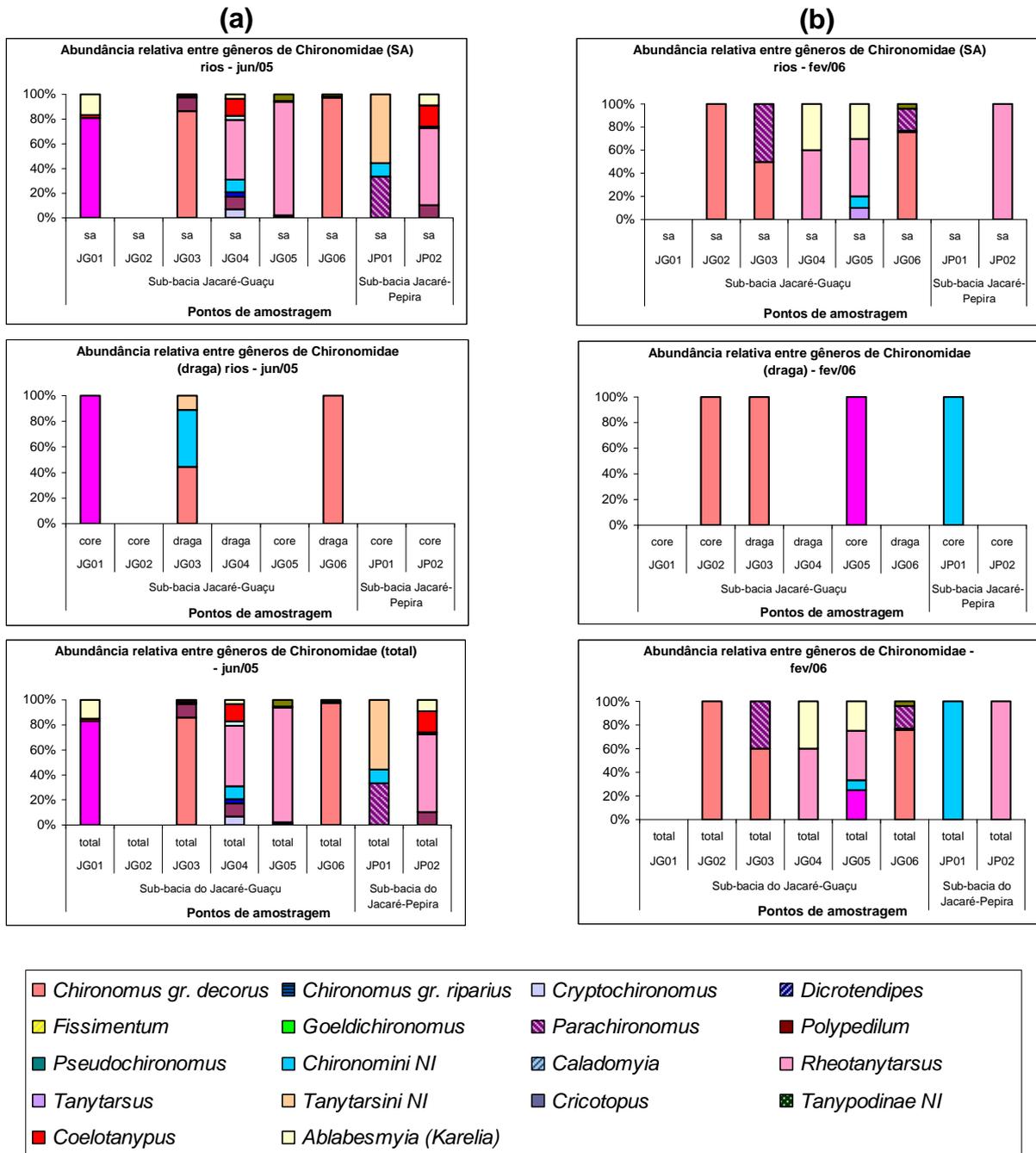


Figura 41 – Abundância relativa (%) entre os gêneros de Chironomidae amostrados com substrato artificial (SA) e com draga na margem (Dm) ou core nos pontos localizados nos rios em junho de 2005 - seca (a) e fevereiro de 2006 - chuva (b).

5.6. Indicadores utilizados para avaliação da qualidade da água através dos macroinvertebrados bentônicos

Neste capítulo são apresentados os resultados das métricas escolhidas para avaliar os ambientes de acordo com o grau de impacto por poluição orgânica, através da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

Entre os indicadores, os índices bióticos foram aplicados para classificar a qualidade da água e gerar mapas comparativos com a qualidade da água obtida através dos dados físicos e químicos e IQA. Diversos índices bióticos de qualidade de água foram comparados.

5.6.1. Aplicação do Índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') para o nível de família e gênero

Os resultados da análise dos Índices de Diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade (J) são mostrados nas Figuras 42 e 43 (reservatórios e rios, respectivamente). Foram feitas duas análises distintas, uma utilizando-se o nível de família e outra aplicada somente a família Chironomidae utilizando-se o nível de gênero. Para ambas foram utilizados os valores totais dos amostradores (draga + substratos artificiais).

Nos reservatórios, na época de estiagem (jun/05), os maiores índices de diversidade em nível de família entre os reservatórios foram obtidos nos tributários da UHE Ibitinga, rio Jacaré-Pepira (Ibi02) e rio Jacaré-Guaçu (Ibi04), e região próxima à barragem (Ibi05), provavelmente influenciados pela maior riqueza de táxons observadas nestes locais, principalmente de moluscos.

Com base nos gêneros de Chironomidae, os maiores valores de diversidade de Shannon (H') foram encontrados em dois pontos da represa do Broa, Bro01 (ribeirão Lobo) e Bro03 (barragem), ambos com alta equitabilidade. A menor diversidade de famílias foi obtida em Bar02 nos dois períodos. Já para os gêneros de Chironomidae os menores índices foram obtidos em Ibi04 no período de estiagem e em Bar01 na época chuvosa. Os pontos em que o valor de H' e J é zero não foram registrados organismos ou apenas um táxon foi registrado (Figura 42).

Na época chuvosa (fev/06), as maiores diversidades em nível de família foram registradas em Bar01, Bar04 e Bro01. Com relação aos gêneros de Chironomidae, Bro01 apresentou a maior diversidade de Shannon, com alta equitabilidade (Figura 42). A menor diversidade também foi obtida em Bar02 e para os Chironomidae foi em Bar01.

Nos pontos localizados nos rios (Figura 43), no período de estiagem (jun/05), as maiores diversidades em nível de família e de gênero foram obtidas nos mesmos pontos onde as riquezas de táxons foram maiores, JG04 (rio Boa Esperança) e JP02 (rio Jacaré-Pepira). No período chuvoso, JG05 (rio Jacaré-Guaçu, próximo Gavião Peixoto) teve os maiores índices de diversidade tanto em nível de família quanto de gênero.

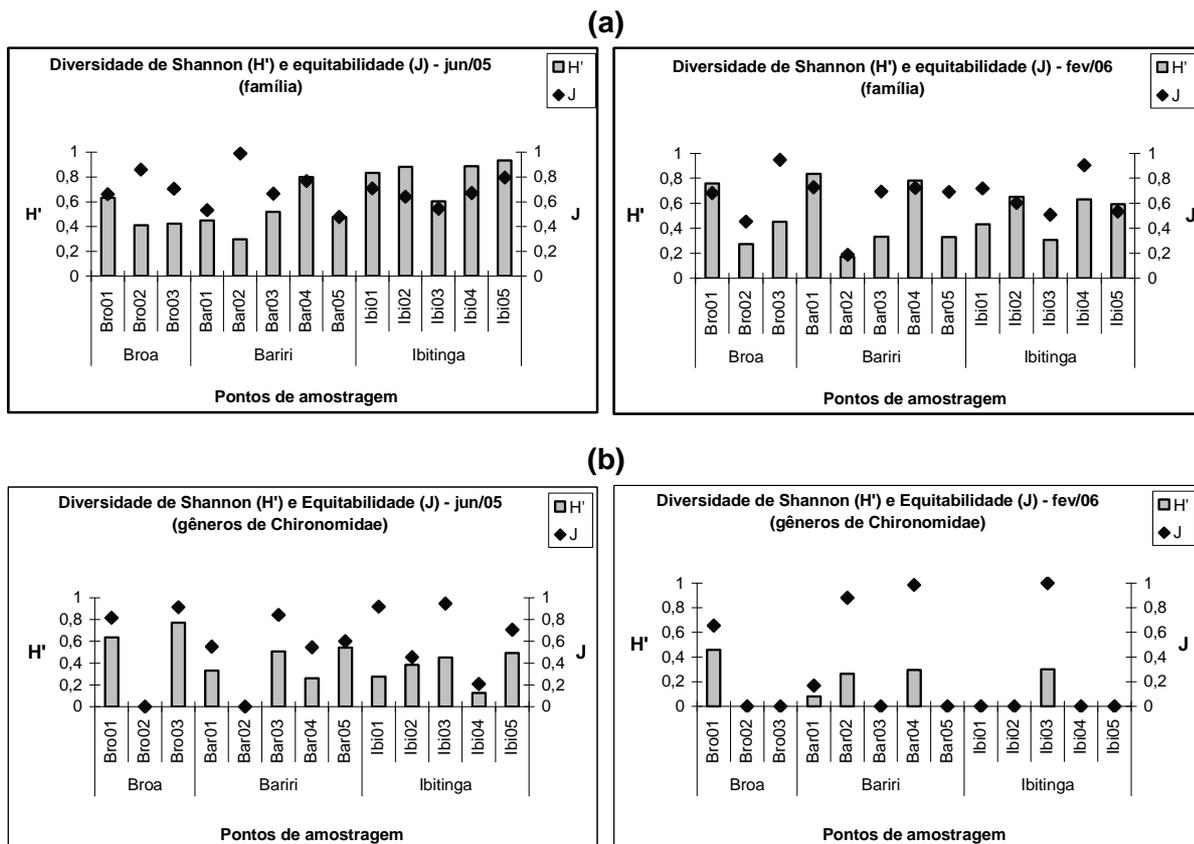


Figura 42 – Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J) tirados para as famílias de macroinvertebrados (a) e para os gêneros de Chironomidae (b) no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

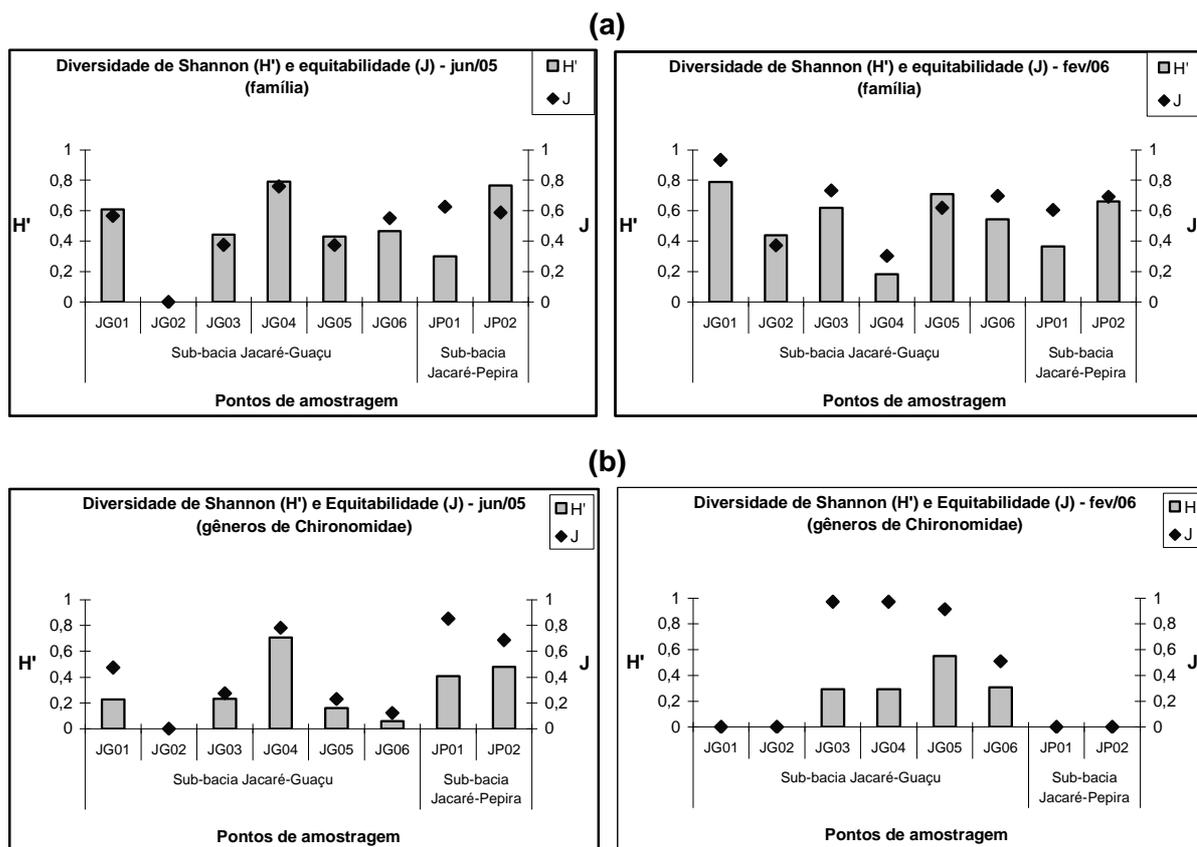


Figura 43 – Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J) tirados para as famílias de macroinvertebrados (a) e para os gêneros de Chironomidae (b) no período de junho de 2005 (seca) e fevereiro de 2006 (chuva).

5.6.2. Riqueza (rET) e abundância relativa de Ephemeroptera + Trichoptera em relação ao total de organismos da amostra (%ET)

Como nos corpos de água amostrados na bacia Tietê-Jacaré não foram registrados organismos da ordem Plecoptera, este índice foi adaptado utilizando-se somente as ordens Trichoptera e Ephemeroptera. Maiores riquezas e abundâncias destes grupos em relação ao total são associadas a ambientes mais preservados.

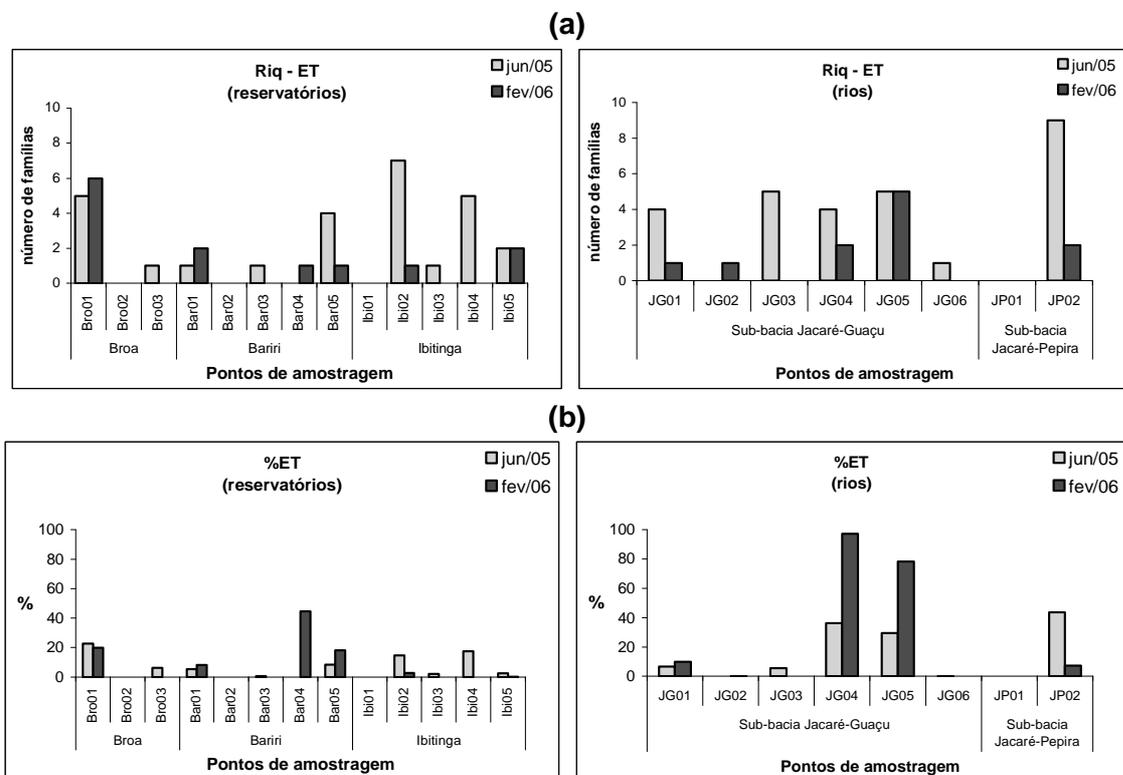
Na Figura 44 são mostrados os resultados da riqueza de famílias e abundância relativa (%) de Ephemeroptera e Trichoptera por ponto amostrado nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré. Os valores são referentes à soma das amostras obtidas com draga e substratos artificiais. Em termos de riqueza, Ephemeroptera e Trichoptera foram mais expressivos em maior número de pontos

do que em termos de abundância, onde foram mais abundantes em menor número de pontos.

A maior riqueza de famílias de Ephemeroptera e Trichoptera foi encontrada em JP02 (rio Jacaré-Pepira, próximo à Dourado) no período de estiagem (jun/05), representando 40% da abundância registrada. Porém, em termos de abundância relativa, a maior foi obtida em JG04 no período chuvoso (praticamente 100%). JG05 também apresentou alta abundância no período chuvoso (80%).

Entre os reservatórios, a maior riqueza de ET foi observada em Ibi02 (tributário Jacaré-Pepira, Ibitinga) no período de estiagem (jun/05). Apesar da considerável riqueza, em termos de abundância relativa representou menos de 20%. No ribeirão do Lobo (Bro01), as riquezas e abundâncias relativas de ET obtidas nos dois períodos foram mais altas em relação aos outros pontos em reservatórios.

A maior abundância relativa de ET, entre os reservatórios, foi observada em Bar04 no período chuvoso. Em Bar02 (rio Bauru, UHE Bariri) não foram registrados organismos das ordens Trichoptera e Ephemeroptera.



De maneira geral, as maiores abundâncias de ET foram encontradas nos pontos menos impactados, Bro01 e Ibi02 entre os reservatórios e JG04 e JP02 entre os rios.

5.6.3. Razão total de Oligochaeta por total de Oligochaeta + total de Chironomidae, Wiederholm, 1980

Este índice varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, maior é a poluição orgânica. Ele foi aplicado com intuito de verificar se os resultados condizem com a qualidade de água avaliada através das análises físicas e químicas.

Na Figura 45 são apresentados os valores resultantes da aplicação da razão Oligochaeta/Chironomidae nos pontos amostrados nos reservatórios e rios da bacia Tietê-Jacaré no período de jun/05 e fev/06.

Em Bro01 que tem boa qualidade de água os valores foram baixos nos dois períodos, porém em Bro02 e Bro03 os valores foram bem próximos de 1, indicando poluição, o que é verdade apenas para Bro02.

O rio Bauru (Bar02), que foi considerado o mais poluído, não obteve os maiores os valores (mais próximos de 1) nos dois períodos estudados. Porém, Ibi02, considerado de boa qualidade de água obteve baixos valores.

Em relação aos rios, o menor valor foi observado em JG04, trecho de boa qualidade de água. O Maior valor em jun/05 (seca) foi obtido em JG02 (rio do Ouro, jusante Araraquara), onde há despejo de esgoto. Porém em JG01, JP01 e JP02 não há despejo de esgoto, a água é limpa e os valores obtidos para razão O/C foram bem próximos a 1. Assim, o uso desta razão não foi adequada para os rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré ou o tipo de amostragem e esforço não foi suficiente para aplicação deste índice.

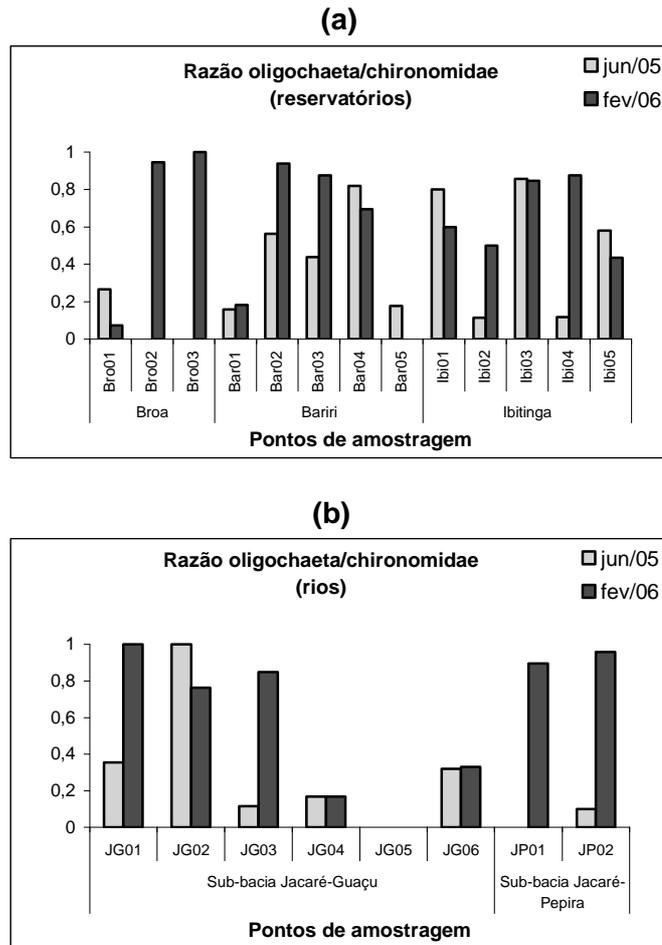


Figura 45 – Razão Oligochaeta/Chironomidae nos pontos amostrados nos reservatórios (a) e rios (b) da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

5.6.4. Índices bióticos de qualidade de água

Os Índices Bióticos (BMWP e adaptações e IBB) analisados foram obtidos a partir dos dados totais dos amostradores (draga + substrato) e os resultados são mostrados na Tabela 25.

Os diferentes índices e adaptações foram aplicados com intuito de fazer comparações entre os resultados obtidos.

As qualidades de água resultantes do BMWP e adaptações foram bem próximas entre si. Embora os resultados do IBB tenham sido próximos aos do BMWP, ele se diferenciou um pouco mais.

Em geral, na maioria dos pontos, os valores de BMWP e IBB foram maiores na época seca do que na época chuvosa.

Na época de estiagem (jun/05), os pontos com melhores qualidades de água avaliadas pelos índices bióticos foram JG01, JG03, JG04, JG05, JP02, Ibi02, Ibi04 e Ibi05. Já na época de chuvas (fev/06), os maiores índices foram obtidos em Bro01 e JG05.

Foram feitos mapas de qualidade de água com o BMWP adaptado à Colômbia e com o IBB considerando os dois períodos amostrados. Estes mapas são mostrados nas Figuras 46 e 47, respectivamente.

Tabela 25 – Valores de BMWP e IBB e respectivas classificações de qualidade de água obtidas nos pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	jun/05					fev/06				
	BMWP Armitage et al. (original)	BMWP CETEC (MG)	BMWP Róldan (Colômbia)	BMWP Alba-Tercedor (Granada) IAP	IBB	BMWP Armitage et al. (original)	BMWP CETEC (MG)	BMWP Róldan (Colômbia)	BMWP Alba-Tercedor (Granada) IAP	IBB
JG01	63	64	67	65	8	30	29	33	25	5
JG02	1	1	1	1	1	56	51	62	50	7
JG03	88	73	90	82	9	18	18	20	18	6
JG04	62	59	74	63	9	18	16	19	18	5
JG05	85	80	90	90	9	89	60	78	86	9
JG06	24	21	31	24	6	23	16	23	19	5
Bro01	54	51	57	52	8	72	67	75	66	9
Bro02	7	7	7	8	2	13	8	8	12	4
Bro03	14	14	16	14	5	6	6	6	6	2
JP01	13	10	11	13	4	14	11	16	14	4
JP02	117	114	125	114	10	42	42	53	40	7
Bar01	30	25	27	30	5	65	65	71	66	6
Bar02	3	3	3	3	2	38	33	37	33	5
Bar03	22	22	22	22	5	8	8	8	9	4
Bar04	41	41	45	42	6	54	55	56	44	6
Bar05	44	47	54	43	6	14	14	14	11	4
Ibi01	53	55	53	54	6	12	12	12	13	4
Ibi02	126	121	135	129	9	50	49	51	53	6
Ibi03	65	62	70	64	6	11	11	13	12	4
Ibi04	117	109	125	107	10	14	14	14	15	4
Ibi05	67	64	69	65	6	58	54	60	60	8

Legenda:

Classe	Qualidade da água	Cor indicativa
I	Excelente	
II	Boa	
III	Regular	
IV	Ruim	
V	péssima	

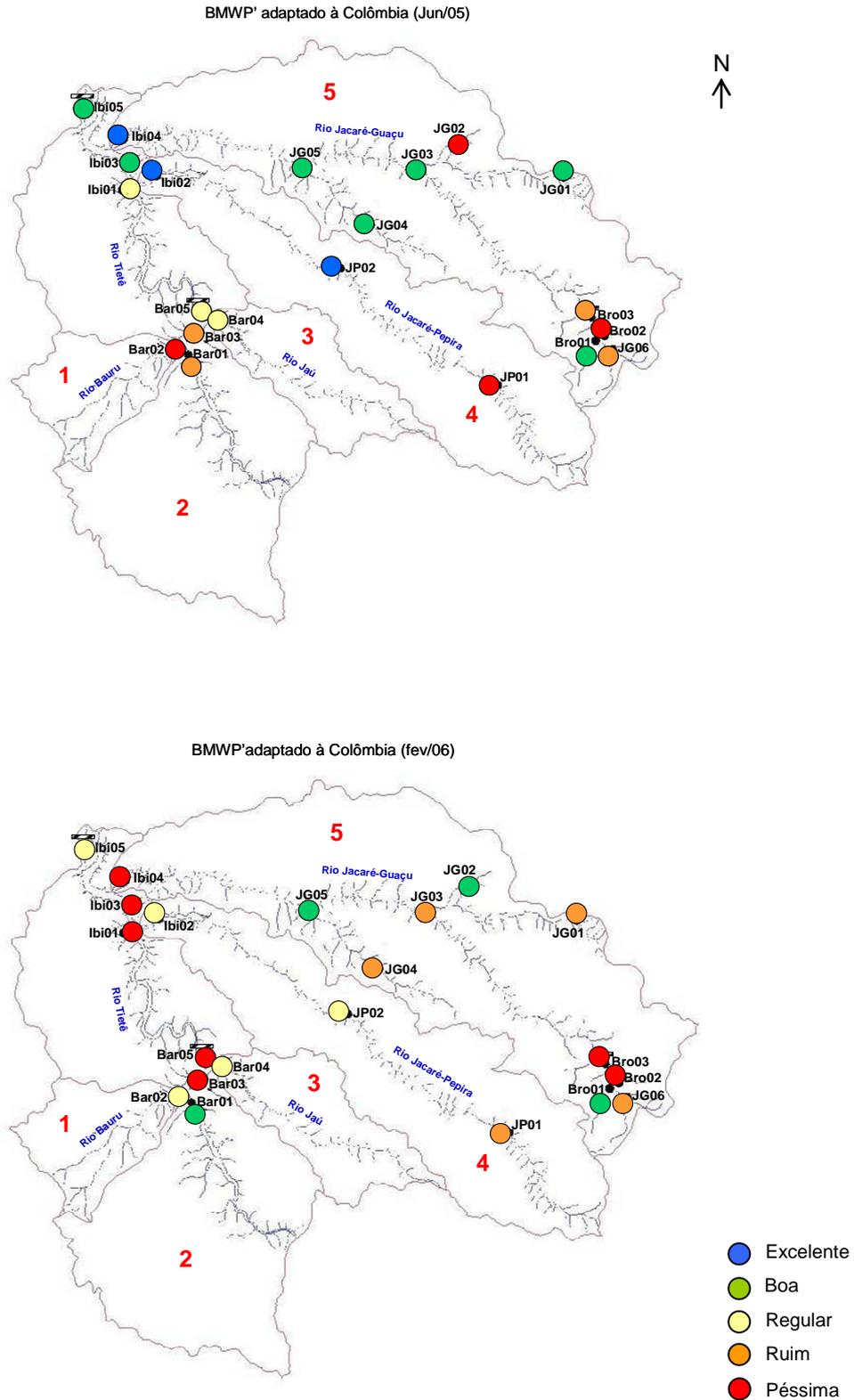


Figura 46 – Mapa de qualidade de água gerado através do BMWP' adaptado à Colômbia dos pontos amostrados na bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

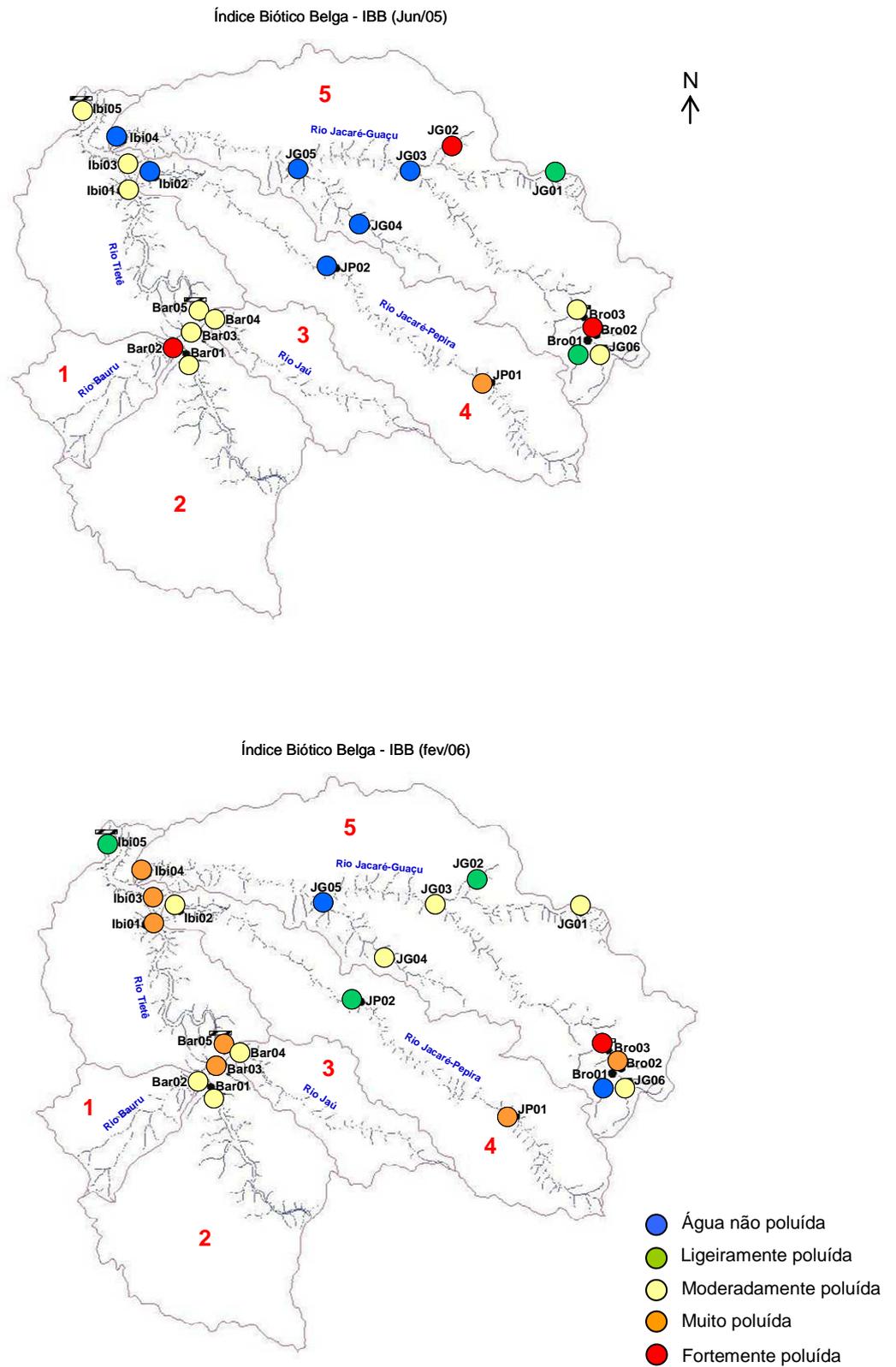


Figura 47 – Mapa de qualidade de água gerado através do Índice Biótico Belga (IBB) dos pontos amostrados na bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

6. DISCUSSÃO

6.1. Distribuição dos macroinvertebrados em substratos naturais e artificiais em sistemas lóticos e lênticos

Uma ampla variedade de materiais, orgânicos e inorgânicos, de origem alóctone e autóctone compõe os substratos dos sistemas aquáticos. O sedimento inorgânico e orgânico transportados pelos rios deriva da erosão das margens e dos processos de erosão nas bacias hidrográficas. O material orgânico consiste em materiais vegetais e animais provenientes do ambiente terrestre e aquático, o inorgânico é constituído de materiais graníticos ou sedimentares de diversos tamanhos, derivados da erosão das rochas (Minshall, 1984).

A deposição deste material se dá em diferentes zonas do rio dependendo de condições como a velocidade da água e tamanho das partículas. Estes materiais são depositados ao longo dos anos e passam por processos biogeoquímicos, tais como reações de precipitações e transformações biológicas que controlam a distribuição da biota aquática, caracterizando o sedimento como parte integrante do sistema natural (Allan, 1995; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Diferentes tipos de substratos determinam um ambiente mais heterogêneo, propiciando a instalação de uma grande variedade de invertebrados pertencentes a diversos grupos funcionais. A natureza do substrato, tamanho das partículas, textura, porosidade, conteúdo orgânico, estabilidade e heterogeneidade são fatores de grande importância ecológica para os macroinvertebrados (Minshall, 1984).

Os sedimentos dos pontos amostrados nos rios da UGRHi Tietê-Jacaré foram compostos basicamente de areia fina a muito fina (cerca de 80%), com porções

muito pequenas de argila e silte. Sendo classificados como arenosos de acordo com a classificação de Shepard (mais de 75% de areia).

Nos reservatórios os sedimentos se caracterizaram por serem mais finos e lodosos por influência das maiores porcentagens de argila e silte e matéria orgânica, porém, assim como os rios, foram classificados como arenosos. Nas margens de alguns trechos dos reservatórios de Bariri e Ibitinga foi observada a existência de muitas rochas que impossibilitaram inclusive o uso da draga nestes locais. Nestas represas durante os trabalhos de campo foi observada a presença de grandes embarcações de extração de areia.

A bacia Tietê-Jacaré está localizada no centro do estado de São Paulo com predomínio de áreas de cerrado onde o leito dos córregos é tipicamente arenoso. Isto já tem sido destacado em diversos estudos em córregos da sub-bacia do Jacaré-Guaçu (Teixeira, 1993; Souza, 1995; Peláez, 2001; Corbi, 2006) e reservatórios do médio Tietê (Pamplim, 2004; Suriani, 2006).

Os organismos mais freqüentes entre os locais amostrados na bacia Tietê-Jacaré foram Chironomidae e Oligochaeta, tanto nos substratos naturais quanto nos artificiais. Em córregos do Cerrado, caracteristicamente de leitos arenosos, a predominância destes grupos tem sido observada por diversos pesquisadores (Roque & Trivinho-Strixino, 2001; Corbi, 2006; entre outros).

Os quironomídeos compõem um grupo diverso, com amplo hábito alimentar e ciclo de vida rápido, além de algumas espécies serem tolerantes às baixas concentrações de oxigênio (Roldán, 2003). Segundo Fuller & Cowell (1985), as larvas de Chironomidae são r-estrategistas e se adaptam as mais variadas condições ambientais, o que pode ter influenciado sua predominância nos diversos corpos de água da UGRHi Tietê-Jacaré.

O grupo Oligochaeta é característico de ambientes orgânico-arenosos, mas também pode habitar os mais diversos ambientes aquáticos (Brinkhurst et al., 1972). Esses organismos têm distribuição cosmopolita, ciclo de vida longo, sendo que muitas famílias de Oligochaeta são resistentes a baixas concentrações de oxigênio na água (principalmente a família Tubificidae).

Tanto nos rios quanto nos reservatórios, as amostras obtidas com draga ou core (substratos naturais) tiveram baixa riqueza de táxons e maior dominância de certos grupos como Oligochaeta, Chironomidae e Mollusca (este último no caso dos reservatórios). Nos reservatórios, nas amostras de draga foi observado um maior

número de organismos e riqueza de táxons em relação às amostradas nos rios, com algumas poucas exceções. Talvez, a draga de Ekman-Birge não tenha sido muito adequada para os sedimentos arenosos dos rios amostrados, embora recomendado por Brandimarte et al. (2004) para este tipo de substrato, ou o esforço amostral não tenha sido suficiente para fazer um bom registro da fauna bentônica existente nos rios estudados.

Em alguns pontos com altas correntezas, impossibilitando o uso da draga, as amostragens foram feitas com o *core*. Embora a área de amostragem deste equipamento seja pequena, em alguns pontos o *core* foi muito eficiente, resultando em amostras com considerável riqueza de táxons e alta abundância de organismos.

Os substratos artificiais preenchidos com argila expandida foram eficientes na colonização dos macroinvertebrados bentônicos tanto nos rios como nos reservatórios. Embora não tenham sido feitas amostragens com substratos artificiais nas regiões profundas dos reservatórios, um substrato artificial foi colocado na calha da região média do reservatório de Ibitinga e muitos quironomídeos e oligoquetos foram capturados, mostrando sua aplicabilidade.

A opção de não fazer amostragens regulares na calha dos reservatórios com os substratos artificiais foi devido ao fato da dificuldade prática de fixação da corda (amarrada ao substrato) em algum local para que este pudesse ser recuperado posteriormente. O teste foi feito amarrando-se a corda na bóia indicadora de quilometragem da hidrovia, apesar de não ter sido depredado pelos pescadores locais, houve esta insegurança quanto a fazer este tipo de amostragem.

Na maioria dos pontos amostrados em rios e reservatórios, as amostras obtidas com os substratos artificiais apresentaram maiores riquezas e abundâncias de macroinvertebrados bentônicos do que as amostras obtidas com draga ou *core*, principalmente maior riqueza de táxons pertencentes à Insecta.

Portanto, apesar da seletividade dos substratos artificiais descritas por diversos pesquisadores (Brinkhurst, 1974; Rosenberg & Resh, 1982; Resh & Jackson, 2001; Merritt et al., 1984; Brandimarte et al., 2004), eles se mostraram menos seletivos que a draga.

Uma explicação para este fato decorre da ampla distribuição dos macroinvertebrados em diversos microhábitats dos ecossistemas aquáticos, sendo que alguns grupos vivem preferencialmente enterrados no sedimento por toda vida (como no caso dos Oligochaeta) ou parte dela (como os quironomídeos); outros

preferem habitar a interface sedimento-água, alguns são bons nadadores; outros vivem aderidos às rochas ou troncos na margem (Roldán, 1992).

Os primeiros exploradores dos substratos artificiais são os organismos que sofrem deriva, como Chironomidae, Trichoptera filtradores e Ephemeroptera. A segunda principal forma de colonização é a migração ativa, por rastejamento ou natação, a partir do substrato natural existente (Mackay, 1992)

Assim, nas amostragens com substratos artificiais, tanto os organismos que vivem enterrados como aqueles que nadam ou vivem aderidos aos substratos puderam colonizá-los. Ao passo que nas amostragens com a draga, restringiu-se à coleta dos organismos que estão estritamente enterrados no sedimento e que talvez não colonizassem os substratos artificiais. Por esta razão é que as amostragens com draga foram feitas, com intuito de registrar os organismos que vivem preferencialmente enterrados.

A eficiência de substratos artificiais preenchidos com argila expandida, em córregos, já foi comprovada por Guerreschi-Aguirre (1999), Fonseca-Gessner & Guerreschi (2000) e Guerreschi (2004). Porém estes autores observaram que sua eficiência não foi boa para Oligochaeta, que apesar de colonizar os cestos ocorreu em baixa densidade. Estes autores atribuíram essa deficiência na colonização dos oligoquetos pelo fato destes se enterrarem e não sofrerem deriva. A deriva é considerada por diversos pesquisadores como o principal mecanismo de colonização dos substratos artificiais (Wise & Molles, 1979; Mackay, 1992; Anaya, 2003).

Apesar disso, em alguns pontos nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré, foram observadas altas abundâncias de Oligochaeta nos substratos artificiais, maiores do que as obtidas nos substratos naturais. Porém, os oligoquetos foram mais freqüentes nos substratos naturais, embora também freqüentes nos cestos.

Na bacia Tietê-Jacaré, tanto nas margens dos rios quanto nas margens dos reservatórios foram registradas consideráveis riquezas de táxons de macroinvertebrados bentônicos, principalmente nos substratos artificiais. As maiores diversidades obtidas nas margens dos reservatórios em relação à região de calha, mesmo considerando apenas os substratos naturais era esperado, pois a zona litoral de um lago geralmente propicia maior heterogeneidade ambiental para os organismos aquáticos.

Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), os organismos bentônicos localizam-se no litoral e sub-litoral de lagos e na zona profunda, a qual é relativamente mais uniforme e, no caso de lagos estratificados, apresenta baixas concentrações de oxigênio dissolvido ou anoxia. As zonas litoral e sub-litoral apresentam maior variabilidade e heterogeneidade espacial, acúmulo de biomassa e maior diversidade. Portanto, as variações na zona litoral são maiores, exigindo adaptações e flutuações das populações em curtos períodos de tempo. Ao passo que as zonas profundas possuem condições limitantes e que restringem a ocorrência de algumas espécies de moluscos, oligoquetos e dípteros (Chaoboridae e Chironomidae). A predominância destes grupos foi observada nas regiões profundas dos reservatórios amostrados na bacia Tietê-Jacaré, ao passo que nas regiões litorais uma maior diversidade de organismos foi obtida, tanto nos substratos artificiais como nos substratos naturais, representada por diversas ordens de Insecta como Coleoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Odonata, entre outras.

Os macroinvertebrados bentônicos de reservatórios tropicais são pouco estudados em relação aos que habitam os rios. Segundo Roldán (1991) a explicação pode estar na relativa pobreza da fauna, que segundo Margalef (1983) é mais homogênea, principalmente nas regiões profundas dos reservatórios. Deve-se destacar a dificuldade de amostragem num reservatório, sendo o ideal as amostragens por varredura para obter maiores riquezas de táxons, porém estas são mais custosas e demoradas (Bartsch et al., 1998).

Segundo Margalef (1983), de um modo geral, a macrofauna da região litoral dos lagos ou reservatórios não é muito diferente da que povoa às águas correntes dos rios, pois ela representa elementos derivados de uma fauna fluvial muito diversificada. As condições de temperatura, fornecimento de oxigênio e movimentos da água (flutuações no nível), são comparáveis, em certos aspectos, aos rios. No presente trabalho, a maior riqueza de táxons foi registrada nas margens do reservatório de Ibatinga, no tributário Jacaré-Pepira (Ibi02), com um total de 24 táxons, sendo que 8 foram exclusivos dos substratos artificiais e 10 táxons exclusivos dos substratos naturais da região litorânea, e apenas 2 táxons exclusivos da região profunda (Chaoboridae e Polymitarcyidae). A maior riqueza de táxons obtida neste ponto provavelmente foi reflexo das melhores condições de preservação da sub-bacia do Jacaré-Pepira à montante do reservatório, trecho

lótico, onde também foram registradas maiores diversidades, inclusive de espécies sensíveis à poluição.

Embora altas riquezas de táxons tenham sido registradas em regiões litorâneas de reservatórios, as maiores diversidades, principalmente de insetos aquáticos foram obtidas nos rios.

A influência do material alóctone oriundo tanto das margens dos reservatórios como dos tributários, parece ter influenciado a distribuição dos macroinvertebrados bentônicos, pois as maiores riquezas entre os reservatórios foram obtidas principalmente nos tributários e nos locais de maior presença de vegetação ciliar.

A mata ciliar, além de servir como principal fonte alóctone de matéria orgânica em forma de detritos (troncos, galhos, folhas e frutos) para os macroinvertebrados bentônicos e peixes, propicia um ambiente mais heterogêneo e portanto com maiores biomassa e diversidade (Margalef, 1983; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Os reservatórios, que são sistemas artificiais construídos pelo homem através da barragem de rios, diferem destes principalmente pelo fluxo da água, mais lento nos reservatórios e permitindo maior sedimentação de material orgânico autóctone e alóctone (contribuições oriundas dos tributários e das margens). Por tanto, os sedimentos de reservatórios geralmente apresentam maiores teores de matéria orgânica em relação aos rios. Isto foi constatado no presente trabalho, onde nos reservatórios foram encontrados teores entre 15 e 20% de matéria orgânica no sedimento, superiores aos obtidos nos rios.

O ribeirão do Lobo (Broa) e o tributário da UHE Ibitinga, rio Jacaré-Pepira, foram os locais que apresentaram menores porcentagens de matéria orgânica no sedimento, sendo estes locais considerados preservados e de boa qualidade de água, com baixos valores de condutividade, fósforo total e *E. coli*. Na região de entrada do rio Itaqueri no reservatório do Lobo (Broa) a alta porcentagem de matéria orgânica no sedimento pode ter sido influenciada pela poluição por esgoto doméstico vindo do córrego Água Branca e também pela presença de macrófitas aquáticas flutuantes (*Pistia*) em abundância. Porém, no rib do Lobo muitas macrófitas emersas foram encontradas e a porcentagem de matéria orgânica registrada foi baixíssima.

As concentrações de nitrogênio e fósforo totais no sedimento seguiram os mesmos padrões das porcentagens de matéria orgânica, com os menores valores

nos pontos mais preservados (ribeirão do Lobo-Broa e rio Jacaré-Pepira, tributário Ibitinga), onde foram registradas altas riquezas de táxons, principalmente de grupos sensíveis à poluição como Trichoptera e Ephemeroptera. As maiores concentrações também foram registradas na entrada do Itaqueri (Broa), onde há indícios de despejo de esgoto e presença de macrófitas aquáticas em abundância. Neste local foram registradas altas abundâncias de Hirudínea e Oligochaeta nos substratos artificiais.

Entre os trechos dos rios estudados, as maiores variações nas características dos sedimentos não foram observadas em termos granulométricos e sim no conteúdo de matéria orgânica. A porcentagem de matéria orgânica não passou de 5% na maioria dos pontos, com exceção do córrego Água Branca, onde foi registrado 15% de matéria orgânica no sedimento. Este local recebe esgoto da cidade de Itirapina, é raso e possui muita vegetação aquática, provavelmente influenciando o maior teor de matéria orgânica observado. De acordo com a classificação de Naumann apud Esteves (1988) o sedimento deste ponto pode ser considerado orgânico (mais de 10% de matéria orgânica), sendo as outras localidades classificadas como tendo sedimentos predominantemente minerais.

Nos rios, as concentrações de nitrogênio e fósforo totais no sedimento variaram com a época amostrada, sendo as maiores concentrações observadas também nos locais onde há despejo de esgoto (ribeirão do Ouro e córrego Água Branca). Nestes locais também foi observada predominância de Oligochaeta, Chironomidae e Hirudínea, ocorrendo em altas abundâncias.

Segundo Drake (1984), a densidade de organismos se relaciona positivamente com o aumento de biomassa em forma de detrito no substrato. As maiores abundâncias de macroinvertebrados bentônicos ocorreram nos locais onde foi constatada maior porcentagem de matéria orgânica no sedimento. Nestes locais os hirudíneos foram os mais abundantes, além dos oligoquetos e quironomídeos.

Hirudínea é típica de águas paradas e rios de fraca correnteza, geralmente aderidos aos substratos existentes (troncos, pedras, etc.) e possui tolerância a baixas concentrações de oxigênio, vivendo preferencialmente nas margens de corpos de água com altos teores de matéria orgânica (Roldán, 1992; Davies & Govedich, 1991).

Hirudíneos foram encontrados principalmente nas margens dos reservatórios estudados e preferencialmente nas amostras de substratos artificiais, tanto nos rios,

como nos reservatórios. Pamplim (2004), também observou a preferência de Hirudinea pelas regiões litorâneas do reservatório de Bariri.

Alguns táxons mostraram preferência de habitats, como nos caso dos Hirudíneos pelos substratos artificiais. O Ephemeroptera Polymitarcyidae e o Chironomidae *Coelotanypus* ocorreram principalmente nas regiões profundas dos reservatórios nas amostras de draga.

Maiores diversidades de grupos funcionais foram observados nos substratos artificiais, tanto nos rios como reservatórios, provavelmente como reflexo das maiores riquezas de macroinvertebrados bentônicos registrados nestes, porém, na maioria dos pontos houve a predominância de coletores catadores. Entre as regiões litorâneas e profundas dos reservatórios também foi observada uma tendência de maior diversidade de grupos funcionais na margem em relação à calha, considerando apenas os substratos naturais.

Nos substratos naturais da maioria dos pontos localizados em rios foi obtida baixa riqueza de táxons e conseqüentemente baixa variedade de grupos funcionais, com predominância de coletores catadores, por influência das maiores abundâncias de Chironomidae e Oligochaeta. Já nos reservatórios, os grupos dos raspadores (gastrópodes) e filtradores (bivalves), além dos coletores catadores, foram predominantes nos substratos naturais e artificiais.

Em relação aos períodos de amostragem houve uma grande perda de organismos no período chuvoso, tanto nos substratos artificiais quanto nos naturais, provavelmente por influência da “lavagem” dos substratos provocada pela chuva. Porém, no período chuvoso, nos substratos artificiais, foram registradas as maiores abundâncias de macroinvertebrados bentônicos em alguns poucos pontos (rio Bauru-Bar02 e barragem Ibitinga-Ibi05). A perda de organismos provocada pelas chuvas já tem sido reportada por diversos pesquisadores estudando sistemas lóticos (Crisci-Bispo, 2003; Fonseca-Gessner & Guerreschi, 2000; Guerreschi, 2004).

Segundo Hynes (1972), a sazonalidade do ciclo hidrológico exerce forte influência sobre a fauna bentônica, especialmente em sistemas lóticos, durante o período chuvoso, levando a uma drástica redução do número de organismos, uma vez que a velocidade de corrente da água e da vazão pode tornar os substratos muito instáveis para os macroinvertebrados.

Não foi observado um padrão sazonal definido na abundância e riqueza dos macroinvertebrados na bacia do Tietê-Jacaré, em alguns pontos a riqueza e

abundância foram maiores na época de estiagem e em outros, maior na época chuvosa, independentemente do tipo de substrato analisado, porém, na maioria dos pontos analisados, foram observadas maiores riquezas de táxons na seca.

6.2. Abundância e diversidade dos macroinvertebrados relacionadas com a qualidade da água dos sistemas lóticos e lênticos

As características físicas e químicas dos corpos de água são influenciadas principalmente pelo clima, geomorfologia e condições geoquímicas prevalentes na bacia de drenagem. O intemperismo das rochas é, geralmente, determinante das características químicas das águas e dos sedimentos, e estes variam com a geologia e com as entradas por outras vias, como precipitações pluviométricas e poluição. O balanço de materiais nos ecossistemas aquáticos é também resultado das atividades dos organismos, tais como excreção, respiração e bioperturbação (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

Além da influência dos organismos nas características físicas, químicas e biológicas do ambiente aquático, as características do ecossistema bem como a qualidade de água podem determinar a composição da biota aquática. Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (op. cit.), a sensibilidade de uma comunidade de organismos aquáticos, ou de populações de diferentes espécies, constitui-se em um indicador fundamental das condições ambientais. Os organismos e as comunidades podem responder a diferentes alterações em recursos ou a alterações em variáveis ambientais como condutividade, temperatura da água ou poluentes orgânicos e inorgânicos.

Dentre os principais efeitos ecológicos do despejo de efluentes orgânicos sobre os corpos de água estão a redução das concentrações de oxigênio, modificações do substrato e introdução de material nutritivo que favorece o crescimento acelerado de determinados organismos tolerantes que se tornam dominantes e diminuição da diversidade, com desaparecimento das espécies sensíveis (Hellawell, 1986).

Dos gases dissolvidos na água, o oxigênio e o dióxido de carbono são fundamentais por estarem inter-relacionados com os processos de produção e respiração dos organismos. Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), a

concentração de oxigênio dissolvido na água é um dos parâmetros mais importantes em limnologia. As concentrações de oxigênio nos ecossistemas aquáticos podem selecionar as comunidades bióticas, onde, nos locais contaminados e com baixas concentrações de oxigênio, sobrevivem àqueles organismos que possuem adaptações para reservar oxigênio ou possuem respiração aeropnêustica (Roldán, 1989).

A entrada de matéria orgânica no sistema oriunda de fontes naturais ou domésticas e industriais pode resultar em sérias diminuições do oxigênio dissolvido, através do consumo do oxigênio utilizado na oxidação deste material (medida pela demanda química de oxigênio – DQO), além de ser consumida por uma importante comunidade microbiana, medida pela demanda bioquímica de oxigênio, a DBO 5 dias (von Sperling, 1996). Segundo Margalef (1983) tal situação ainda é mantida por um bom trecho até que se inicie sua recuperação através dos processos biológicos e de reoxigenação pela turbulência da água.

Processos de autodepuração puderam ser observados entre dois trechos do rio Jacaré-Guaçu, um após confluência com o ribeirão do Ouro (JG03) que recebe uma grande carga de esgoto vindo da cidade de Araraquara, apresentou concentração de oxigênio por volta de 6mg/L nos dois períodos e DBO₅ de 9mg/L na seca e 4,5mg/L na chuva. O trecho mais adiante do Jacaré-Guaçu, próximo à Gavião Peixoto já apresentou maiores concentrações de oxigênio, por volta de 8mg/L, e menor DBO₅ (1,5mg/L), mostrando certa recuperação. A riqueza de táxons de macroinvertebrados bentônicos neste último trecho foi maior, bem como a abundância de organismos relativamente sensíveis à poluição, como o Trichoptera Hydropsychidae e os Ephemeropteras Leptophlebiidae e Polymitarcyidae. Já no trecho à montante, Chironomidae, Oligochaeta e Hirudínea foram os táxons dominantes, sendo considerados tolerantes à poluição orgânica.

Em geral, na maioria dos pontos considerados mais preservados, com boa qualidade de água avaliada pelas baixas concentrações de fósforo total, condutividade elétrica e *E. coli*, e presença de mata ciliar, as riquezas de táxons e grupos funcionais foram maiores, ocorrendo diversas famílias de Ephemeroptera e Trichoptera, com menor dominância de táxons. Já nos locais contaminados com poluição orgânica ou esgoto, foi observada menor riqueza de táxons e grupos funcionais, com dominância dos organismos tolerantes como Chironomidae, Oligochaeta e Hirudínea, ocorrendo em altíssimas abundâncias. No entanto, isto foi

mais evidente no período de estiagem. No período chuvoso os resultados variaram mais, embora seguissem as mesmas tendências.

Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), entre os princípios básicos metodológicos para um uso eficiente dos bioindicadores é utilizar um local de referência, não impactado, que possibilite uma comparação contínua com o ecossistema impactado. No presente trabalho a bacia hidrográfica do rio Jacaré-Pepira foi utilizada como referência de ambiente mais preservado.

A bacia do rio Jacaré-Pepira pode ser considerada mais preservada ou menos impactada pela maior porcentagem de mata nativa e ripária ainda existente, apesar da grande área ocupada por agronegócio (cana, laranja, pastagem e reflorestamento com *Pinus* e Eucalipto). A área total da bacia é grande (2.621Km²), porém engloba apenas cinco municípios, com população total de 47.053 habitantes, dos quais três possuem tratamento de esgoto. As análises de água indicaram boa qualidade nos trechos estudados deste rio (região superior, média e baixa já no reservatório de Ibitinga, JP01, JP02 e Ibi02, respectivamente), com baixas concentrações de fósforo total, condutividade e *E. coli*. No trecho médio do Jacaré-Pepira (JP02) também foram encontradas as maiores riquezas de táxons de macroinvertebrados bentônicos incluindo organismos sensíveis à poluição como Ephemeroptera e Trichoptera.

No trecho superior do Jacaré-Pepira (JP01) era esperada uma maior riqueza de táxons, porém a riqueza e abundância foram muito baixas. Isto pode ter sido influenciado pelo local da coleta, bem próximo à ponte da rodovia, sendo um trecho sem margem desenvolvida, de fortíssima correnteza, além de alguns substratos artificiais terem sido depredados.

Com exceção deste trecho inicial do Jacaré-Pepira, foi verificado na maioria das localidades amostradas que a comunidade macrobentônica refletiu as condições ambientais, apesar das deficiências metodológicas e problemas amostrais. Não só a riqueza de espécies foi maior nos locais mais preservados, como o ribeirão do Lobo e Jacaré-Pepira, mas a dominância entre as táxons foi menor nestes locais, além da presença de grupos mais sensíveis à poluição como Ephemeroptera e Trichoptera.

Porém, em alguns locais onde a qualidade da água não foi muito boa também foram registradas riquezas relativamente altas, no entanto com ocorrência de táxons mais ou menos tolerantes à poluição como os Coleoptera Gyrinidae e Hydrophilidae

e moluscos gastrópodes, além de Chironomidae, Oligochaeta e Hirudínea, como foi o caso do ribeirão do Ouro à jusante da ETE de Araraquara. Inclusive, com relação a este ponto foi detectada uma melhora da qualidade de água entre os dois períodos amostrados (seca e chuva).

Na seca (junho de 2005), a estação de tratamento de esgoto localizada à montante do ponto de amostragem, parecia não estar em operação. No momento da coleta o mau cheiro era forte e muitos detritos foram observados no rio, que também apresentava um sedimento bem escuro e oleoso. Apenas Oligochaeta foi encontrado nesta primeira coleta, 235 indivíduos nas amostras de core, evidenciando a degradação do ambiente, embora os substratos artificiais tenham sido perdidos. Na época chuvosa a maior riqueza de táxons foi obtida neste local, mesmo desconsiderando-se as amostras de substratos artificiais. Durante a coleta não havia um forte mau cheiro nem tantos detritos na água, a ETE estava em funcionamento e a qualidade de água foi comprovadamente melhor (menor condutividade e DBO_5 e maior oxigênio dissolvido, embora com concentrações de *E. coli* maiores).

Outros fatores parecem ter sido fundamentais para incremento na riqueza de táxons além da melhor qualidade de água, tais como a presença de vegetação ciliar e macrófitas aquáticas. A mata ciliar, além de servir como principal fonte alóctone de matéria orgânica em forma de detritos (troncos, galhos, folhas e frutos) para os macroinvertebrados bentônicos e peixes, propicia um ambiente mais heterogêneo e portanto com maiores biomassa e diversidade (Margalef, 1983; Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2008).

No rio Chibarro, região próxima à nascente, a qualidade de água foi relativamente boa, com baixa condutividade e concentração de fósforo e coliformes fecais abaixo do Conama para Classe I. Neste ponto praticamente inexistente mata ciliar e poucas macrófitas aquáticas foram encontradas. O entorno é extensamente ocupado por plantações de cana e laranja. O sedimento foi caracterizado como mineral, arenoso, claro, com baixíssimo teor de matéria orgânica. Poucos táxons foram registrados, apesar de alguns trichópteros, efemerópteros e odonatas ocorrerem.

Já nos dois trechos do rio Jacaré-Guaçu (JG03 e JG05), a riqueza de táxons foi alta apesar da qualidade da água não ser muito boa, com altas concentrações de

E. coli e fósforo total. A presença de uma estreita faixa de mata ciliar nestes locais pode ter contribuído para as maiores riquezas de táxons observadas.

Cummins et al. (1989), apontam a mata ripária como fator determinante do incremento de insetos fragmentadores. Nos dois pontos da bacia Tietê-Jacaré onde há maior faixa de mata ciliar (JG05 e JP02), houve maior número de fragmentadores corroborando com os autores citados.

As populações de fragmentadores costumam declinar quando ocorrem impactos por retirada da vegetação ciliar e contaminação orgânica, sendo utilizadas como indicadoras em programas de monitoramento (Plafkin et al, 1989). Mudanças nas condições do ecossistema e conseqüentes impactos nos recursos nutricionais podem ser medidos através da proporção relativa entre os grupos funcionais (FFG) e importantes atributos do ecossistema podem ser avaliados usando estas razões (Merritt & Cummins, 1984; Cummins et al., 2005).

Na análise dos grupos funcionais, foi observada maior dominância dos coletores catadores na maioria dos pontos amostrados nos rios da UGRHi Tietê-Jacaré, como reflexo da maior frequência e abundância dos grupos Chironomidae e Oligochaeta. Estes organismos se alimentam de detritos vegetais de pequeno tamanho podendo competir entre si, porém, pelo princípio de Gause, deve existir alguma segregação alimentar que permita sua co-ocorrência (Odum, 1988).

Nos reservatórios, por influência da grande incidência de moluscos, em muitos pontos, raspadores (gastrópodes) e filtradores (bivalves) foram os grupos funcionais predominantes, embora quironomídeos e oligoquetos (coletores catadores) tenham ocorrido em abundância.

De maneira geral, foi observada uma tendência a maior diversidade de grupos funcionais nos locais mais preservados, ao passo que nos locais poluídos houve maior dominância de poucos grupos funcionais, principalmente catadores e predadores (Hirudínea). Evidentemente, isso foi reflexo da maior riqueza de táxons nos pontos mais preservados.

Mesmo pertencentes a uma única família, as diferentes espécies possuem formas de alimentação diferenciada. Na família Chironomidae, por exemplo, existem espécies predadoras, catadoras e outras filtradoras. Na análise dos grupos funcionais em nível de família generaliza-se uma forma predominante de alimentação entre as espécies de uma família, detritívoro (coletor catador) no caso

dos quironomídeos (Merritt & Cummins, 1984). Assim este método de avaliação funcional com base no nível de família pode levar à interpretações errôneas.

As análises dos gêneros da família Chironomidae permitiram uma diferenciação entre os grupos funcionais dos gêneros encontrados na bacia Tietê-Jacaré. Segundo Merritt & Cummins (op. cit.), Orthocladiinae é considerado fragmentador, Chironomini é coletor catador, Tanytarsini filtrador e Tanypodinae é predador.

Organismos pertencentes aos grupos Tanytarsini e Tanypodinae foram mais abundantes nos locais mais preservados e com melhor qualidade de água. Não foi observada tendência de dominância da tribo Chironomini (coletor catador) nos locais mais impactados, pois esta tribo foi abundante em diversos pontos, independentemente da qualidade de água. Já o gênero *Chironomus* (especialmente do grupo *decorus*), pertencente à Chironomini, ocorreu em maior abundância nos locais com poluição por esgoto doméstico, ao passo que os gêneros de Tanytarsini, *Rheotanytarsus* e *Tanytarsus*, só ocorreram nos locais mais preservados.

Os organismos da classe Oligochaeta foram mais abundantes nos locais mais eutrofizados ou poluídos. Na UHE Bariri que foi considerada a represa mais impactada, houve maiores abundâncias de oligoquetos em relação aos outros reservatórios estudados. O rio Bauru, tributário da UHE Bariri, apresentou as mais altas abundâncias de oligoqueta e hirudínea em relação aos outros reservatórios estudados. Nos rios, os trechos que são impactados por esgoto também foram dominados por Oligochaeta e Hirudínea.

Maiores densidades de Oligochaeta em ambientes eutrofizados têm sido observadas por diversos pesquisadores (Wiederholm, 1980; Hellowell, 1986; Roldán, 2003; entre outros). Pamplim (1999 e 2004), estudando os reservatórios de Americana e Bariri, consideradas hipereutróficos, registrou maiores abundâncias de Oligochaeta em relação aos outros macroinvertebrados coletados. Nos reservatórios do baixo e médio Tietê, Rodrigues (2003) observou diminuição na abundância relativa de oligochaeta de acordo com a diminuição do grau de poluição. Strixino (1973) e Corbi (2001), analisando a fauna bentônica de represas oligotróficas observaram que Oligochaeta representava menos que 20% do bentos total.

Apesar dos organismos da classe Oligochaeta não terem sido todos identificados em nível específico, duas espécies da família Tubificidae puderam ser identificadas, *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Branchiura sowerbyi*, ocorrendo

principalmente nas amostras obtidas com draga nos reservatórios de Bariri e Ibitinga. Ambas as espécies são cosmopolitas (Brinkhurst, 1980; Brinkhurst & Marchese, 1991), habitando ambientes com características variando de oligotróficas a eutróficas. Estas mesmas espécies foram registradas por Pamplim (2004) no reservatório de Bariri, sendo que elas representaram a maioria dos oligoquetos registrados em seu trabalho.

No presente trabalho o reservatório de Bariri foi considerado o mais eutrofizado em relação aos outros reservatórios estudados. Considerando a região da barragem dos reservatórios, o Broa foi considerado oligotrófico, Bariri foi hipereutrófico e Ibitinga eutrófico. Os reservatórios de Bariri e Ibitinga fazem parte de uma série de reservatórios em cascata do rio Tietê, sendo que o primeiro localiza-se à montante do segundo. A UHE Bariri está à jusante da UHE Barra Bonita, que recebe grande carga de esgoto das cidades da região de Piracicaba e São Paulo, sendo muito eutrofizada. Além de receber esta carga poluente oriunda de Barra Bonita via Tietê, o reservatório de Bariri recebe grande carga de esgoto doméstico e industrial sem tratamento da cidade de Bauru, via tributário (rio Bauru), como constatado nos resultados onde foram registradas concentrações de 100 a 500µg/L de fósforo total, bem acima do indicado pelo Conama para Classe I (20µg/L).

Os reservatórios atuam como armadilhas para o fósforo. Esse elemento, quer como partícula abiótica, quer como absorvido pelo fitoplâncton, eventualmente se acumula no sedimento. Assim sendo, as quantidades de fósforo que saem do reservatório são muito menores que aquelas que entram (Straškraba & Tundisi, 2008).

O rio Tietê chega à UHE Ibitinga ainda hipereutrófico, porém na região da barragem a tendência é de menores trofias, embora classificado como eutrófico na época seca e hipereutrófico na chuva. Nesta época a região média da UHE Ibitinga contribuiu fortemente para o incremento de fósforo e nitrogênio total, apresentando concentrações da ordem de 253µg/L e 3,1mg/L, respectivamente. O tributário Jacaré-Guaçu pode estar contribuindo para o incremento de nitrogênio e fósforo na região da barragem de Ibitinga, pois apesar das razoáveis concentrações registradas a vazão do rio é alta, transformando estas concentrações em cargas consideráveis. Apesar disso, a ocorrência de Oligochaeta foi menor no reservatório de Ibitinga, e este apresentou maiores riquezas de táxons, especialmente de Ephemeroptera e Trichoptera.

O reservatório do Broa foi utilizado como referência de represa mais preservada, estando localizada na APA de Corumbataí, área em que ainda existe certa preservação do cerrado e da mata ciliar, apesar do tributário Itaqueri trazer esgoto da cidade de Itirapina para dentro do reservatório. Na desembocadura do Itaqueri foi registrada alta abundância de Oligochaeta e Hirudinea, no entanto nos outros locais amostrados da represa do Lobo a proporção dos oligoquetos em relação aos outros organismos coletados foi baixa.

Nos reservatórios as menores concentrações de fósforo foram obtidas na represa do Broa e no tributário UHE Ibitinga, rio Jacaré-Pepira, estando dentro do limite estabelecido pelo Conama para Classe I (abaixo de 20 µg/L) e considerados oligotróficos. O ribeirão do Lobo, principal formador da represa do Broa, está livre de contaminação, sendo considerado de boa qualidade, comprovada pelo baixo valor de fósforo total obtido na época de estiagem (28µg/L). No período chuvoso a concentração de fósforo total foi maior, provavelmente por interferência de ressuspensão do sedimento causada pela chuva que caía no momento da coleta, sendo considerado eutrófico neste período. Mesmo assim uma riqueza considerável de táxons de macroinvertebrados bentônicos foi registrada nos dois períodos incluindo famílias sensíveis à poluição como Odontoceridae, Hydroptilidae, Polycentropodidae, Caenidae e Leptophlebiidae.

Na região da barragem do Broa as concentrações de fósforo foram ainda menores no período de estiagem (13µg/L) e classificado como oligotrófico, porém nesta região a riqueza e abundância de táxons foi baixa, talvez pela pobreza de habitats promovida por um região de margem pouco desenvolvida (mais homogênea). Os valores de fósforo total na água foram mais baixos nos tributários da UHE Ibitinga, variando entre 15µg/L e 23µg/L no tributário Jacaré-Pepira (mesotrófico), e entre 33 e 46µg/L no Jacaré-Guaçu (eutrófico). Nestes mesmos pontos maiores riquezas de táxons também foram observadas especialmente no período de estiagem, além da ocorrência de Trichoptera e Ephemeroptera.

Nos rios, os valores de fósforo estiveram abaixo do limite estabelecido pelo Conama para águas Classe I (100µg/L). Apenas no córrego Água Branca as concentrações de fósforo total na água ultrapassaram 200µg/L. Altas concentrações de fósforo também foram registradas no ribeirão do Ouro e em dois trechos do Jacaré-Guaçu (à jusante Araraquara e próximo à Gavião Peixoto, respectivamente). Nos trechos de rios considerado mais preservados, as concentrações de fósforo

foram baixas (entre 10 e 30µg/L). O rio Jacaré-Pepira foi classificado como oligotrófico no trecho à montante e mesotrófico no trecho próximo à Dourado, onde apresentou maior diversidade de organismos bentônicos. Os locais impactados por esgoto foram classificados como eutróficos e hipereutróficos (ribeirão do Ouro, Jacaré-Guaçu nos dois trechos e córrego Água Branca. Nestes mesmos locais os valores de condutividade elétrica da água e *E. coli* foram relativamente altos, assim como a abundância de Hirudínea, Oligochaeta e Chironomidae.

Os resultados do IQA não foram muito satisfatórios, pois os reservatórios de Bariri e Ibitinga foram classificados como tendo ótima qualidade de água, porém foram classificados como eutróficos a hipereutróficos segundo o índice de estado trófico de Carlson (IET), com ocorrências de florações de cianofíceas e altas condutividades. O reservatório do Broa, sistema reconhecidamente oligo-mesotrófico, com baixíssimas condutividades foi classificado igualmente como Bariri e Ibitinga, com ótima qualidade de água.

Embora o IQA tenha elevado a qualidade da água em alguns pontos ligeiramente poluídos, aqueles mais impactados por esgoto apresentaram os menores valores de IQA como no caso do rio Bauru, ribeirão do Ouro e córrego Água Branca. Porém, o IQA aplicado nos rios amostrados demonstrou boa qualidade de água em todos os trechos, sem diferenciar em termos de classificação de qualidade de água os pontos mais impactados dos mais preservados, o que foi possível utilizando-se dos resultados de fósforo total, condutividade, oxigênio dissolvido e concentração de *E. coli* na água, além dos macroinvertebrados bentônicos.

Entre os parâmetros utilizados no cálculo do IQA estão a saturação de oxigênio e DBO₅, que nem sempre refletem a contaminação orgânica podendo levar a resultados errôneos. A entrada natural de matéria orgânica (restos de árvores e outros vegetais ou animais), principalmente nos trechos rodeados por vegetação ripária, provoca aumento da DBO₅ sem que haja poluição. Maiores valores de DBO implicam em menores valores de IQA, da mesma forma que maiores saturações de oxigênio elevam os valores de IQA.

Valores de saturação acima de 100% foram medidos nos reservatório de Bariri e Ibitinga, onde durante as duas campanhas de coleta foram observados *blooms* de algas. Segundo Tundisi & Matsumura-Tundisi (2008), a supersaturação do oxigênio dissolvido é comum em lagos eutróficos com altas concentrações de

clorofila e fitoplâncton. Outra situação observada foram os altos valores de pH (por volta de 10) registrados nestes reservatórios, como resultado do processo fotossintético que consome rapidamente o CO_2 e HCO_3^- , elevando os valores de pH.

6.3. Aplicação dos índices bióticos de qualidade de água em sistemas lóticos e lênticos

Com relação à aplicação dos índices bióticos de qualidade de água, nenhum dos cinco índices continha todas as famílias registradas na bacia Tietê-Jacaré, de forma que em todas as aplicações foram acrescentadas as pontuações baseadas em Roldán, 2003 e IAP, 2008 (BMWP adaptado à Colômbia e BMWP adaptado ao Paraná, respectivamente), os quais foram os mais completos incluindo famílias tropicais.

Os valores obtidos com a aplicação das diversas adaptações do BMWP foram bem próximos entre si. O índice biótico belga (IBB) foi o que mais se diferenciou, porém as classificações de qualidade de água foram próximas das obtidas com o BMWP, sendo ligeiramente maiores.

A vantagem do uso do IBB está na forma de cálculo das pontuações para classificação da qualidade de água, onde não é necessária a utilização de todos os táxons na somatória, condição esta fundamental na aplicação do BMWP.

A adaptação do CETEC (Junqueira & Campos, 1998) para o BMWP deu resultados muito próximos às outras, porém muitas famílias tiveram que ser acrescentadas no cálculo com base nas pontuações de Roldán (2003) e IAP (2008), pois poucas famílias listadas nesta adaptação foram registradas na bacia Tietê-Jacaré, por outro lado, muitas famílias registradas no presente trabalho não constam na lista do Junqueira & Campos (1998).

Portanto, para confecção do mapa de qualidade de água segundo a comunidade de macroinvertebrados bentônicos foram escolhidos o BMWP adaptado à Colômbia (Roldán, 2003) e o IBB (de Pauw & Vanhoren, 1983) para representar os resultados nos pontos amostrados da bacia Tietê-Jacaré.

Foi constatada menor qualidade de água na época chuvosa em relação à seca na maioria dos pontos estudados. Provavelmente isto ocorreu por interferência da chuva na lavagem dos substratos e portanto, menores riquezas de táxons foram

registradas neste período, influenciando negativamente na somatória das pontuações para classificação da qualidade da água. Outro fator que pode ter interferido na análise foi a perda de diversos substratos artificiais na época chuvosa, diminuindo também o número de táxons coletados neste período.

Embora alguns autores destaquem a eficiência de aplicação do BMWP em qualquer época do ano (Armitage et al., 1983), no presente trabalho, a época chuvosa interferiu significativamente nos resultados e a causa não foi o declínio da qualidade de água como já exposto anteriormente.

Em geral, na maioria dos pontos, as qualidades de água obtidas com os índices bióticos foram coerentes com a qualidade de água obtida através das análises físicas e químicas da água no período de estiagem. Os extremos foram melhor representados, ou seja, os ambientes mais preservados foram classificados como tendo boa ou ótima qualidade de água, e os mais impactados tiveram qualidade de água ruim ou péssima. Os intermediários não foram muito bem representados muitas vezes igualando locais com diferentes níveis de impacto.

A riqueza e abundância de grupos sensíveis à poluição podem ser utilizadas como indicadores da qualidade da água (Roldán, 2003). Uma métrica bastante utilizada no biomonitoramento (Plafkin et al, 1989; Resh & Jackson, 2001; Queiroz et al., 2008) é a riqueza e abundância relativa de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera). Estes organismos tendem a diminuir suas populações com o aumento da poluição.

Na bacia Tietê-Jacaré, o uso destas métricas deu resultados satisfatórios, a riqueza e abundância de Ephemeroptera e Trichoptera foram maiores nos locais mais preservados em com melhor qualidade de água e praticamente nem ocorreram nos locais mais impactados. Pelo fato de não termos registrado Plecoptera, esta ordem não foi utilizada na análise.

A proporção de organismos resistentes à poluição também tem sido utilizada como métrica no biomonitoramento da qualidade de água (Plafkin et al, 1989; Resh & Jackson, 2001; Queiroz et al., 2008). Dentre as diversas métricas existentes, a razão Oligochaeta/Chironomidae proposta por Wiederholm (1980) foi aplicada por Pamplim (2004) na represa de Bariri tendo bons resultados.

No presente trabalho, a aplicação desta métrica não deu resultado satisfatório. Em locais considerados preservados observou-se números próximos a um, ou seja, quanto mais próximo de um (1), maior a poluição orgânica. Ao passo

que em locais poluídos com matéria orgânica em abundância, como o córrego Água Branca, a razão foi baixa (menos de 0,4). Talvez a amostragem de Oligochaeta não tenha sido suficiente para aplicar esta métrica.

De maneira geral, pode-se dizer que a comunidade de macroinvertebrados bentônicos refletiu bem a qualidade de água e da bacia hidrográfica os índices bióticos utilizados (BMWP e IBB) apresentaram resultados satisfatórios.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener foi aplicado para o nível de família e para o nível de gênero apenas utilizando a família Chironomidae com intuito de fazer comparações. Nos rios, o índice de diversidade para o nível de família, refletiu melhor as condições do ambiente do que nos reservatórios, embora nestes últimos, os menores valores de diversidade foram obtidos nos locais mais impactados. Em relação aos índices calculados para os gêneros de Chironomidae nos reservatórios, não seguiram as mesmas tendências observadas para o nível de família, em alguns pontos não foram registrados quironomídeos, interferindo assim na análise. Nos rios, as tendências dos índices de diversidade calculados com as diversas famílias de macroinvertebrados bentônicos e só utilizando os quironomídeos identificados em nível de gênero, foram mais próximas entre si.

6.4. Distribuição de espécies invasoras

Além da utilização de diversas métricas para avaliação da qualidade de um corpo de água, uma informação importante é a presença de espécies exóticas ou invasoras. Na bacia Tietê-Jacaré, levantamentos anteriores de Pamplim (2004) e Suriani et al. (2007) nos reservatórios do médio Tietê, já haviam registrado ocorrência de duas espécies exóticas de moluscos invasores, *Melanoides tuberculata* e *Corbicula fluminea*, em abundâncias bem maiores às observadas para as espécies nativas como *Aylacostoma tenuilabris* e *Biomphalaria glabrata*, indicando o potencial altamente invasor destas espécies.

No presente trabalho, foi feito o primeiro registro do bivalve *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) no rio Tietê, nos reservatórios de Ibitinga e Bariri, ocorrendo em altas densidades, inclusive no tributário Jacaré-Pepira, que faz parte de uma bacia preservada. Esta espécie é originária da Ásia e adentrou o continente sulamericano através da bacia do Prata na Argentina em 1991 (Pastorino et al.,

1993), introduzido através da água de lastro de navios oriundos da China (Darrigran & Pastorino (1995). A parti daí dispersou-se nas bacias do Paraná e Uruguai (Mansur et al., 2004) e agora Tietê (via rio Paraná).

O mexilhão dourado tem alto poder invasor por suas características reprodutivas e oportunistas, atingindo rápida maturidade sexual e altas taxas reprodutivas, além da capacidade de colonizar diversos ambientes (Darrigran, 2002; Penchaszadeh, 2005). Desta forma, têm sido relatados diversos impactos causados pelo crescimento acelerado destes organismos nos ecossistemas aquáticos e em sistemas construídos pelo homem. Entre os impactos causados em construções está o entupimento de tubulações e turbinas, gerando altos gastos com a desobstrução destes, além do uso de produtos químicos para eliminá-los, prejudicando assim toda a fauna.

Nos ecossistemas naturais, o mexilhão dourado compete com as espécies locais levando até o desaparecimento destas e a substituição da composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos (Darrigran, 2002). Segundo Darrigran et al. (2000), a *L. fortunei* pode se fixar sobre outros organismos como outros bivalves, impedindo seu desenvolvimento. Portanto, mudanças nas cadeias alimentares também podem ser observadas depois da introdução do mexilhão dourado nos ecossistemas aquáticos (Darrigran & Damborenea, 2005).

Nos reservatórios de Bariri e principalmente Ibitinga, foram registradas altas densidades de mexilhão dourado nos substratos artificiais colonizados nas margens, porém não foi observado o assentamento sobre outros organismos. Apesar da abundância de *L. fortunei*, diversos moluscos nativos foram encontrados em altas densidades como *Physa cubensis* e *Biomphalaria*, embora *Aylacostoma tenuilabris* tenha ocorrido em baixa freqüência e densidade.

7. CONCLUSÃO

Entre as variáveis físicas e químicas da água, a condutividade elétrica, o oxigênio dissolvido, a concentração de fósforo total e os coliformes fecais foram as que melhor refletiram a qualidade da água e caracterizaram o impacto por esgoto doméstico nos locais estudados. Estas variáveis foram escolhidas como principais parâmetros para comparações com a comunidade bentônica.

As variáveis do sedimento também refletiram bem as condições da qualidade da água, sendo que nos locais de maior concentração de fósforo na água, também tiveram altas concentrações deste elemento no sedimento. Os pontos que recebem esgoto foram os que apresentaram maiores porcentagens de matéria orgânica e concentração de fósforo no sedimento e onde foram registradas maiores abundâncias de macroinvertebrados bentônicos (Oligochaeta, Hirudínea e Chironomidae).

A amostragem com substrato artificial mostrou-se bem eficiente em rios e reservatórios, mais do que a draga, na coleta dos macroinvertebrados bentônicos, apesar do risco de depredação e perda dos cestos.

A coleta dos macroinvertebrados bentônicos foi prejudicada na época chuvosa pela ocorrência de deriva dos organismos e perda dos substratos artificiais, não sendo recomendado, portanto, amostragens neste período. Esta “perda” de organismos ocasionou baixos valores de riqueza e baixa pontuação nos índices bióticos.

A metodologia de coleta dos macroinvertebrados bentônicos influenciou fortemente na aplicação dos índices bióticos. Se tivéssemos utilizado somente as amostras de draga para cálculo do BMWP e IBB, os valores teriam sido baixíssimos,

atribuindo qualidades de água ruins a praticamente todos locais estudados. A utilização dos substratos artificiais refletiu melhor a qualidade de água obtida através dos índices bióticos, por propiciar maior diversidade de grupos colonizadores.

Em geral, a composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos refletiu bem a qualidade de água na bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré, especialmente na riqueza de táxons e presença de táxons sensíveis ou tolerantes à poluição.

Nos locais mais preservados foram observadas maiores riquezas de espécies, inclusive sensíveis à poluição, com baixa dominância e abundância. Já nos locais que recebem esgoto, foram observadas menores riquezas de táxons, dominância de poucos táxons tolerantes à poluição ocorrendo em altas abundâncias.

O nível de família foi satisfatório na avaliação de bioindicação da comunidade macrobentônica, embora o nível de gênero ou espécie forneça informação mais detalhada a respeito da tolerância ambiental dos organismos.

A identificação dos gêneros de Chironomidae permitiu a distinção de gêneros pertencentes a mesma sub-família, e que tem tolerâncias completamente opostas às variáveis ambientais, sendo dois mais abundantes nos locais mais preservados (*Tanytarsus* e *Rheotanytarsus*) e o outro (*Chironomus*) dominante onde há poluição orgânica.

A análise dos grupos funcionais mostrou maior valor indicativo quando utilizados em termos de riqueza de grupos funcionais, maiores em ambientes mais preservados e com menor dominância entre eles. Já nos ambientes mais poluídos observou-se menor riqueza de grupos funcionais e maior dominância dos catadores. Foi constatada maior incidência de fragmentadores nos locais mais preservados.

A utilização dos índices bióticos como o BMWP e o IBB foi satisfatória tanto nos rios como nos tributários dos reservatórios integrantes da bacia hidrográfica do Tietê-Jacaré, embora no período chuvoso os resultados fossem variáveis, sendo recomendado não aplicar estes índices em amostras coletadas durante períodos de chuvas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AES – Tietê. Disponível em: <<http://www.aestiete.com.br/Tietê>>. Acesso em 2004.

ALBA-TERCEDOR, J.; SANCHEZ-ORTEGA, A. Un método rápido y simples para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell (1978). *Limnetica*, v. 4, p. 51-56, 1988.

ALBA-TERCEDOR, J.. Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas delos rios. *IV SIAGA, Almeria*, v. II, p.203-213, 1996.

ALLAN, J. D. *Stream ecology: structure and function of running waters*. London: Chapman & Hall, 1995. 388 p.

ANAYA, M. *A influência da movimentação do zoobentos lóticos em um experimento de colonização de substratos arenosos*. 2003. 79p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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

ARMITAGE, P.D.; MOSS, D.; WRIGHT, J.F.; FURSE, M.T. The Performance of a New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running-Water Sites. *Water Research*, v. 17, n. 3, p.333-347, March, 1983.

AROCENA, R. Sedimento In: Arocena R.; Conde D. (Ed.) *Métodos en ecología de aguas continentales*. DI.R.A.C. Facultad de Ciencias. Uruguay. 1999, 233p.

BARBOUR, M.T.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B.D.; STRIBLING, J.B. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C, 1999.

BARTSCH, L.A.; RICHARDSON, W.B.; NAIMO, T.J. Sampling Benthic macroinvertebrates in a Large Flood-Plain River: Considerations of Study Design, Sample Size, and Cost. *Environ. Monit. Assess.*, Dordrecht, v.52, n.3, p.425-439, 1998.

BRANDIMARTE, A.L.; SHIMIZU, G.Y.; ANAYA, M.; KUHLMANN, M.L. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: BICUDO, C.E.M.; BICUDO, D.C. (orgs) *Amostragem em limnologia*. São Carlos: Rima, 2004, p.213-230.

BRINKHURST, R.O.; MARCHESE, M.R. Guía para la identificación do oligoquetos acuáticos continentales de sud y centroamérica. Argentina: Asociación de Ciencias Naturales del litoral, 1989, 207p.

BRINKHURST, R. O. et al. Aquatic oligochaeta of the world. Toronto: University of Toronto Press, 1971. 860 p.

BRINKHURST, R.O. Factors mediating interspecific aggregation of tubificid oligochaetes. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*. v.31, p. 460-462, 1974.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P.; NESSIMIAN, J. L.; DORVILLÉ, L. F. M. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in southeast Brazil. *Hydrobiologia*, v. 481, p.125-136, 2002.

BUSS, D.F.; BAPTISTA, D.F.; NESSIMIAN, J.L. Bases Conceituais para aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.

CAIRNS, J.JR.; PRATT, J.R. A History of Biological Monitoring Using Benthic Invertebrate In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Invertebrates*. Kluwer Academic Publishers, 2001, p. 10-27.

CALLISTO, M.; GOULART, M.; BARBOSA, F.A.R.; ROCHA, O. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates along a reservoir cascade in the lower São Francisco river (northeastern Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 65, n. 2, p.229-240, 2005.

CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R.; MORENO, P. The influence of eucalyptus plantations on the macrofauna associated with *Salvinia auriculata* in southeast Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 62, n. 1, p. 63-68, 2002.

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

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

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: fevereiro de 2008.

CORBI, J.J. *Distribuição espacial e batimétrica dos macroinvertebrados bentônicos da Represa do Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense - SP)*. 2001. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

CORBI, J.J. *Influência de práticas de manejo de solo sobre os macroinvertebrados aquáticos de córregos: ênfase para o cultivo de cana-de-açúcar em áreas adjacentes*. 2006. 92 p. Tese (Doutorado em Ciências com ênfase em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

CORREIA, L.C.S. *Comparação entre as assembléias de macroinvertebrados associados a substratos naturais e artificiais na Represa do Monjolinho (São Carlos-SP)*. 1999. 78 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

COSTA, C.; VANIN, S.A.; CASARI-CHEN, S.A. *Larvas de Coleoptera do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo: Fapesp, 1988, 281p.

COSTA, V.; SOUZA, L.O.I., LOURENÇO, A.N.; OLDRINI, B.B. *Chave para famílias de larvas de Odonata citadas para o Brasil: comentários e registros bibliográficos*. Convênio UFRJ/MN/UFMS, 2005, 33p. (documento enviado pelo autor)

CRISCI-BISPO, V.L. *Ecologia de imaturos de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) associados ao substrato rochoso e ao folhiço e dinâmica de colonização de macroinvertebrados em riachos do Parque Estadual Intervales*. 2003 103p. Tese (Doutorado em Ciências área de Biologia Comparada) – Faculdade de Ciências e Letras de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

CUMMINS, K.W. Shredders and riparian vegetation. *BioScience*, v. 39. n.1, p. 24-30, 1989.

CUMMINS, K.W.; MERRITT, R.W.; ANDRADE, P.C.N. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers

in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, v. 40, n.1, p.69-89, 2005.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004/2007 resumo. Disponível em: http://www.daee.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arg=/acervoepesquisa/perh/perh2204_2207/perh20042007.htm
Acesso em: 2008.

DARRIGRAN, G.; DAMBORENEA, MC. El mejillón dorado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en la Cuenca del Plata. In: Penchaszadeh, P.E. (coord.), *Invasores: Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña.*, Buenos Aires: Eudeba, p. 39-102, 2005.

DARRIGRAN, G.; PASTORINO, G. The recent introduction of a freshwater asiatic bivalve, *Limnoperna fortunei* (Mytilidae) into South America. *The Veliger*, v. 38, n. 2, p.171-175, 1995.

DARRIGRAN, G., PENCHASZADEH, P.; DAMBORENEA, M. C. *An invasion tale: Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae) in the Neotropics. In: Claudi, R. (ed.) *Proceedings 10th International Aquatic Nuisance Species and Zebra-Mussels Conference*. Toronto. Canada, 2000.

DARRIGRAN, G. Potencial impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions*, v. 4, p. 145-156, 2002.

DAVIES, R.W; GOVEDICH, F.R. Annelida. Euhirudinea and Acanthobdellidae In: THORP, J.H.; COVICH, A.P. (Eds.) *Ecology and classification of North American freshwater invertebrates*. San Diego: Academic, 1991, p. 465-504.

DE PAUW, N.; VANHOREN, G. Method for biological assessment of watercourse in Belgium. *Hydrobiologia*. v. 100, p.153-168, 1983.

DRAKE, J.A. Species aggregation: the influence of detritus in a benthic invertebrate community. *Hydrobiologia*. v. 112, p.109-115, 1984.

ECHEVERRI, J.E.H.; FRANCO, M.A.; ROLDÁN, G.; ARANGO, L.F.A. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales con *Eichornia crassipes* em industrias imusa S.A. y evaluación de la calidad del agua mediante los bioindicadores In: Tundisi et al. (Eds.) *Eutrofização na América do Sul: causas, conseqüências e tecnologias para gerenciamento e controle*. Instituto Internacional de Ecologia (IIE), São Carlos, SP, p. 255-271, 2006.

EPLER, J.H. Identification Manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. A guide to the taxonomy of the midges of the southeastern United

States, including Florida. 2001, 526p. Disponível em: http://www.esb.enriostate.nc.us/BAUwww/Chiron_manual/intro.pdf Acesso em: 2005.

ESTEVEES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência: Finep, 1988, 575p.

FONSECA-GESSNER, A.A.; GUERRESCHI, R.M. Macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade de água de três córregos na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP, Brasil In: SANTOS, J.E. dos; PIRES, J.S.R. (Eds.) *Estudos integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí*. São Carlos: Ed. Rima, 2000. p.707-731, v.2.

FROEHLICH, C.G. (org.). 2007. In: Guia *on-line*: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>

FULLER, A.; COWELL, B.C. Seasonal variation in benthic invertebrate recolonization of small-scale disturbances in a subtropical Florida lake. *Hydrobiologia*, Dordrecht, v. 124, p. 211-221, 1985.

GUERRESCHI, R. M. *Macroinvertebrados bentônicos em córregos da Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP*: subsídios para monitoramento ambiental. 2004. 82 p. Tese (Doutorado em Ciências com ênfase em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

GUERRESCHI AGUIRRE, R. M. *Monitoramento biológico de Três Córregos na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antonio, SP (Brasil)*. 1999. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

HAUER, F.R.; RESH, V.H. Benthic Macroinvertebrates In: HAUER, F.R.; LAMBERTI, G.A. (Eds). *Methods in stream ecology*. San Diego, Academic Press, p.339-369, 1996.

HELLAWELL, J.M. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. London and New York: Elsevier Applied Science Publishers, 1986, 546p.

HYNES, H.B.N. The use of invertebrates as indicators of river pollution. *Porc. Linnean. Soc. London*, v.2, p. 165-170, 1959 Apud: ROLDÁN, G.P. Bioindicación de la calidad del agua en Colômbia: *Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnologia, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

HYNES, H.B.N.. *The ecology of running waters*. Liverpool: Liverpool University Press, 1972. 555 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ – IAP. Disponível em: <http://www.meioambiente.priogov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=50>
> Acesso em: 2008

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>. Acesso em: 2004

INSTITUTO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA – 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, 2006, 144p.

IILIES, J. & BOTOSANEANU, L. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen der Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie*, v. 12, p. 1-57, 1963. Apud: ROLDÁN, G.P. Bioindicación de la calidad del agua en Colômbia: *Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

JOHNSON, R.K.; WIEDERHOLM, T.; ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. (Eds.) *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Kluwer Academic Publishers, 2001, p.40-158.

JUNQUEIRA, V. M. & CAMPOS, S. C. M., Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 10, p.125-135, 1988.

KOLKWITZ, R. & MARSSON, M. Oekologie der tierischen Saprobien. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie und Hydrographie*, v. 2, p.126-152, 1909. Apud: ROLDÁN, G.P. *Bioindicación de la calidad del agua en Colômbia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

KUHLMANN, M.L.; WATANABE, H.M; BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M.; GURESCHI, R.M.. Developing a protocol for the use of benthic invertebrates in São Paulo state's reservoirs biomonitoring. I. habitat, sampling period, mesh size and taxonomic level. *Acta Limnol. Bras.*, v.17, n. 2, p.143-153, 2005.

LOYOLA, R. G. N. & BRUNKOW, R. F. *Monitoramento da qualidade das águas de efluentes da margem esquerda do Reservatório de Itaipu, Paraná, Brasil, através da*

análise combinada de variáveis físico-químicas, bacteriológicas e de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores - Novembro de 1998. Curitiba, IAP. Relatório Técnico Não Publicado, 39p.

LOYOLA, R.G.N. Atual estágio do IAP no uso de índices biológicos de qualidade. V *Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação* – Anais, Volume I. UFES, Vitória, Espírito Santo, 10 a 15 de outubro de 2000. p.46-52.

LOYOLA, R.G.N.; BRUNKOW, R.F. *Monitoramento da Qualidade das Águas de Afluentes da Margem Esquerda do Reservatório de Itaipu no ano de 2000*. Curitiba, IAP, Relatório técnico não publicado. 2001.157p.

MACCAFFERTY, W.P. *Aquatic Entomology*. Boston: Jones and Bartlett Publishers, 1981, 448p.

MACKAY, R.J. Colonization by lotic macroinvertebrates: a review of processes and patterns. *Can.J.Fish.Aquat.Sci.*, v.49, p.617-628,1992.

MAGURRAN, A.E. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, 256p., 2004.

MANSUR, M.C.D., QUEVEDO, C.B., SANTOS, C.P. and CALLIL, C.T., 2004. Prováveis vias de introdução de *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) na Bacia da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul e novos registros de invasão no Brasil pelas bacias do Paraná e Paraguai. In: SILVA, J.S.V. and SOUZA, R.C.C.L. (Orgs.), *Água de Lastro e Bioinvasão*, Rio de Janeiro: Interciência, p. 33-38.

MARGALEF, R. *Limnologia*. Omega, Barcelona, 1983, 1100p.

MARQUES, M. M.; BARBOSA, F. Biological quality of waters from an impacted tropical watershed (middle Rio Doce basin, southeast Brazil), using benthic macroinvertebrate communities as an indicator. *Hydrobiologia*, v. 457, p.69-76, 2001.

MATTHEWS, R.A.; BUIKEMA, A.L.; CAIRNS Jr., J. Biological monitoring part IIA: Receiving system functional methods relationships, and índices. *Water Research*, v. 16, 129-139p., 1982.

MELO, G.A.S. *Manual de identificação dos Crustacea Decapoda de água doce do Brasil*. São Paulo: Edições Loyola: Centro Universitário São Camilo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 2003, 429p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2ed. Dudaque, Iowa, Kendall/Hunt, 1984, 722p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W; RESH, V.H. Collecting, sampling, and rearing methods for aquatic insects. In: MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W (eds). *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2ed. Dudaque, Iowa, Kendall/Hunt, 1984, p.11-26.

METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrates communities: history and present status in Europe. *Environmental Pollution*, v. 60, p.101-139, 1989.

METCALFE-SMITH, J.L. Biological Water-Quality Assessment of Rivers: Use of Macroinvertebrate Communities In: CALOW, P.; PETTS, G.E. (eds.) *The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles*, v. 2, Blackwell Science, 1994. p.144-170.

MEYBECK, M; HELMER, R. An introduction to water quality In: CHAMMPAN, D. *Water quality assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Cap. 3. Cambridge University Press, 1992.

MORENO, P.; CALLISTO, M. Benthic Macroinvertebrates in the Watershed of an Urban Reservoir in Southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, v. 560, n.1, p. 311-321, 2006.

ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Interamericana, 1988, 434p.

PAMPLIM, P. A. Z. *Estudo comparativo da estrutura da comunidade bentônica de duas represas com diferenças no grau de eutrofização*. 2004. 113 p. Tese (Doutorado em Ciências com ênfase em Ecologia) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

PAMPLIM, P. A. Z. *Avaliação da qualidade ambiental da represa de Americana (SP-Brasil) com ênfase no estudo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e parâmetros ecotoxicológicos*. 1999. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

PASTORINO, G.; DARRIGRAN, G.; MARTÍN, S.; LUNASCHI, L. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), Nuevo bivalvo invasor en aguas del Rio de La Plata. *Neotropica*, v. 39, n. 101-102, p.34. 1993.

PELÁEZ, M.R. *Avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas*. 2001. 145p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

PENCHASZADEH, P.E. Invasores. In: PENCHASZADEH, P.E. (coord.) *Invasores: Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*. Buenos Aires: Eudeba, 2005, p. 21-37.

PETTS, G. E.; CALOW, P. (Eds.). *River Restoration*. Liverpool: Blackwell Science, 1996.

PLAFKIN, J.L.; BARBOUR, M.T.; PORTER, K.D.; GROSS, S.K.; HUGHES, R.M. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish*. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1989.

PRAT, N. Los bioindicadores de la calidad de aguas, Manuscritos del curso bioindicadores de la calidad del agua, Medellín, Universidad de Antioquia, 1998. Apud: ROLDÁN, G.P. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnologia, Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 2003, 170p.

QUEIROZ, J.F.; SILVA, M.S.G.M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. *Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008. 91p.

RESH, H.V.; JACKSON, J.K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Kluwer Academic Publishers, 2001, p.195-233

ROCHA, O.; PIRES, J.S.R.; SANTOS, J.E. dos. A bacia hidrográfica como unidade de estudo e planejamento In: ESPÍNDOLA, E.L.G. et al. (Orgs.) *A bacia hidrográfica do rio Monjolinho: uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar*. Rima Editora, São Carlos, SP. 2000, p.1-16.

RODRIGUES, M.H.S. *Limnologia, análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos e bioensaios de toxicidade para avaliação ambiental dos reservatórios em cascata do médio e baixo rio Tietê (SP)*. 2003, 205p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ROLDÁN, G.A.P. *Fundamentos de limnologia neotropical*. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia, 1992, 529p.

ROLDÁN, G.A.P. *Guia para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. FEN COLOMBIA, Colombia, 1996, 217p.

ROLDÁN, G.A.P. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua In: Tundisi et al. (Eds.) *Eutrofização na América do Sul: causas,*

conseqüências e tecnologias para gerenciamento e controle. Instituto Internacional de Ecologia (IIE), São Carlos, SP, 2006, p. 255-271.

ROLDÁN, G.A.P.; POSADA, J.A.; GUTIÉRREZ, J.C. *Estúdio limnológico de los recursos hídricos del parque de Piedras Blancas*. Academia Colombiana de Ciências Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Alvarez LLeras no.18., Colômbia, 2001, 137p.

ROLDÁN, G.P. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnologia, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Benthic macroinvertebrates in mesohabitats of different spacial dimensions in a first order stream (São Carlos-SP). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v.13, p.69–77, 2001.

ROQUE et al., Disponível em: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/workshops/Base%20de%20discuss%C3%A3o%20biomonitoramento.pdf> Acesso em: 2008.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. The use of artificial substrates in the study of freshwater benthic macroinvertebrates. In: CAIRNS JR, J. (Ed.) *Artificial substrates*. Ann Arbor Science. Michigan, 1982. cap. 6. p.237-266.

ROSENBERG, D.M.; RESH, V.H. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Kluwer Academic Publishers, 2001, 488p.

SIMONE, L.R.L. *Land and freshwater molluscs of Brazil*. EGB, Fapesp, São Paulo, 2006, 390p.

SLÁDEČHEK. A guide to limnosaprobical organisms. *Sci. Pap. Inst.Chem.Technol.Water*, v.7, n.2, 543-612, 1962. Apud: ROLDÁN, G.P. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnologia, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

SOUZA, A.D.G. *Subsídios ao planejamento e operacionalidade de sistemas de monitoramento da qualidade da água – estudo de caso – bacias dos rios Jaú e Jacaré-Guaçu (SP)*. 1996. 184p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1996.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J. G. *Gerenciamento da qualidade da água de represas. Diretrizes para o gerenciamento de lagos*, v. 9. São Carlos: ILEC; IIE, 2008, 280p.

STRIXINO, G.B.M.A. *Sobre a ecologia dos macroinvertebrados do fundo, na Represa do Lobo*. 1973. 188p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1973.

SURIANI, A. L. *A estrutura da comunidade de macro-invertebrados bentônicos em três represas do médio rio Tietê (SP), com ênfase nas espécies exóticas *Melanoides tuberculata* (Gastropoda, Thiaridae) e *Corbicula fluminea* (Bivalvia, Corbiculidae)*. 2006. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

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, *Melanoides 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.

THORNE, R. ST.J.; WILLIAMS, P. W. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology*, v. 37, p. 671-686, 1997.

TONIOLLO, V.; MATTIELLO, I.; CAETANO, J.A.; WOSIACK, A.C.. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de impacto na qualidade de água do rio Sagrado, (Bacia Litorânea, PR), causado pelo rompimento do Poliduto OLAPA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, VIII, 2001, João Pessoa, PB. Anais. p.284.

TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G. *Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos gêneros*. São Carlos: PPG-ERN/UFSCAR, 1995. 229 p.

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

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRIGUEZ, S. L. *Gerenciamento e recuperação das bacias hidrográficas dos rios Itaqueri e do Lobo e da represa Carlos Botelho (Lobo-Broa)*. São Carlos: IIE, IIEGA, PROAQUA, ELEKTRO, 2003.

TUNDISI, J.G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RIMA, IIE, 2005, 251p.

VALDERRAMA, J.C. The simulations analysis of total nitrogen and total phosphorus in natural waters. *Mar. Chem.*, v. 10, p.109-122, 1981.

VANNOTE, R.C.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R.; CUSHING, C.E. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v.37, p. 130-137, 1980.

WATANABE, H. M. *Bases para aplicação de índices biológicos no biomonitoramento de ambientes lóticos - comunidade bentônica*. 2007. 120 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

WELCH, E.B. *Ecological effects of waste water*. Cambridge University Press, 1980, 337p.

WELCH, P. S. *Limnology*. 2 ed. New York: McGraw-Hill Book, 1952. 538 p.

WIEDERHOLM, T. Use of benthos in lake monitoring. *Journal of the Water Pollution Control Federation*, v. 52, p. 537-547, 1980.

WILHM, J.L.; DORRIS, T.C. Biological parameters for water quality criteria. *BioScience*. v. 18, n. 6, p.477-481, 1968.

WISE, D.H.; MOLLES, Jr M.C. Colonization of artificial substrates by stream insects: influence of substrate size and diversity. *Hydrobiologia*, v.65, n.1, p.69-74, 1979.

WOODWISS, F.S. The biological of stream classification used by Trent River Board. *Chemistry and Industry*, marzo, p.443-447, 1964. Apud: ROLDÁN, G.P. *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: Propuesta para el uso del método BMWP/Col*. Ciência y Tecnología, Editorial Universidad de Antioquia, Colômbia, 2003, 170p.

WORKSHOP sobre biomonitoramento de bacias hidrográficas: experiências & metodologias. Realizado em Belo Horizonte, MG, no Instituto de Ciências Biológicas, de 3 a 4 de dezembro de 2007.

9. APÊNDICE

Valores máximos e mínimos medidos com sensor Horiba U-22 nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em junho/julho de 2005.

Pontos	Data (início e retirada dos SA's)	pH	Condutividade (µS/cm)	Turbidez (UNT)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Temperatura (°C)
JG01	08/07/05 - 02/08/05	5,85 - 6,48	19 - 28	8 - 100	8,02 - 8,76	16,4 - 17,5
JG02	14/06/05 - 08/07/05	5,6 - 7,28	200 - 204	14 - 19	5,49 - 5,98	21,2 - 22,1
JG03	14/06/05 - 08/07/05	4,5 - 6,83	72 - 72	27 - 41	5,36 - 6,52	17,9 - 19,9
JG04	14/06/05 - 08/07/05	6,97 - 7,73	62 - 65	82 - 120	6,61 - 8,55	18,2 - 20,6
JG05	16/06/05 - 07/07/05	7,46 - 8,09	76 - 78	11 - 110	7,66 - 7,82	18,7 - 20,1
JG06	11/07/05 - 05/08/05	6,38 - 7,02	56 - 81	6 - 23	4,82 - 5,5	16,4 - 17
Bro01	11/07/05 - 05/08/05	5,54 - 5,79	8 - 9	8 - 10	8,71 - 8,44	15,3 - 16,7
Bro02	11/07/05 - 05/08/05	6,23	20	29	8,2	19,2
Bro03	11/07/05 - 05/08/05	6,35	14	30	9,01	18,5
JP01	11/07/05 - 02/08/05	6,34 - 7,06	27 - 48	5 - 140	7,88 - 8,74	15,4 - 15,6
JP02	14/06/05 - 08/07/05	7,08 - 7,76	43 - 45	63 - 64	6,82 - 8,82	17,3 - 19,9
Bar01	12/07/05 - 04/08/05	7,45 - 9,43	220 - 227	30 - 56	8,03 - 13,65	20,4 - 20,9
Bar02	12/07/05 - 04/08/05	6,97 - 7,28	246 - 255	36 - 65	2,32 - 5,41	19,1 - 19,7
Bar03	12/07/05 - 04/08/05	7,59 - 9,95	222 - 232	10 - 20	8,23 - 15,58	21,1 - 22,6
Bar04	12/07/05 - 04/08/05	7,27 - 7,41	194 - 210	12 - 38	7,18 - 7,24	20,6 - 20,8
Bar05	12/07/05 - 04/08/05	7,62 - 9,63	219 - 228	12 - 80	8,96 - 14,97	21,4 - 22,7
Ibi01	07/07/05 - 03/08/05	7,58 - 9,91	192 - 225	3 - 25	7,91 - 13,4	20,6 - 21
Ibi02	07/07/05 - 03/08/05	7,25 - 7,31	44 - 47	17 - 51	8,01 - 8,25	19,9 - 21
Ibi03	07/07/05 - 03/08/05	7,45 - 9,31	179 - 201	8 - 22	8,12 - 11,54	20,7 - 22,1
Ibi04	07/07/05 - 03/08/05	7,02 - 8,12	78 - 144	12	7,8 - 8,98	20,4 - 21,2
Ibi05	07/07/05 - 03/08/05	7,61 - 9,96	165 - 208	5 - 22	8,16 - 14,3	20,8 - 22,5

Valores máximos e mínimos medidos com sensor Horiba U-22 nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em janeiro/fevereiro de 2006.

Pontos	Data (início e retirada dos SA's)	pH	Condutividade (µS/cm)	Turbidez (UNT)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Temperatura (°C)
JG01	03/01/06 - 01/02/06	5,52 - 6,88	22 - 27	14 - 42	5,21 - 6,57	20,3 - 22,8
JG02	03/01/06 - 31/01/06	6,32 - 7,9	89 - 170	32 - 40	6,55 - 6,6	21,4 - 24,2
JG03	03/01/06 - 31/01/06	6,4 - 7,68	52 - 75	30 - 71	5,07 - 5,9	21,4 - 24,2
JG04	03/01/06 - 31/01/06	6,45 - 7,1	49 - 96	48 - 77	6,52 - 6,9	21,3 - 24
JG05	09/01/06 - 02/01/06	6,56 - 7,68	48 - 72	35 - 89	6,8 - 6,93	22,1 - 25,2
JG06	04/01/06 - 01/02/06	5,83 - 6,75	47 - 79	0 - 35	3,33 - 5,89	21 - 24,1
Bro01	04/01/06 - 01/02/06	4,51 - 5,42	11 - 19	99 - 132	4,96 - 7,64	19 - 21,1
Bro02	04/01/06 - 01/02/06	4,86 - 6,45	17 - 44	0 - 44	4,13 - 5,7	19,2 - 23,8
Bro03	04/01/06 - 01/02/06	5,03 - 6,72	11 - 17	0 - 19	5,96 - 6,62	22,4 - 28
JP01	03/01/06 - 31/01/06	6,62 - 7,38	22 - 36	28 - 45	6,35 - 6,82	20,6 - 23,2
JP02	03/01/06 - 31/01/06	6,64 - 7,31	39 - 50	28 - 60	6,8 - 7,35	21,9 - 24,2
Bar01	06/01/06 - 03/02/06	7,15 - 7,5	245 - 278	0 - 19,7	5,33 - 5,61	23,5 - 31
Bar02	06/01/06 - 03/02/06	6,87 - 7,76	133 - 229	48 - 115	3,95 - 4,44	21,9 - 28,5
Bar03	06/01/06 - 03/02/06	7,25 - 10,82	273 - 282	0 - 62	4,7 - 19,99	23,6 - 32,1
Bar04	06/01/06 - 03/02/06	7,41 - 7,57	236 - 244	0 - 23	6,07 - 9,25	24 - 29,7
Bar05	06/01/06 - 03/02/06	7,3 - 9,6	255 - 268	38 - 49	4,65 - 12,25	23,9 - 30,3
Ibi01	02/01/06 - 02/02/06	8,48 - 10,54	269 - 302	40 - 49	7,73 - 12,73	30,4 - 31,5
Ibi02	02/01/06 - 02/02/06	7,27 - 7,61	60 - 60	18 - 27	6,42 - 7,05	30,5 - 31,3
Ibi03	02/01/06 - 02/02/06	8,89 - 9,96	254 - 255	30 - 37	8,88 - 9,05	29,1 - 33,1
Ibi04	02/01/06 - 02/02/06	7,76 - 8,85	114 - 118	24 - 26	6,11 - 6,2	31,4 - 31,9
Ibi05	02/01/06 - 02/02/06	10,51 - 10,78	271 - 289	39 - 107	6,78 - 11,89	30,4 - 31,6

Concentrações de Fósforo e Nitrogênio totais na água nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	Fósforo total ($\mu\text{g.L}^{-1}$)		Nitrogênio total (mg.L^{-1})	
	jun/05	fev/06	jun/05	fev/06
JG01	8,968	36,367	0,232	0,471
JG02	47,677	78,267	0,790	0,659
JG03	90,806	36,200	1,486	0,706
JG04	29,452	35,667	0,418	0,235
JG05	98,065	86,833	0,232	0,659
JG06	261,032	236,400	2,090	15,209
Bro01	43,226	28,000	0,186	9,182
Bro02	12,839	9,700		0,188
Bro03		89,833	0,511	0,706
JP01	10,323	13,633	0,046	14,832
JP02	26,387	22,833	0,232	0,612
Bar01	68,129	87,633	0,464	0,706
Bar02	574,677	113,333	7,338	2,119
Bar03	72,161	98,400	0,790	0,942
Bar04	55,806	70,967	0,697	0,565
Bar05	67,097	130,800	0,464	1,931
Ibi01	60,484	85,667	0,464	0,848
Ibi02	15,032	23,600	0,186	0,330
Ibi03	27,839	252,633	0,325	3,108
Ibi04	33,258	46,367	0,372	0,895
Ibi05	36,226	90,667	0,372	1,460

Material em suspensão total, orgânico e inorgânico na água nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	mg.L^{-1}					
	M. S. Inorgânico	M. S. Orgânico	M. S. Total	M. S. Inorgânico	M. S. Orgânico	M. S. Total
	jun/05			jan/06		
JG01	2,72	1,83	4,55	7,28	5,88	13,16
JG02	2,85	6,45	9,29	19,39	8,52	27,92
JG03	21,20	11,18	32,38	26,04	9,98	36,01
JG04	20,94	6,00	26,94	27,69	9,25	36,94
JG05	10,20	3,86	14,05	10,29	5,05	15,35
JG06	0,86	2,25	3,11	1,72	7,85	9,57
Bro01	0,71	1,13	1,84	30,46	11,61	42,08
Bro02				0,25	4,80	5,05
Bro03	0,75	2,31	3,05	0,32	1,66	1,98
JP01	3,30	1,59	4,89	17,73	7,89	25,62
JP02	12,31	4,17	16,48	24,80	8,79	33,59
Bar01	1,95	1,50	3,44	1,85	3,24	5,09
Bar02	10,62	19,95	30,57	25,43	10,00	35,43
Bar03	1,38	2,84	4,22	1,50	4,21	5,71
Bar04	1,11	2,05	3,16	2,69	4,04	6,73
Bar05	1,35	1,76	3,11	1,93	8,85	10,79
Ibi01	1,09	1,64	2,73	0,64	4,03	4,67
Ibi02	2,24	1,75	3,99	4,95	2,44	7,38
Ibi03	0,33	1,02	1,35	0,00	22,85	22,85
Ibi04	0,65	2,03	2,68	2,04	2,74	4,78
Ibi05	0,44	1,18	1,61	0,76	6,39	7,16

Demandas bioquímica e química de oxigênio nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	DBO	DBO	DQO	DQO
	(jun/05)	(jan/06)	(jun/05)	(jan/06)
mg.L ⁻¹				
JG01		2,08	3,15	52,56
JG02	7,29	2,79	35,67	13,06
JG03	9,09	4,25	26,87	57,38
JG04	10,29	1,04	15,94	35,00
JG05	1,21	1,42	12,10	19,38
JG06	10,08	3,07	16,88	8,94
Bro01	2,00	1,71	3,54	26,38
Bro02		1,96		32,94
Bro03	2,42	0,73	5,24	15,38
JP01	1,23	0,19	4,54	6,25
JP02	10,98	0,51	8,93	26,88
Bar01	2,34	1,80	13,58	19,50
Bar02	70,07	5,60		16,94
Bar03	3,32	2,22	11,56	51,25
Bar04	10,29	1,97	12,25	15,00
Bar05	11,63	4,59	14,52	53,25
Ibi01	1,16	0,19	14,70	4,06
Ibi02	2,20	3,07	7,58	8,75
Ibi03	7,31	3,50	13,54	69,19
Ibi04	7,56	1,71	13,57	10,06
Ibi05	1,71	3,20	12,78	12,56

Coliformes totais e *E. coli* nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	Coliformes totais	Coliformes totais	<i>E. coli</i>	<i>E. coli</i>
	NMP/100 mL (jun/05)	NMP/100 mL (jan/06)	NMP/100mL (jun/05)	NMP/100mL (jan/06)
JG01	7218	22398	216	240
JG02	241960	48392	12360	34658
JG03	48392	48393	486	12262
JG04	12262	31062	242	590
JG05	48392	39726	1518	218
JG06	22398	28272	1508	4962
Bro01	1518	48392	290	2828
Bro02		39726		312
Bro03	914	4352	0	173
JP01	3564	28272	270	482
JP02	14540	34658	718	870
Bar01	1056	28272	60	216
Bar02	397260	48392	92220	13734
Bar03	958	17328	0	374
Bar04	1486	48392	0	40
Bar05	24066	48392	0	0
Ibi01	2238	3450	0	0
Ibi02	220	1288	0	0
Ibi03	2492	5510	0	0
Ibi04	18416	1058	0	40
Ibi05	8704	31062	0	0

Índice de Qualidade de água (IQA) nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Pontos	IQA		classificação	
	jun/05		jan/06	
JG01			70	Boa
JG02	55	Boa	59	Boa
JG03	61	Boa	56	Boa
JG04	74	Boa	72	Boa
JG05	75	Boa	75	Boa
JG06	56	Boa	52	Boa
Bro01	78	Boa	46	Regular
Bro02			61	Boa
Bro03	100	Ótima	84	Ótima
JP01	79	Boa	72	Boa
JP02	67	Boa	74	Boa
Bar01	81	Ótima	81	Ótima
Bar02	25	Ruim	49	Regular
Bar03	92	Ótima	77	Boa
Bar04	88	Ótima	90	Ótima
Bar05	87	Ótima	89	Ótima
Ibi01	96	Ótima	100	Ótima
Ibi02	100	Ótima	100	Ótima
Ibi03	90	Ótima	95	Ótima
Ibi04	92	Ótima	92	Ótima
Ibi05	100	Ótima	99	Ótima

Índice de Estado Trófico de Carlson (IET) nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	IET (P)		Classificação	
	jun/05		fev/06	
JG01	35,80	Oligotrófico	56,00	Eutrófico
JG02	59,90	Eutrófico	67,05	Hiper-eutrófico
JG03	69,20	Hiper-eutrófico	55,93	Eutrófico
JG04	52,95	Eutrófico	55,72	Hiper-eutrófico
JG05	70,31	Hiper-eutrófico	68,55	Hiper-eutrófico
JG06	84,43	Hiper-eutrófico	83,00	Hiper-eutrófico
Bro01	58,49	Eutrófico	52,22	Eutrófico
Bro02			69,04	Hiper-eutrófico
Bro03	40,97	Oligotrófico	36,93	Oligotrófico
JP01	37,83	Oligotrófico	41,84	Mesotrófico
JP02	51,37	Eutrófico	49,28	Mesotrófico
Bar01	65,05	Hiper-eutrófico	68,68	Hiper-eutrófico
Bar02	95,82	Hiper-eutrófico	72,39	Hiper-eutrófico
Bar03	65,88	Hiper-eutrófico	70,36	Hiper-eutrófico
Bar04	62,17	Hiper-eutrófico	65,64	Hiper-eutrófico
Bar05	64,83	Hiper-eutrófico	74,46	Hiper-eutrófico
Ibi01	63,34	Hiper-eutrófico	68,36	Hiper-eutrófico
Ibi02	43,25	Mesotrófico	49,76	Mesotrófico
Ibi03	52,14	Eutrófico	83,96	Hiper-eutrófico
Ibi04	54,71	Eutrófico	59,50	Eutrófico
Ibi05	55,94	Eutrófico	69,18	Hiper-eutrófico

Concentrações de Fósforo e Nitrogênio totais no sedimento nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Pontos	P total sedimento (mg/g Sed)		N total sedimento (mg/g Sed)	
	jun/05	fev/06	jun/05	fev/06
JG01	0,0192	0,0341	0,2527	0,6411
JG02	0,6455	0,2660	17,5607	0,8976
JG03	0,3377	0,0732	5,2219	0,6411
JG04	0,0444	0,0300	0,4632	0,6411
JG05		0,3720		8,5057
JG06	0,0676	0,6815	0,8193	21,4565
Bro01	0,0272	0,0077	0,6738	0,3419
Bro02		0,9617		69,3801
Bro03	0,7011	0,5123	53,0190	34,7920
JP01		0,0489		1,3677
JP02	0,0621	0,3220	0,4632	9,0186
Bar01	0,7516	0,8210	17,2238	29,9621
Bar02	0,7450	0,6455	26,9938	32,4839
Bar03	0,9458	0,8808	35,5269	34,6166
Bar04	0,8976	0,8238	27,3728	16,2946
Bar05	0,9647	0,9478	36,4269	38,0404
Ibi01	0,7779	0,4965	18,2345	30,4323
Ibi02	0,3418	0,5428	6,7800	13,0791
Ibi03	1,0468	0,8368	34,5740	30,9880
Ibi04	1,2005	0,9302	34,6582	38,0831
Ibi05	0,4647	0,9582	8,4645	46,4178

Porcentagem de matéria orgânica no sedimento nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	matéria orgânica (g)	% matéria orgânica
JG01	0,0108	0,36
JG02	0,0864	2,68
JG03	0,034	0,99
JG04	0,0203	0,65
JG05	0,1156	5,19
JG06	0,3779	16,85
Bro01	0,006	0,15
Bro02	0,7302	34,08
Bro03	0,3031	17,48
JP01	0,02	0,55
JP02	0,1165	5,43
Bar01	0,3055	15,17
Bar02	0,3726	16,09
Bar03	0,3628	19,17
Bar04	0,3646	19,71
Bar05	0,4098	19,77
Ibi01	0,4348	18,53
Ibi02	0,2044	10,00
Ibi03	0,3421	16,47
Ibi04	0,4945	24,10
Ibi05	0,431	20,66

Granulometria do sedimento nos rios e reservatórios da bacia Tietê-Jacaré em jun/05 (seca) e fev/06 (chuva).

Ponto	areia muito grossa (AMG)	areia grossa (AG)	areia média (AM)	areia fina (AF)	areia muito fina (AMF)	silte grosso (SG)	silte / argila (S/A)
	(%)						
JG01	0,00	2,60	20,27	69,29	7,33	0,45	0,05
JG02	4,22	27,85	37,13	25,15	4,34	0,98	0,33
JG03	0,15	0,07	0,10	72,50	25,19	1,87	0,12
JG04	0,95	1,57	9,71	79,44	0,66	7,58	0,08
JG05	0,66	0,78	0,66	41,72	47,81	7,15	1,23
JG06	3,10	9,17	17,03	55,02	13,20	2,00	0,50
Bro01	0,06	1,51	32,63	63,90	1,83	0,07	0,01
Bro02	9,53	18,77	14,90	22,68	17,22	16,09	0,81
Bro03	8,80	9,32	13,90	33,03	20,54	10,78	3,62
JP01	1,27	0,36	0,62	72,19	24,39	1,08	0,08
JP02	5,43	2,07	2,73	51,70	28,76	7,39	1,93
Bar01	11,37	14,66	12,36	26,20	22,16	12,28	0,96
Bar02	16,15	16,43	10,09	15,67	18,58	20,06	3,02
Bar03	10,53	20,99	15,87	24,15	15,88	11,87	0,71
Bar04	16,18	21,63	15,38	23,25	13,23	9,77	0,56
Bar05	13,50	21,74	15,12	22,88	14,75	11,71	0,30
lbi01	12,04	19,92	14,91	24,45	15,07	13,43	0,17
lbi02	4,95	8,16	11,16	47,88	21,88	4,74	1,23
lbi03	14,09	17,68	12,76	21,81	18,23	14,71	0,71
lbi04	16,07	23,90	16,31	23,80	11,57	7,97	0,38
lbi05	21,35	22,75	13,70	19,95	11,18	10,50	0,58

10. ANEXOS

ANEXO 1

Quadro 1 – Lista de famílias de macroinvertebrados e respectivas pontuações de acordo com a tolerância à poluição (0 a 10), quanto maior mais sensível, segundo o BMWP original segundo Armitage et al. (1983). A classificação é mostrada abaixo.

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae.	10
Astacidae, Lestidae, Agriidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae.	8
Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae.	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophilidae, Gammaridae, Platycnemididae, Coenagrionidae.	6
Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliplidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), Crysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae.	5
Baetidae, Sialidae, Piscicolidae.	4
Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae.	3
Chironomidae	2
Oligochaeta (todas as classes)	1

Classificação da água:

Classe	Pontuação	Qualidade de água	Cor
I	≥ 81	excelente	azul
II	61 - 80	boa	verde
III	41 - 60	regular	amarelo
IV	26 - 40	ruim	laranja
V	≤ 25	péssima	vermelho

Quadro 2 – Lista de famílias de macroinvertebrados e respectivas pontuações de acordo com a tolerância à poluição (0 a 10), quanto maior mais sensível, segundo o BMWP' adaptado por Alba-Tercedor & Sánchez-Órtega (1988) para Península Ibérica, com modificações de Loyola (1998, 1999 e 2000) e Toniollo et al.(2001). A classificação é mostrada abaixo. Fonte: IAP (2008)

FAMILIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae, Calamoceratidae , Helicopsychidae , Megapodagrionidae , Athericidae , Blephariceridae	10
Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegastridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	8
<i>Ephemerellidae</i> , Prosopistomatidae , Nemouridae, Gripopterygidae , Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephelidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae , Pyralidae , Psephenidae	7
Neritidae, Viviparidae, Ancylidae, Thiaridae , Hydroptilidae, Unionidae, Mycetopodidae , Hyriidae , Corophilidae, Gammaridae, Hyalellidae , Atyidae , Palaemonidae , Trichodactylidae , Platycnemididae, Coenagrionidae, Leptohephyidae	6
Oligoneuridae , Polymitarcyidae , Dryopidae, Elmidae (Elminthidae), <i>Helophoridae</i> , <i>Hydrochidae</i> , <i>Hydraenidae</i> , Clambidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae , Aeglidae	5
Baetidae, <i>Caenidae</i> , <i>Halplidae</i> , <i>Curculionidae</i> , <i>Chrysomelidae</i> , Tabanidae , Stratiomyidae , Empididae , Dolichopodidae , Dixidae , Ceratopogonidae , Anthomyidae , Limoniidae , Psychodidae , Sciomyzidae , Rhagionidae , Sialidae, Corydalidae , Piscicolidae, Hydracarina	4
<i>Mesoveliidae</i> , <i>Hydrometridae</i> , <i>Gerridae</i> , <i>Nepidae</i> , <i>Naucoridae</i> (Limnocoridae), Pleidae, <i>Notonectidae</i> , <i>Corixidae</i> , Veliidae , <i>Helodidae</i> , <i>Hydrophilidae</i> , <i>Hygrobiidae</i> , <i>Dytiscidae</i> , <i>Gyrinidae</i> , Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, <i>Bithyniidae</i> , <i>Bythinellidae</i> , Sphaeridae, Glossiphonidae, Hirudidae, Erpobdellidae, Asellidae, Ostracoda	3
Chironomidae, Culicidae , Ephydriidae , Thaumaleidae	2
Oligochaeta (todas as classes), Syrphidae	1

itálico - o score foi mudado por ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (1988)

violeta: foram incluídas por ALBA-TERCEDOR & SÁNCHEZ-ÓRTEGA (op. cit.)

azul: foram incluídas por LOYOLA (1998, 1999 e 2000)

verde: foram incluídas para rios da Bacia Litorânea (TONIOLLO et al., 2001)

Classificação da água:

Classe	Pontuação	Qualidade de água	Significado
I	>150, 101-120	boa	bem limpa a limpa
II	61 - 100	aceitável	ligeiramente contaminada
III	36 - 60	duvidosa	moderadamente contaminada
IV	16 - 35	crítica	muito contaminada
V	< 15	muito crítica	fortemente contaminada

Quadro 3 – Lista de famílias de macroinvertebrados e respectivas pontuações de acordo com a tolerância à poluição (0 a 10), quanto maior mais sensível, segundo o BMWP' adaptado à Colômbia segundo Roldán (2003). A classificação é mostrada abaixo.

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Perlidae, Odontoceridae, Calamoceratidae, Blephariceridae, Anomalopsychidae, Atriplectididae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Oligoneuriidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dysticidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarciidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae e Veliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonocidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesovellidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Oligochaeta (todas as classes)	1

Classificação da água:

Classe	Pontuação	Qualidade de água	Significado	Cor
I	>150, 101-120	boa	bem limpa a limpa	azul
II	61 - 100	aceitável	ligeiramente contaminada	verde
III	36 - 60	duvidosa	moderadamente contaminada	amarelo
IV	16 - 35	crítica	muito contaminada	laranja
V	< 15	muito crítica	fortemente contaminada	vermelho

Quadro 4 – Lista de famílias de macroinvertebrados e respectivas pontuações de acordo com a tolerância à poluição (0 a 10), quanto maior mais sensível, segundo o BMWP' adaptado à bacia do rio das Velhas (MG) segundo Junqueira e Campos (1998) – BMWP /CETEC. A classificação é mostrada abaixo.

FAMÍLIAS	PONTUAÇÃO
Siphonuridae, Gripopterygidae, Pyralidae, Odontoceridae, Hydroscaphidae, Helicopsychidae.	10
Leptophlebiidae, Perlidae, Hebridae, Hydrobiosidae, Philopotamidae, Calopterygidae, Psephenidae, Dixidae.	8
Leptohyphidae, Veliidae, Leptoceridae, Polycentropodidae.	7
Glossomatidae, Hydroptilidae, Gyrinidae, Coenagrionidae, Ancyliidae.	6
Naucoridae, Belostomatidae, Corixidae, Nepidae, Hydropsychidae, Gomphidae, Libellulidae, Dysticidae, Corydalidae, Dugesidae, Simuliidae.	5
Baetidae, Elmidae, Hydrophylidae, Piscicolidae, Athericidae, Empidoidea, Tabanidae.	4
Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Ceratopogonidae, Tipulidae, Culicidae.	3
Erpobdellidae, Chironomidae, Psychodidae, Stratiomyidae, Syrphidae.	2
Oligochaeta (todas as classes)	1

Classificação da água:

Classe	Pontuação	Qualidade de água	Cor
I	≥ 86	excelente	azul
II	64 - 85	boa	verde
III	37 - 63	satisfatória	amarelo
IV	17 - 36	ruim	laranja
V	≤ 16	muito ruim	vermelho

Quadro 5 – Diagrama para determinação do Índice Biótico Belga (IBB), com modificações de Trivinho-Strixino & Nascimento (2000). A classificação é mostrada abaixo. Fonte: Peláez, 2001.

I Grupos fauníticos		II		III nº total de unidades sistemáticas na amostra				
				0-1	2-5	6-10	11-15	16 ou +
				IBB				
1	Plecoptera ou Leptophlebiidae	1	+ de 1 UTO	-	7	8	9	10
		2	1 UTO	5	6	7	8	9
2	Trichoptera	1	+ de 1 UTO	-	6	7	8	9
	com tubo	2	1 UTO	5	5	6	7	8
3	Ancylidae	1	+ de 1 UTO	-	5	6	7	8
	Ephemeroptera*	2	1 UTO	3	4	5	6	7
4	<i>Aphelocheirus</i>	0	Todas as UTOs acima ausentes	3	4	5	6	7
	Odonata							
	Gammaridae							
	Mollusca**							
5	<i>Asellus</i> ou Hirudinea ou Sphaeriidae ou Hemiptera***	0	Todas as UTOs acima ausentes	2	3	4	5	-
6	Tubificidae ou Chironominae (<i>Chironomus</i>)	0	Todas as UTOs acima ausentes	1	2	3	-	-
7	Eristalinae	0	Todas as UTOs acima ausentes	0	1	1	-	-

Classificação da água:

Classe	Faixa	Qualidade da água
I	9 - 10	Água não poluída
II	7 - 8	Ligeiramente poluída
III	5 - 6	Moderadamente poluída
IV	3 - 4	Muito poluída
V	0 - 2	Fortemente poluída