

Universidade Estadual Paulista – UNESP  
Instituto de Biociências de Botucatu  
Programa de Pós Graduação em Ciências Biológicas – AC: Zoologia

**COMUNIDADE DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS E  
QUALIDADE DA ÁGUA E DO SEDIMENTO DAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DOS RIOS LAVAPÉS, CAPIVARA, ARAQUÁ E  
PARDO, MUNICÍPIO DE BOTUCATU (SP) E REGIÃO**

PAULA CAROLINE DOS REIS OLIVEIRA

**Orientador:** *Prof. Dr. Marcos Gomes Nogueira*

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Biociências de Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas – Área de Concentração: Zoologia.

Botucatu – SP  
2009

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO  
DA INFORMAÇÃO  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
*BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: Selma Maria de Jesus*

Oliveira, Paula Caroline dos Reis.

Comunidade de macroinvertebrados bentônicos e qualidade da água e do sedimento das bacias hidrográficas dos Rios Lavapés, Capivara, Araquá e Pardo, Município de Botucatu(SP) e região / Paula Caroline dos Reis Oliveira. – Botucatu : [s.n.], 2009.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Botucatu, 2009.

Orientador: Marcos Gomes Nogueira

Assunto CAPES: 20500009

1. Meio ambiente - Preservação - Botucatu (SP) 2. Invertebrado de água doce 3. Zoologia 4. Limnologia

CDD 574.5

Palavras-chave: Bioindicador; Chironomidae; Ephemeroptera; Índices bióticos; Oligochaeta; Trichoptera

Dedico essa dissertação aos meus queridos  
pais Maria Alice e José Carlos  
e avós Maria, Pedro, Jandivina e Igino,  
pois a luta e a nossa maravilhosa história continua!

## Agradecimentos

Essa dissertação só foi possível pela ajuda de muitas pessoas e instituições.

Em primeiro lugar agradeço à Deus pela minha vida e de todas as pessoas que estiveram ao meu lado nesses anos.

Agradeço ao Professor Orientador Marcos Gomes Nogueira por ter me recebido com muito carinho e amizade e por me iniciar e ensinar muito sobre ciência.

Aos meus pais Maria Alice e José Carlos, irmãs Thelma, Thays e Raquel, sobrinha Beatriz, avós, tios, tias e primos, por terem me dado o maior e melhor presente da vida: o amor.

Ao meu querido companheiro e amigo de muitas horas: João (Nabão).

Às minhas queridas amigas do laboratório: Cláudia, Eliana (Li), Fabiana (Gorran), Fernanda (Apatita), Luciana (Lú), Mirian e Silvia, pela amizade e união e por terem sido prestativas e companheiras me ensinado muitas coisas.

Aos queridos companheiros de laboratório: Gilmar, Danilo, Mateus, Cláudia Yoshida, Tamara (Babalu), José Roberto (Faruska), Juliana, Patrícia, João, Rose, Rafael (o.b.), Rosa e Henrique, por terem sido muito prestativos e companheiros nas coletas, análises e no dia-a-dia.

Aos amigos Hamilton, Juliana e Socorro por serem muito prestativos.

Às Professoras Alaíde A. A. Gessner, Virgínea S. Uieda e Suzana T. Strixino por me receber em seus laboratórios com muita atenção e pela grande ajuda na identificação dos organismos.

Aos amigos Maíra (Torrada), Melissa, Flávio, Marcos e Paulo (Torrado) por terem me recebido tão bem em São Carlos.

À Professora Silvia e ao departamento de Botânica pelo empréstimo de lupa.

Ao Professor Raoul Henry, Professor Jorge Jim e Adriana Jorcin pelo ótimo convívio no departamento de zoologia e por todos os ensinamentos.

À Professora Luzia pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos queridos amigos: Birete, Kuma, Ligeira, Naza, Goza, Carlitos, Tixa, Promíscuo, Orkut, da seção da biologia, da capoeira, da ABU e da Caverna do

Dragão (Nabão, Kuchilo, Kebra, Thunder, Toninho, Amora, Pequeno, Fossetinha, Quanta, Bunda, Seu cuka e Pélinha); por todos os maravilhosos momentos que passamos juntos!

Aos grandes amigos da XXXVII turma de biologia.

Aos amigos das famílias Lotufo (São Paulo e Botucatu) e Freddi.

À SABESP, em especial ao Carlinhos, Álvaro e Márcia.

Ao Instituto de Biociências e à seção de pós graduação: Lu, Sérgio e Maria Helena.

Ao CNPQ pelo incentivo financeiro.

À CATI, em especial ao Henrique H. C. Chiarelli.

## SUMÁRIO

---

<b>Resumo</b>	
<b>Abstract</b>	
<b>1. Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo</b>	<b>13</b>
<b>3. Área de Estudo</b>	<b>14</b>
<b>4. Material e Métodos</b>	
4.1 Estações de Amostragem	22
4.2 Dados Climatológicos	24
4.3 Características Hidrológicas	25
4.4 Análise da Água	25
4.5 Análise do Sedimento	27
4.6 Comunidade Bentônica	27
4.7 Protocolo de Avaliação de Habitat	29
4.8 Análises Estatísticas	29
<b>5. Resultados</b>	
5.1 Características Gerais do Ambiente	30
5.2 Características da Água	37
5.3 Características do Sedimento	70
5.4 Análise de Componentes Principais	76
5.5 Macroinvertebrados Bentônicos	80
5.6 Índices Bióticos	121
5.7 Protocolo de Avaliação de Habitat	122
5.8 Análise Correspondência Canônica	123
5.9 Análise de Agrupamento	128
<b>6. Discussão</b>	
6.1 Características da Água e do Sedimento	130
6.2 Macroinvertebrados Bentônicos	152
<b>7. Conclusão</b>	<b>174</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>177</b>
<b>Anexos</b>	

## RESUMO

Os rios de pequeno e médio porte são os ecossistemas aquáticos altamente representativos no estado de São Paulo que, tendo a maior produção econômica e maior densidade demográfica do país, sofre com a intensa degradação ambiental. A análise integrada das características da água, do sedimento e da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é fundamental para a determinação da qualidade dos ambientes lóticos. O presente trabalho buscou avaliar características limnológicas gerais da água e sedimento, bem como a fauna de macroinvertebrados bentônicos dos principais rios do município de Botucatu e região (Capivara, Lavapés, Araquá e Pardo). Os estudos foram feitos em dois períodos do ano: chuvoso (março/2007) e seco (setembro/2007). A largura, profundidade, vazão e temperatura da água aumentaram no sentido jusante; a velocidade, transparência da água e oxigênio dissolvido foram maiores nos trechos à montante; a luminosidade foi total na maioria das estações de amostragem e o pH foi ácido em todos os rios estudados. As estações que sofrem maior impacto de fontes de poluição (rio Lavapés e Araquá) apresentaram os maiores valores de condutividade elétrica, material em suspensão (orgânico e inorgânico), nitrogênio total, nitrato, nitrito, amônia fósforo total, fosfato total dissolvido (orgânico e inorgânico), DBO e coliformes termotolerantes. A maior concentração de silicato foi encontrada no rio Capivara e está relacionada com os intensos processos erosivos na bacia. No período chuvoso a condutividade elétrica, turbidez, material em suspensão foram maiores, enquanto que a clorofila- *a* foi maior no período seco. Foram encontrados 151 táxons e abundância máxima de 116.481 ind/m<sup>2</sup>. Chironomidae apresentou a maior riqueza, seguido por Trichoptera, Oligochaeta e Ephemeroptera. Chironomidae também foi o grupo de maior abundância, seguido por Oligochaeta e Ephemeroptera. Os táxons, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e *Chironomus* gr. *decorus* foram os melhores indicadores da qualidade ambiental. Os rios Pardo e Capivara apresentaram as melhores condições ambientais e o rio Lavapés a pior. A maioria dos macroinvertebrados apresentaram estreita associação com o substrato. Desta forma, os rios estudados foram fortemente influenciados pela variação longitudinal, variação sazonal, poluição orgânica e deflorestamento. O uso de protocolo de avaliação rápida de hábitat mostrou-se uma ferramenta útil. Para a preservação ambiental, a legislação é uma ferramenta importante, porém faz-se necessário a sua revisão para ambientes lóticos. Esse estudo mostrou que os rios e riachos do município de Botucatu sofrem muitos impactos negativos, sendo urgente a implantação de medidas de preservação e recuperação.

Palavras-chave: bioindicador, índices bióticos, Chironomidae, Oligochaeta, Trichoptera, Ephemeroptera.



## Abstract

Rivers and streams of low and medium orders are among the most important aquatic ecosystem of São Paulo. This State has the highest economical production and demographic density of the country. Thus, these environments are under severe degradation. Integrated analyses of water, sediment and benthic macroinvertebrates are essential in the assessment of freshwater quality. This study aimed to assess the environmental quality and structure of benthic macroinvertebrates of the main rivers and streams of Botucatu (SP) (Capivara, Lavapés, Araquá and Pardo) and adjacent region. The fieldwork was carried out in rainy (March/2007) and dry (September/2007) seasons. Channel width, depth, water velocity and temperature increased towards the rivers mouth. Velocity, water transparency and dissolved oxygen were higher in the upstream sampling stations, light penetration was total in most sampling stations and pH was acid in all studied streams. The most impacted sampling stations, basically by pollution sources (Lavapés and Araquá Rivers), exhibited the highest values of electric conductivity, suspended matter (organic and inorganic), total nitrogen, nitrate, nitrite, ammonium, total dissolved phosphorus (organic and inorganic), BOD and thermotolerant coliforms. Higher silicate concentrations were observed in Capivara stream and were related erosive processes in the basin. Electric conductivity, turbidity and suspended matter were higher in the rainy season and chlorophyll in the dry season. A total of 151 taxa, and a maximum abundance of 116,481 ind. m<sup>-2</sup>, were observed. Chironomidae had the highest richness of taxa, followed by Trichoptera, Oligochaeta and Ephemeroptera. Chironomidae was also the most abundant group, followed by Oligochaeta and Ephemeroptera. Ephemeroptera, Plecoptera Trichoptera and *Chironomus* gr. *decorus* were the best (bio) indicators of the environmental conditions. Pardo and Capivara rivers had the best environmental conditions and Lavapés the worst. Most macroinvertebrates were closely related to the substrate conditions. The studied rivers and streams were strongly influenced by longitudinal and seasonal variation, sewage discharges and marginal deforestation. Rapid environmental assessment through application of habitat quality protocol seems to be a useful tool. The environmental legislation is an important tool for the aquatic ecosystems preservation, but a review for lotic environments is necessary. This study shows that Botucatu rivers and streams suffer severe negative impacts and preservation and restoration measures are urgent.

Key words: bioindicator, biotic indexes, Chironomidae, Oligochaeta, Trichoptera, Ephemeroptera.

## 1. Introdução

Os ecossistemas lóticos são fundamentais para o estabelecimento de muitos grupos de organismos no planeta, sendo assim, a disponibilidade e a boa qualidade destes ambientes é essencial para a manutenção da biodiversidade aquática. Historicamente, os rios também têm sido importantes no processo de desenvolvimento da sociedade, que utiliza como recurso tanto a água como a sua biota para o atendimento das mais diversas necessidades.

Nas últimas décadas muitas pessoas e instituições estão voltando seu olhar para os recursos hídricos, que estão se tornando cada vez mais escassos, quantitativa e/ou qualitativamente, devido a intensas práticas humanas.

Através dos séculos, a complexidade dos usos múltiplos da água pelo homem aumentou e produziu um conjunto de degradação e poluição. O aumento e a diversificação dos usos múltiplos da água resultaram em uma multiplicidade de impactos, de diversas magnitudes e amplamente distribuídos. Estes se devem em grande parte à urbanização e aos usos agrícolas e industriais (Tundisi, 2003).

As degradações ambientais estão estreitamente relacionadas com os usos da água e a ocupação das bacias hidrográficas. Grande volume e complexidade de alterações ocorreram pós-revolução industrial (séc. XIX), como resultado da interferência direta das atividades humanas no ciclo hidrológico.

De forma geral as degradações ambientais são geradas pela contaminação através do despejo de esgotos doméstico e industrial, resíduos da agricultura, desmatamento e introdução de espécies exóticas. Tais fatores são os principais responsáveis pelo aumento da velocidade do processo de eutrofização, diminuição de oxigênio dissolvido na água, toxicidade da água, perda de habitat e recursos, erosão, assoreamento, diminuição da quantidade e qualidade da água, deslocamento de espécies nativas e aumento da temperatura (Allan, 2004).

Os impactos são alterações do ambiente responsáveis por qualquer mudança na disponibilidade de recurso e/ou nas condições de habitat que podem resultar na diminuição da diversidade biológica e na modificação da estrutura funcional das comunidades.

De acordo com Wisdom (1956) *apud* Hynes (1963) a poluição é definida como uma adição à água que muda suas qualidades de tal forma que esta não poderá mais ser utilizada na sua forma natural.

Segundo Morley & Karr (2002) a urbanização degrada riachos e rios e contribui para diminuir a saúde ecológica na bacia, no continente e ao redor do globo. A partir de 2025 talvez 60% das pessoas do mundo (Young *et al.*, 1994) e 83% da Europa e Américas (Sheehan, 2001) viverão em cidades. Como consequência, muitos rios urbanos hoje em dia são mais desenhados pela engenharia para controle de fluxo e transporte de sedimento do que por consideração ecológica (Roesner, 1997).

A poluição também causa efeitos sobre a saúde humana. Muitas doenças são transmitidas pela água como a febre tifóide, cólera, infecções no sistema gastrointestinal, vários tipos de parasitas e doenças virais. Os organismos causadores dessas doenças têm sido encontrados nos esgotos (Franco & Landgraf, 2002).

Porém, é muito difícil qualificar e quantificar os impactos, pois eles estão ocorrendo a todo o momento, em muitos locais e sempre há novos impactos e novos problemas que com enorme rapidez e frequência têm efeitos múltiplos diretos e indiretos.

A alteração da paisagem e a degradação dos ecossistemas aquáticos têm ocorrido a uma velocidade superior à geração de conhecimentos sobre a sua estrutura e processos funcionais. Esse conhecimento é importante, e pode ser útil para classificação/enquadramento destes corpos d'água e definição de qualquer estratégia de gestão ambiental.

Todos esses impactos, de alguma forma, são transmitidos para os ecossistemas aquáticos, pois um ecossistema fluvial tem uma enorme superfície de interação com o ambiente terrestre. O rio interage com o ecossistema terrestre em uma unidade funcional mais equilibrada (Margalef, 1983).

Os corpos de água, como todo ecossistema, devem ser analisados como sistemas abertos e precisam ser considerados parte de bacias hidrográficas maiores (Odum, 2007).

Nos sistemas lóticos o canal do rio é apenas uma parte de uma extensa série de biótipos interconectados e de gradientes ambientais que, com suas respectivas comunidades bióticas, o constituem. Num sistema inalterado, os sistemas de rios são caracterizados por múltiplos caminhos interativos operando através de uma ampla escala espaço-temporal. A estrutura de mosaico e a natureza dinâmica dos sistemas de rios mantêm sua integridade funcional (Ward, 1998).

Os rios de pequeno e médio porte são os ecossistemas aquáticos mais representativos da paisagem local de diferentes regiões de São Paulo. Este Estado,

tendo a maior produção econômica e densidade demográfica do país, sofre com a intensa degradação ambiental.

O município de Botucatu, na região central do Estado, se insere neste contexto, com notável perda de qualidade dos recursos hídricos. Isto é reflexo do uso e ocupação desordenados das suas bacias hidrográficas como observado por Kikuchi (1989), Silva (1998), Simões (2004), Moretto & Nogueira (2004), Simões & Simões (2004), Uieda & Motta (2004) e Gralhóz & Nogueira (2006).

O município de Botucatu encontra-se numa região com grandes variações altitudinais (c.a. 400 - 1000m) e de relevo acidentado formado por diversas escarpas, o qual é conhecido como *cuesta* de Botucatu. As características geomorfológicas desta região receberam grande influência da instalação da atual rede de drenagem (Simões & Simões, 2004). As áreas mais elevadas abrigam grande quantidade de nascentes de cursos d'água, que possuem uma significativa relevância regional e contribuem para duas importantes bacias do Estado de São Paulo – Médio Tietê e Alto Paranapanema. Isso faz com que a região possua a característica peculiar de atuar como “divisor de águas”, influenciando na qualidade de água dessas duas bacias.

Esta é uma região peculiar, com uma diversidade de ecossistemas (cerrado, mata atlântica, mata de altitude, várzea), grande potencial turístico relacionado principalmente às suas águas (e.g. cachoeiras) e importante zona de recarga do Aquífero Guarany. A região tem sua importância reconhecida, uma vez que é parte da APA Corumbataí, Botucatu e Tejupá (Decreto Estadual nº 20.960, de 08 de junho de 1983) - perímetro Botucatu (218306 ha). Contudo, a maioria desses ambientes carece de diagnóstico detalhado da qualidade de suas águas e conhecimento de suas comunidades.

Os corpos d'água da região de Botucatu (e.g. Capivara) também constituem em recurso potencial para ser utilizado no abastecimento da população urbana, na agricultura, pecuária e indústria. Estas atividades são significativamente importantes, pois sustentam economicamente parte da população local, além de ser uma importante alternativa de lazer.

Segundo Simões & Simões (2004), Simões (2004) e IPT (1995) a topografia e os tipos de rocha que formam o território de Botucatu são altamente suscetíveis à erosão. Além da fragilidade natural do quadro geológico regional, o avanço da agricultura e urbanização em locais não recomendados (e.g. encostas), antes ocupados pela vegetação nativa da região, especialmente floresta de planalto e

cerrado, tem agravado a situação. As cabeceiras de drenagem estão muito deterioradas, apresentando processos erosivos avançados, como voçorocas.

Segundo Simões (2004) apenas uma porção insignificante dos sedimentos da erosão atinge o mar; a grande maioria é depositada nos ambientes terrestres ou de água doce, como vale dos rios, lagos, reservatórios, várzeas, pântanos, perturbando habitat naturais e contribuindo para a degradação da água. Do ponto de vista dos ecossistemas aquáticos, inúmeros são os impactos decorrentes dos processos de erosão acelerada.

Além das fontes difusas de poluição, que são aquelas associadas a atividades de uso da terra, tais como urbanização, agricultura, pastagem e reflorestamento, que atingem os cursos de água principalmente pelo escoamento de águas pluviais, os recursos hídricos também recebem contribuição de fontes pontuais de poluição, tais como o lançamento de esgoto doméstico, efluentes industriais, etc. (Simões, 2004).

Muitas alterações feitas pelo homem nos rios, intencionalmente ou não, têm causado intensa interrupção das interações ecológicas ao longo da dimensão lateral dos ecossistemas aquáticos. A vegetação marginal pode funcionar como zonas de “tamponamento”, filtrando a poluição não-pontual, como a gerada na atividade agrícola (Allan, 2004; Simões & Cardoso, 1998).

Segundo Tundisi (2003) os pequenos riachos e rios que fluem em diferentes biomas brasileiros são coletores de material alóctone que é transportado para outros sistemas de maior porte. Ferrareze *et al.* (2004), num estudo realizado no rio Paranapanema, observaram que grande parte da interação entre as bacias de drenagem e os reservatórios ocorre via entrada de rios tributários.

Uieda & Motta (2004) citam a retirada da mata de galeria, implantação de pastagens e agricultura até as margens dos rios e a lixiviação de defensivos agrícolas e fertilizantes para o corpo d’água como alguns dos impactos observados no município de Botucatu.

Para Uieda & Motta (2004) a degradação dos ecossistemas aquáticos e terrestres que vem ocorrendo, tanto nas áreas de nascente como ao longo do curso dos rios, pode provocar a extinção de espécies. Os autores observaram uma perda irreversível da biodiversidade de peixes dos riachos da Área de Proteção Ambiental de Botucatu, a partir de estudos realizados nos rios Pardo, Capivara e Lavapés.

Quando ocorrem alterações das condições ou recursos do habitat, a dimensão do nicho no qual o organismo sobrevive é alterada e um novo hipervolume é criado (Tundisi & Matsumura- Tundisi, 2008).

A saúde do ecossistema aquático é refletida na saúde dos organismos que o habitam, pois estes são considerados sensores fundamentais que respondem a qualquer estresse afetando aquele sistema (Loeb, 1993).

Os macroinvertebrados bentônicos têm sido considerados como os componentes dos sistemas lóticos que melhor refletem o grau de integridade do ambiente (Wiederholm, 1980; Rosenberg & Resh, 1993; Moulton, 1998; Callisto *et al.*, 2000; Donald, 2004; Kleine & Trivinho-Strixino, 2005).

Os macroinvertebrados bentônicos compreendem os animais invertebrados, com tamanho de 2 a 5 mm que habitam, ou que passam pelo menos parte do ciclo de vida, nos substratos de fundo ou na superfície destes em corpos de águas continentais. Quase todos os grupos taxonômicos que ocorrem em águas continentais têm algum representante no substrato de fundo (Hynes, 2001).

Os principais grupos zoológicos encontrados nos sedimentos de águas continentais são os Cnidaria, Bryozoa, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida (Oligochaeta e Hirudinomorpha), Mollusca (Gastropoda e Bivalvia), Crustacea (Ostracoda, Isopoda, Decapoda, Amphipoda, Cladocera, Copepoda), Arachnida (Hydracarina), Collembola, Insecta (Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Megaloptera, Neuroptera, Lepdoptera, Hemiptera, Coleoptera, Trichoptera, Díptera) (Esteves, 1998; Margalef, 1983; Rosemberg & Resh, 1993). A maioria desses organismos é encontrada em ambientes de águas correntes, rios e riachos (Hynes, 2001).

O conjunto de organismos de diferentes espécies interagem formando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Esse grupo caracteriza-se por ter grande número de indivíduos, extraordinariamente diversificados como conseqüência histórica da evolução e do efeito multiplicador de nichos ecológicos (Margalef, 1983).

Segundo Allan (1995), a estrutura da comunidade é resultado da síntese de todos os fatores ambientais e interações ecológicas que influenciam uma assembléia de espécies co-ocorrentes.

A comunidade zoobentônica é muito importante no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes, pois auxilia na decomposição da matéria orgânica, é parte da cadeia alimentar e atua na liberação de nutrientes através da atividade mecânica, e também são importantes no transporte de material para outros ambientes (e.g. aquático - terrestre) (Esteves, 1998).

A distribuição e as características da comunidade de macroinvertebrados bentônicos são determinadas por uma série de fatores, chamados fatores controladores. Os principais fatores controladores são velocidade da corrente, temperatura, substrato e tipo de sedimentação, substâncias dissolvidas, distúrbios (seca e enchente), alimento, luminosidade, hábitos de ovoposição, competição e outras interações bióticas e padrões zoogeográficos. Porém, é importante não analisar esses fatores isoladamente (Esteves, 1998; Hynes, 2001).

Em ambientes lóticos, a correnteza e o substrato são os fatores mais importantes, dessa forma, as comunidades se organizam em torno do fluxo e são suportadas por material alóctone (Allan, 1995; Esteves, 1998; Hynes, 2001).

Em locais profundos, a região litorânea, geralmente, tem maior abundância e diversidade, que está associado com as condições mais favoráveis, de oxigenação, produtividade primária, diversidade alimentar, de habitat e de nichos. As regiões profundas são mais homogêneas, com abundância elevada de poucas espécies, pois existe pouca variação anual de temperatura e de diversidade de cadeias alimentares.

Tanto em ambientes com características lóticas quanto lênticas uma grande quantidade de organismos pode ser acrescentada na presença de plantas (e.g. macrófitas aquáticas) (Hynes, 2001).

No sedimento, a distribuição vertical está relacionada, principalmente, com teor de oxigênio, sendo que até os primeiros 5 cm encontra-se a maioria dos organismos, em substrato orgânico ocorre a maior colonização (até 15 cm) e em arenosos, menor (até 5 cm). Desta forma, a distribuição da comunidade é heterogênea.

A vida em ambiente aquático de água doce originou-se de ancestrais marinhos ou terrestres isso demandou uma série de adaptações fisiológicas, como aquelas relacionadas à osmorregulação e à respiração (Pennak, 1991). Em sistemas lóticos os organismos possuem uma série de adaptações. Estas podem ser morfológicas, como achatamento do corpo, formato fusiformes, redução das estruturas salientes, ventosas, ganchos e outras estruturas de fixação, tamanho pequeno, produção de seda e secreções adesivas, depósitos com formação de casulos e conchas mais grossas; e/ou comportamentais - viver junto à vegetação, evitar corrente e hábitos crípticos, maior habilidade de natação e movimento. Os animais que vivem na correnteza também são metabolicamente mais ativos. Existem outros processos seletivos atuantes, decorrentes das interações ecológicas. Essas

características tornam o animal cada vez mais especializado para esse determinado tipo de ambiente (Pennak, 1991; Allan, 1995; Hynes, 2001).

A maioria dos organismos bentônicos possui um mecanismo de alimentação não seletivo, com flexibilidade da dieta (Nessimian & Sanseverino, 1998; Hynes, 2001). Uma forma importante de analisar a fauna de macroinvertebrados bentônico é através das guildas, como na organização dos organismos em grupos funcionais de alimentação, ou seja, na distinção entre os grupos funcionais com base na forma de obtenção do alimento (fragmentadores, coletores, filtradores e raspadores) (Allan, 1995).

O alimento pode ser de origem alóctone ou autóctone. Sendo que o de origem alóctone é a principal fonte em riachos, principalmente nas áreas de cabeceira (Vannote *et al.*, 1980). Isto também demonstra a importância do estado de preservação da área de entorno e bacia de drenagem.

O transporte horizontal é o mais importante em rios e no caso da comunidade bentônica a população de cada trecho é influenciada pela água que vem de zonas superiores (Margalef, 1983).

Vannote *et al.* (1980) sugerem que a estrutura e funcionamento das comunidades de riachos se ajustam a certas mudanças das variáveis geomorfológicas, físicas e bióticas como as de fluxo, morfologia do canal, carga de detritos, tamanho da partícula orgânica, características de produção autotrófica e respostas térmicas.

As alterações do meio determinam um rearranjo nas comunidades biológicas e resultam no estabelecimento de novas assembléias, cujas características podem fornecer informações sobre os impactos ambientais (Loeb, 1993).

Sendo assim, informações sobre tais organismos, associadas a dados físicos e químicos dos diferentes corpos d'água, poderão ser extremamente úteis para a definição de um monitoramento preciso da qualidade de água.

Os macroinvertebrados bentônicos são considerados bioindicadores, pois as espécies ou assembléia de espécies têm necessidades particulares com respeito a um conjunto de variáveis físicas ou químicas. Alterações na presença/ ausência, número, morfologia, fisiologia, ou comportamento das espécies indicam que as variáveis físicas, químicas e biológicas estão fora dos seus limites de tolerância. Organismos indicadores ideais são aqueles que têm tolerância ambiental estreita e específica (Rosemberg & Resh, 1993). O conceito de indicador biológico surgiu com



os trabalhos de Kolkwitz & Marson (1908, 1909) *apud* Cairns & Pratt (1993) sobre a saprobidade em rios com contaminação por matéria orgânica.

Várias vantagens são apontadas para o uso de macroinvertebrados bentônicos como indicadores biológicos: são organismos onipresentes, com grande número de espécies e de indivíduos, identificação e amostragem relativamente fáceis, metodologia padronizada, natureza basicamente sedentária, permite efetiva análise espacial do poluente ou efeito de distúrbio, vivem no sedimento, são organismos grandes, ciclo de vida relativamente longo e têm sido usados em muitos estudos (Jonhson *et al.*, 1993; Kleine & Trivinho-Strixino, 2005).

Os indicadores podem gerar resposta em nível de organismo (bioquímicos, fisiológicos, deformidades morfológicas e comportamento), de história de vida (sobrevivência, crescimento, reprodução), através de organismos sentinela (acumulação) e em nível de população e assembléias, relacionado com riqueza taxonômica e abundância (Jonhson *et al.*, 1993).

Os trabalhos com bioindicação podem ser de reconstituição de fatos passados (paleomonitoramento), de previsão/prevenção do estado futuro ou de constatação do estado presente, como neste estudo.

Desta forma, o monitoramento biológico se fundamenta em conceitos ecológicos e na observação da resposta dos organismos que vivem no ambiente. Assim, as informações sobre a distribuição espacial e temporal dos organismos, e de dados descritivos como abundância e frequência, são utilizados como ferramentas em avaliação e monitoramento da biota, visando detectar possíveis alterações, principalmente as antrópicas.

O monitoramento biológico é rudimentar e, oficialmente nasceu na Europa no século XX. Atualmente, esse tipo de análise faz parte de diversos programas de monitoramento tendo um importante papel na legislação ambiental de certos estados e países da Europa, América do Norte e Austrália. Entretanto, tais propostas devem estar baseadas em conhecimento prévio obtido a partir do desenvolvimento de projetos de pesquisa bem elaborados, que considerem as relações ecossistêmicas de uma forma integrada (Cairns & Pratt, 1993; Torralba-Burrial & Ocharan, 2007).

Os estudos que consideram a estrutura das associações de invertebrados aquáticos e sua relação com a qualidade da água têm sido realizados durante quase um século. Tais estudos mais detalhados demandam muito tempo, profissionais especializados e são caros. Os “protocolos de avaliação rápida” (RAP - Rapid Assessment Protocols) são uma alternativa eficiente (custo-benefício), ou pelo

menos complementar, para a avaliação da qualidade ambiental, especialmente em ecossistemas lóticos. Atualmente 80% dos protocolos são para rios, 10% para lagos e 10% para ambos (Hilsenhoff, W. L. 1988; Resh & Jackson, 1993; Moulton, 1998).

Índices bióticos se tornaram populares porque incorporam respostas biológicas em uma expressão numérica que pode ser entendida facilmente. Os índices bióticos assumem que locais ou sistemas poluídos contêm menos espécies do que os não poluídos e que as espécies tendem a ser removidas seletivamente ao longo de um gradiente de poluição, de acordo com sua susceptibilidade ao poluente (Resh & Jackson, 1993).

A elaboração de protocolos adequados às diferentes condições locais/regionais terão grande importância para o gerenciamento dos recursos hídricos locais. Resh & Jackson (1993) chamam a atenção para a necessidade do ajuste dos protocolos às condições locais e regionais baseado nas tolerâncias dos organismos e processos de aclimatação.

O uso de bioindicadores para a avaliação da qualidade de água no Brasil é incipiente, porque o conhecimento das espécies tropicais ainda é deficiente. Existem muitos métodos desenvolvidos nos países de clima temperado para a avaliação biológica da qualidade de água, mas são de uso limitado para os rios tropicais porque diferem nas espécies encontradas (Junqueira & Campos, 1998).

Os estudos mais adequados são os que adotam uma abordagem sistêmica, privilegiando as relações entre os principais componentes do ecossistema, ou seja, as relações entre o meio físico e os organismos e entre os próprios organismos.

A biodiversidade dos ecossistemas aquáticos continentais é fundamental para a manutenção da estabilidade, da continuidade dos “serviços” proporcionados e continuidade dos ciclos, como, por exemplo, de carbono, nitrogênio e fósforo (Tundisi, 2003).

Nos estudos ecológicos de águas correntes, os conhecimentos hidrológicos são indispensáveis para qualquer interpretação das condições ambientais, das comunidades e na avaliação de poluição ou influências antropogênicas em geral. A zonação ecológica e biogeográfica dos rios resulta dessas modificações ao longo de seu curso (Schäfer, 1984).

O estudo das características físicas e químicas da água é importante, pois estas são responsáveis por muitos fatores que determinam o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e são um dos únicos aspectos contemplado na legislação

brasileira quando se fala de qualidade de água e que desta forma, são responsáveis por uma série de tomadas de decisão (CONAMA 357/ 2005).

Os teores de nutrientes na água estão freqüentemente relacionados ao grau de poluição doméstica e agropecuária de um ecossistema aquático. Altos valores de nutrientes são, muitas vezes, interpretados como indicadores de meio poluído, apresentando um estado avançado de eutrofização. Daí, a importância dada à determinação dos nutrientes na elaboração de diagnósticos ambientais (Carmouze, 1994).

A interface água-sedimento e o sedimento superficial podem ter um papel importante no funcionamento do ecossistema. São locais de decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes e afetam diretamente a distribuição dos organismos bentônicos (Håkanson & Jansson, 1983; Mozeto *et al.*, 2006).

O uso de sedimento é muito importante em programas de controle de poluição da água. Amostras de sedimento podem revelar quais áreas são poluídas, os padrões de distribuição, desenvolvimento histórico e qual é a substância contaminante e sua quantidade (Håkanson & Jansson, 1983).

O monitoramento ambiental é o primeiro passo importante para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado, que possa ser útil ao planejamento e ao gerenciamento (Tundisi, 2003).

Segundo Hugues (1995), quando se pretende avaliar o estado da saúde de um corpo de água ou implementar adequadamente um critério biológico, uma condição de referência deve ser determinada para cada tipo de corpo de água ou população. Um melhor gerenciamento de programas de poluição difusa pode ser modelado depois do estabelecimento de locais de referência.

Atualmente as modificações humanas nos sistemas aquáticos são muito difundidas sendo poucos os rios sem distúrbios. Muitas influências humanas são difíceis de detectar, o que aumenta o risco de ter local de referência com impacto não reconhecido. Os locais de referência geralmente são aqueles locais impróprios para a atividade de exploração humana e não são representativos de áreas com solo produtivo. Portanto, rios supostamente de águas prístinas podem ter distúrbios antropogênicos críticos ou ter tido no passado. Assim os locais de referência não são completamente livres de impactos (Chessman & Royal, 2004).

Chessman & Royal (2004) atentam para o fato de que a escolha do local de referência é muito subjetiva, baseada na opinião de especialistas e na inspeção visual. Assim, a escolha não é experimental, sem influência humana. Desta forma,

quando se compara um local de referência como local a ser avaliado podem ocorrer muitos erros.

Hugues (1995) reconhece a dificuldade, porém enfatiza a importância dessa seleção de locais de referência regionais que sejam os menos impactados e recomenda o estabelecimento de critérios biológicos mais severos de acordo com o ecossistema aquático e a atuação de profissionais experientes.

O questionamento principal que se deve fazer não é se podemos fazer o tempo voltar para a época quando a maioria dos sistemas tinha integridade biótica, mas se há formas de desacelerar ou reverter a contínua e rápida degradação dos ambientes e a concomitante perda de integridade biológica e diversidade (Hugues, 1995).

Hughes (1995) apóia a utilização de múltiplas variáveis para a determinação de locais de referência, através de ecoregiões de referência, dados históricos, paleolimnologia ou modelagem.

Quando não há locais adequados a alternativa é definir condições de referência ou buscar locais com menor nível de distúrbio humano possível (Norris & Thoms, 1999; Chessman & Royal, 2004).

Assim, se os dados indicarem a deterioração do ambiente e para se recomendar práticas administrativas para corrigir as condições de deterioração, é fundamental o trabalho de alertar os administradores e o público.

Segundo Tundisi (2003), o efetivo gerenciamento de recursos hídricos implica na constante avaliação da qualidade e quantidade da água, simultaneamente, a fim de que se conheça adequadamente o estado dos mesmos, seu potencial e possíveis problemas agregados a partir de contaminação e poluição. Para isso, é necessária uma forte fundamentação conceitual baseada no entendimento de atributos estruturais e funcionais, incluindo gradientes de recursos longitudinal, dinâmica de áreas alagáveis, interação com água subterrâneas e todos os regimes de distúrbio (Ward, 1998).

A implantação de legislação local e regional e a proteção de bacias interestaduais são focos relevantes de atuação em todas as bacias hidrográficas. Para enfrentar esse desafio, é preciso de legislação descentralizada por região e bacia (Tundisi, 2003).

Segundo Tundisi (2003) somente a aplicação do conhecimento dos principais processos e mecanismos ecológicos poderá dar a fundamentação necessária para a

---

recuperação dos ecossistemas degradados e a proteção necessária àqueles ainda não ameaçados.

Assim, é de grande importância a realização de estudos detalhados das redes hidrográficas regionais, conforme proposto neste estudo para o município de Botucatu, através de análises integradas físicas, químicas e biológicas.

## **2. Objetivo geral**

O presente trabalho buscou avaliar a qualidade ambiental e a fauna de macroinvertebrados bentônicos dos principais rios do município de Botucatu e região (rios Capivara, Lavapés, Araquá e Pardo) a partir de análises realizadas nas estações chuvosa e seca de 2007.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Análise comparativa dos rios estudados com base nas variáveis físicas, químicas e microbiológicas da água;
- Análise comparativa dos rios estudados com base nas variáveis físicas e químicas e porcentagem de matéria orgânica dos sedimentos;
- Análise comparativa dos rios estudados com base nas associações de macroinvertebrados bentônicos;
- Aplicar e avaliar a utilização de um protocolo de avaliação rápida (RAP) na região.

### 3. Área de Estudo

As sub-bacias dos rios Capivara, Lavapés, Pardo e Araquá estão inseridas nas províncias de cuesta Basáltica e Depressão Periférica. A altitude varia de 550 m a 940 m (Figura 1).

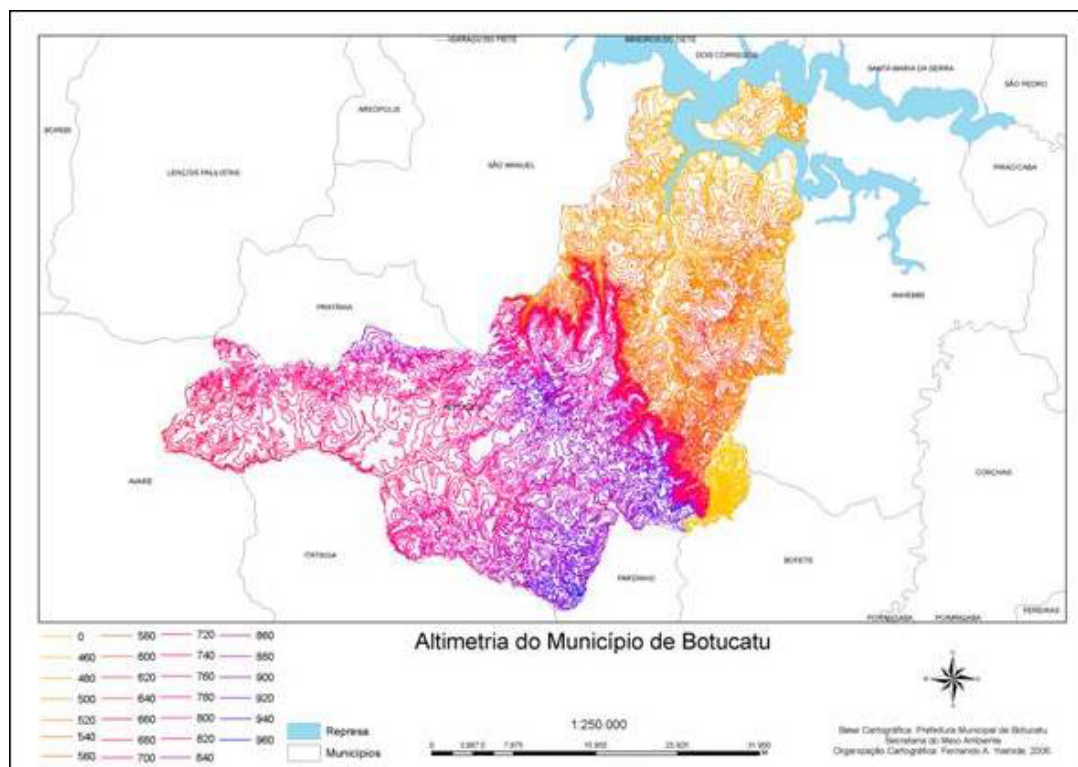


Figura 1: Mapa de altimetria do município de Botucatu.

A cobertura vegetal original da região de Botucatu corresponde aos cerrados, cerradões, mata mesófila semidecídua, matas ciliares e as formações associadas aos banhados, que hoje é essencialmente representada por matas secundárias. Apesar do impacto gerado pela expansão da agropecuária, observam-se ainda diversas áreas que apresentam cobertura vegetal natural de grande importância e que estão associadas, em geral, às escarpas das cuestas basálticas, fundos de vales e planícies fluviais, além dos remanescentes de matas mesófilas localizadas nas colinas suaves (Atlas U.C., 2000).

Além dos remanescentes florestais, o município de Botucatu está inserido na área de recarga do Aquífero Guarany, aumentando a importância da preservação da área na forma da APA Corumbataí, Botucatu e Tejuapé (Decreto Estadual nº 20.960, de 08 de junho de 1983) - perímetro Botucatu (218306 ha).

A área caracteriza-se por uma instabilidade geotectônica, onde ocorrem processos de escorregamento, rastejo e queda de blocos nas escarpas da Serra de

Botucatu, e muito localmente, em encostas íngremes do reverso da “Cuesta”. Devido às fragilidades do quadro geológico regional o Instituto de Pesquisas Tecnológicas classificou o município como de alta criticidade em relação aos processos erosivos. Os solos ocorrentes nesta área são latossol vermelho amarelo- fase arenosa, latossol roxo, regossol “intergrade” para podzólico vermelho- amarela e “intergrade” para latossolo vermelho- amarelo, litossol fase substrato basáltico e hidromórfico (Simões & Cardoso, 1998).

O clima da região é do tipo Cfa segundo a classificação climática proposta por Köeppen (1948) que pode ser entendido como temperado chuvoso.

A área da bacia do rio Pardo no município de Botucatu é de 72 Km<sup>2</sup>. De acordo com Simões et al. (1999) esta bacia é a mais preservada do município, possui 27,68% das áreas de preservação permanente, 47,78% são áreas desmatadas ocupadas por pastagens, 4,57% culturas, 1,54% área urbana. Na região de estudo o rio Pardo é responsável pelo fornecimento de água para abastecimento dos municípios de Pardinho e Botucatu.

O rio Lavapés com 107,71 Km<sup>2</sup> de área da bacia atravessa grande parte da área urbana de Botucatu, desaguando na represa de Barra Bonita (rio Tietê). Este apresenta um quadro ambiental muito deteriorado, no que tange à poluição da águas, o assoreamento e a grave erosão do solo, em razão de vários fatores, entre eles o intenso desmatamento, áreas urbanas irregulares, aportes de resíduos industriais e agrícolas. A estação de tratamento de esgoto (ETE) entrou em funcionamento no início do ano de 2006, até então o rio Lavapés recebia todo o esgoto doméstico sem qualquer tratamento.

O rio Capivara, que passa pela área rural do município, possui área da bacia de 99 km<sup>2</sup>. A sua principal forma de degradação está associada ao desflorestamento de suas margens, agricultura de monoculturas e a pecuária extensiva.

O rio Araquá possui área total da bacia de 31,66 km<sup>2</sup>. Este rio, através da entrada do ribeirão Cintra, recebe os efluentes parcialmente tratados, da universidade Júlio de Mesquita Filho (UNESP), campus de Rubião Júnior, também possui pouca mata ciliar e sofre impacto da produção de monoculturas.

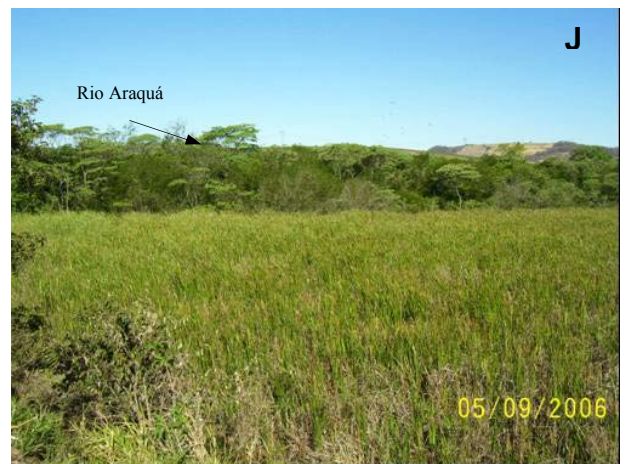
A Figura 2 procura ilustrar os principais usos e ocupação do solo das bacias e as estações de amostragem. A Figura 3 mostra, através de uma imagem de satélite, aspectos gerais sobre a geomorfologia e a ocupação do solo.



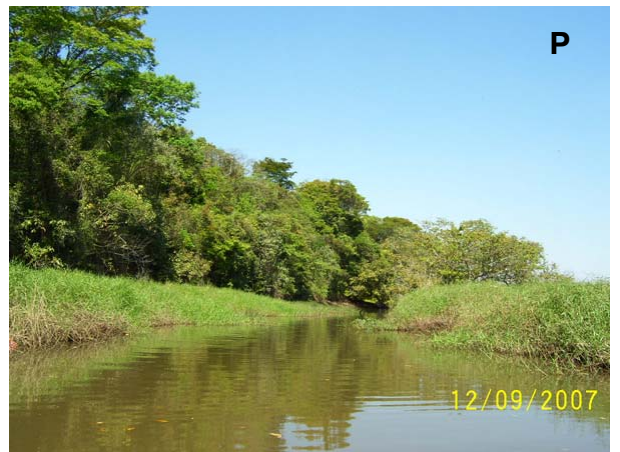
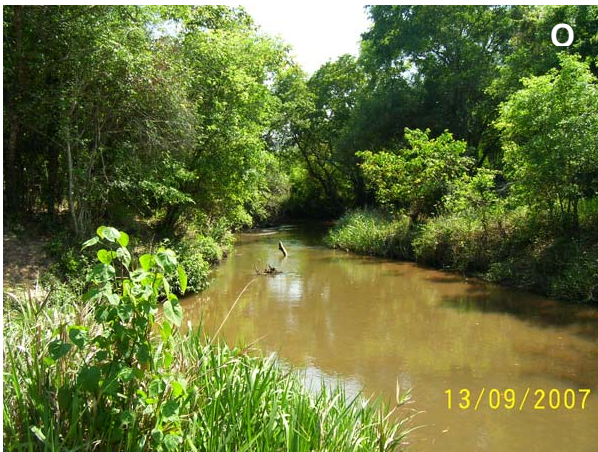
USO E OCUPAÇÃO



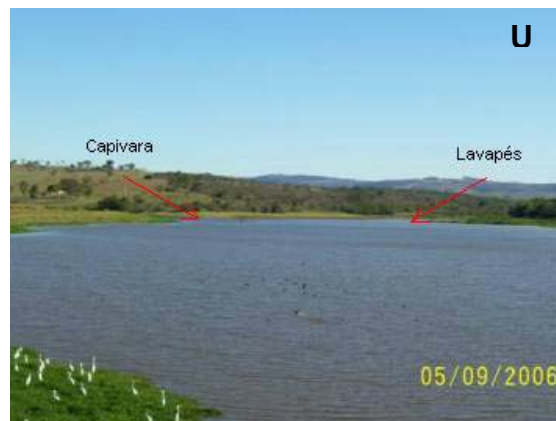
# RIO ARAQUÁ



## RIO CAPIVARA



## RIO LAVAPÉS



## RIO PARDO

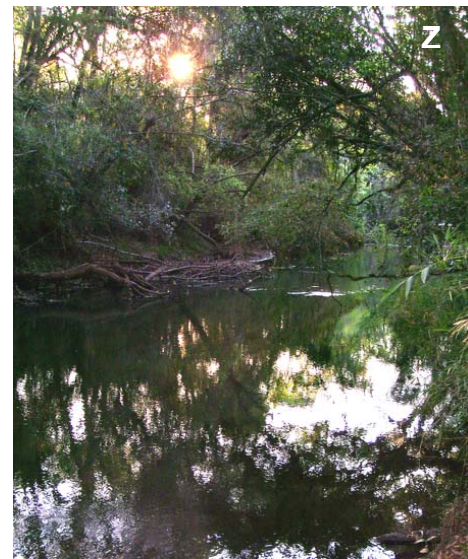


Figura 2: Uso e ocupação do solo (A – solo descoberto, queimada – bacia do rio Araquá; B – cuesta basáltica com fragmentos florestais – bacia do rio Capivara; C – erosão – bacia do rio Capivara; D – cultivo de monoculturas – bacia dos rios Lavapés e Capivara; E– cultivo de monoculturas e represa Vêu de Noiva – bacia do rio Pardo, F– cultivo de monoculturas – bacia dos rios Lavapés e Capivara) e estações de amostragem (G – A1; H – A2; I – A3; J – A3 várzea; K – A4; L – A5; M – C1; N – C2; O – C3; P – C4; Q – L1; R – L2; S – L3; T – L4; U – foz dos rios Lavapés e Capivara; V – P1; X – P2; Y – P3; Z – P4).

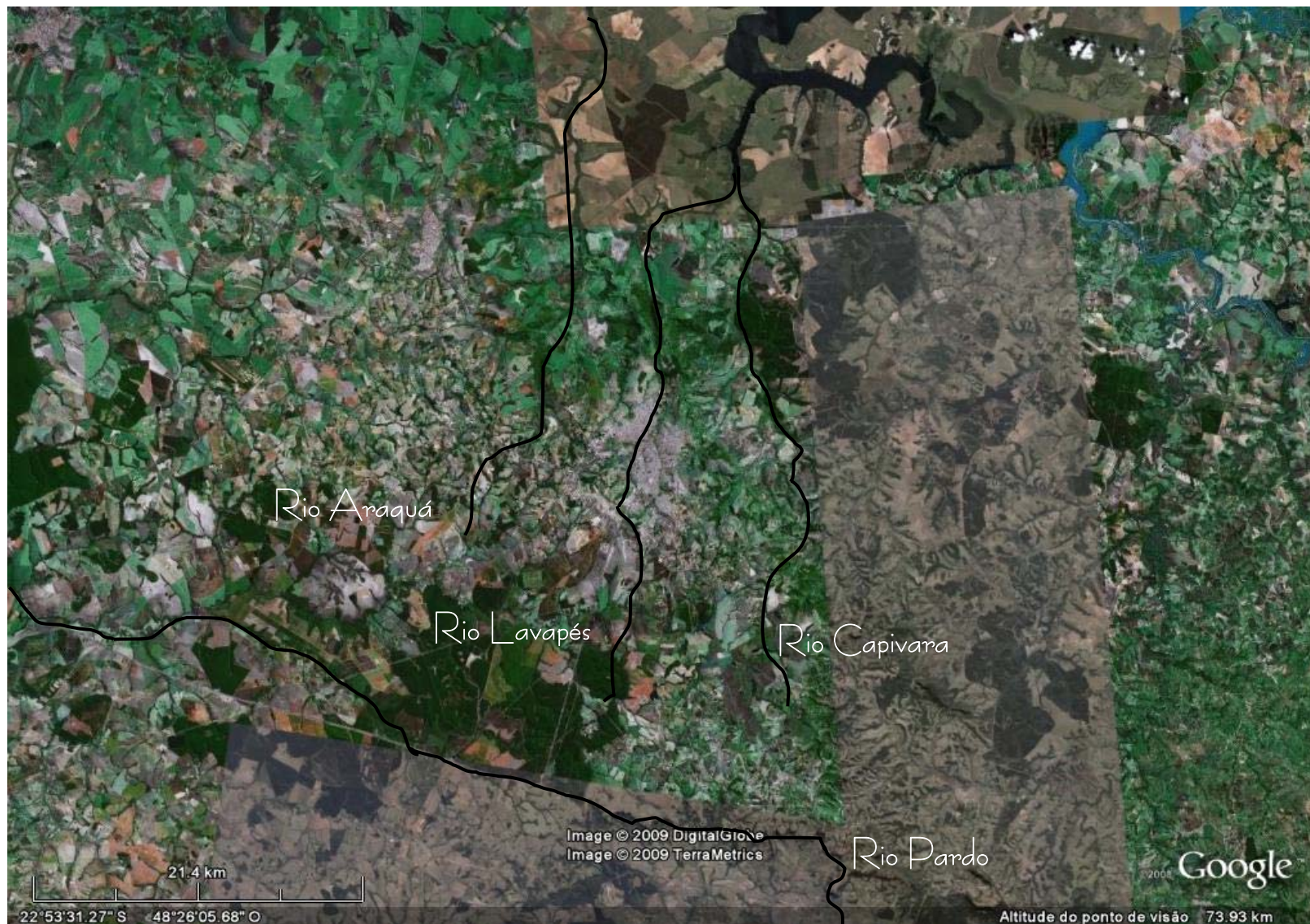


Figura 3: Imagem de satélite que mostra aspectos gerais sobre a geomorfologia e uso do solo da área de entorno dos rios Araquá, Lavapés, Capivara e Pardo.

## 4. Material e Métodos

### 4.1. Estações e períodos de amostragem

Foram realizadas duas campanhas para coleta de amostras de água, sedimento e fauna de macroinvertebrados bentônicos nos rios Lavapés, Capivara, Pardo e Araquá (Figura 4), representativas do período chuvoso (março/2007) e seco (setembro/2007).

A Tabela I contém a denominação das estações de amostragem, numeradas de forma seqüencial e crescente no sentido da foz, as coordenadas de localização geográfica obtidas com o GPS Garmin Etrex e a ordem de cada trecho.

Tabela I: Denominação e localização geográfica dos pontos amostrados.

Estação de Amostragem	Coordenadas geográficas	Elevação (m)	Ordem do trecho	Estação de Amostragem	Coordenadas geográficas	Elevação (m)	Ordem do trecho
1- Araquá 1 (A1)	22°50'46.6" 48°30'37.45"	719	3°	10- Lavapés 1 (L1)	22°55'29.7" 48°27'31.4"	797	1°
2- Araquá 2 (A2)	22°52'02.8" 48°29'51.8"	777	3°	11- Lavapés 2 (L2)	22°50'46.0" 48°25'36.1"	733	3°
3- Araquá 3 (A3)	22°44'50.4" 48°28'31.1"	470	4°	12- Lavapés 3 (L3)	22°44'32.5" 48°23'18.0"	453	3°
4- Araquá 4 (A4)	22°39'27.7" 48°27'25.7"	453	4°	13- Lavapés 4 (L4)	22°44'13.7" 48°22'47.5"	460	4°
5- Araquá 5 (A5)	22°39'04.1" 48°27'11.1"		4°	14- Pardo 1 (P1)	23°03'33.2" 48°23'19.0"	861	2°
6- Capivara 1 (C1)	22°56'22.8" 48°24'04.8"	814	2°	15- Pardo 2 (P2)	22°59'26.7" 48°25'42.2"	814	4°
7- Capivara 2 (C2)	22°53'54.4" 48°23'11.2"	557	4°	16- Pardo 3 (P3)	22°58'26.2" 48°27'56.0"	801	4°
8- Capivara 3 (C3)	22°45'23.6" 48°21'57.9"	446	5°	17- Pardo 4 (P4)	22°56'57.5" 48°35'16.1"	767	4°
9- Capivara 4 (C4)	22°41'15.2" 48°22'26.2"	450	5°				

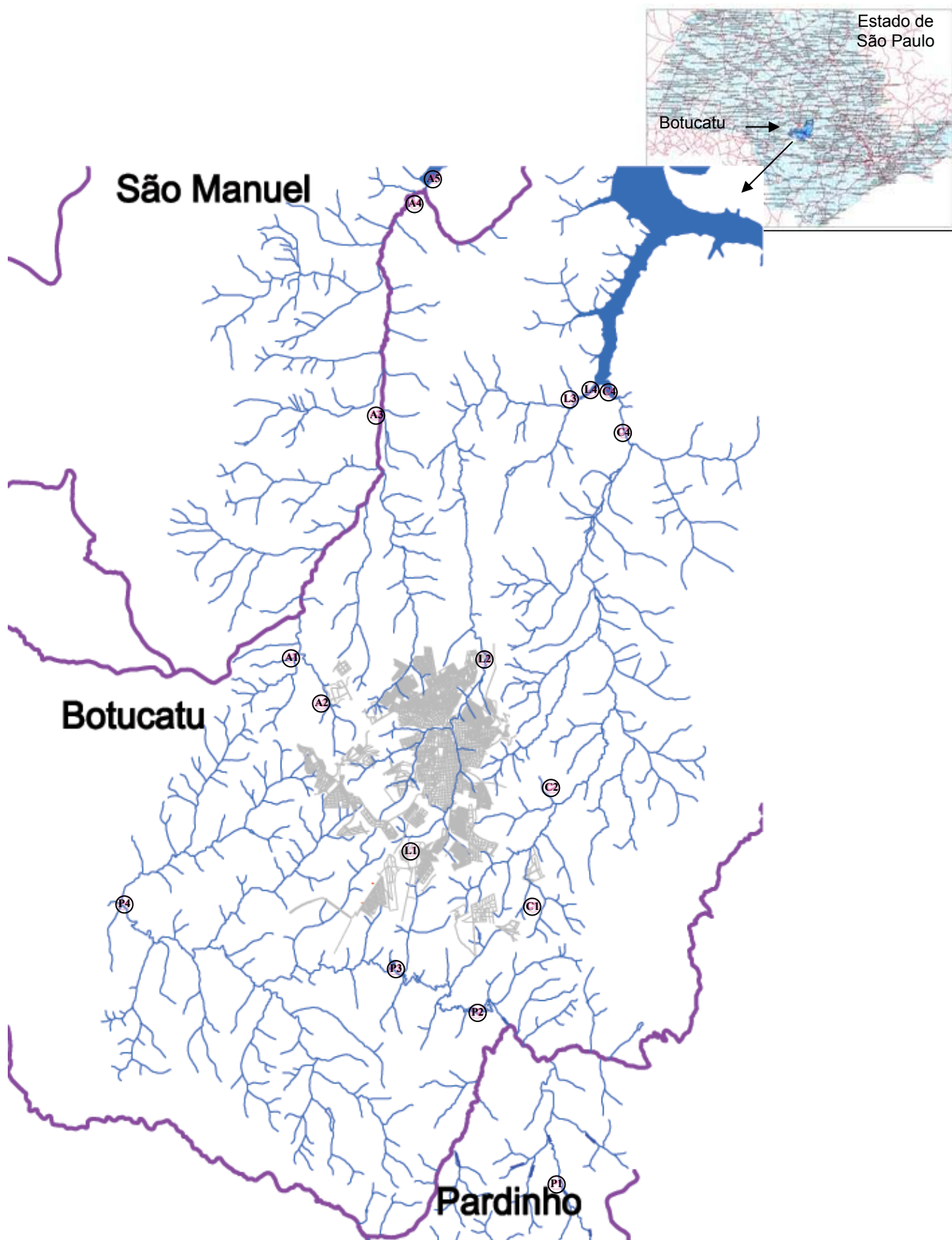


Figura 4: Área de estudo com a localização dos pontos de amostragem. Em cinza está a área urbana.

Fonte: Coordenadoria de assistência técnica integral (CATI) – Eng. Agrônomo Ricardo Henrique Casini Chiarelli.



As coletas foram realizadas nos dias 5 (A3, A4 e A5), 6 (A1, A2 e C4), 7 (L3, L4, C1, C2 e C3), 12 (L1 e L2) e 21 (P1, P2, P3, P4) de março, para representar o período chuvoso e 10 (L1, C1, P1, P2, P3, P4), 11 (L2, A1, A2), 12 (L4, C4, A3, A4, A5) e 13 (L3, C2, C3) de setembro, representando o período seco. No mês de março as datas das coletas foram espaçadas devido à impossibilidade de amostragem no rio Pardo por causa do grande volume de água.

A Tabela II apresenta alguns dados gerais referentes aos dias em que foram realizadas as amostragens no campo, como data hora e condições do tempo.

Tabela II: Data, horário e condições do tempo durante as coletas. Ensolarado (E); ensolarado com nuvens (E+N); ensolarado com vento (E + V).

Estações de Amostragem	Período Chuvoso			Período Seco		
	Data Coleta	Hora Coleta	Condições Tempo	Data Coleta	Hora Coleta	Condições Tempo
Araquá1	06/mar	9h	E	11/set	9h20	E + V
Araquá2	06/mar	14h10	E	11/set	11h05	E + V
Araquá3	05/mar	9h	E	12/set	9h55	E
Araquá4	05/mar	14h40	E	12/set	11h05	E
Araquá5	05/mar	11h50	E	12/set	12h05	E + V
Capivara1	07/mar	17h40	N	10/set	13h55	E
Capivara2	07/mar	13h45	E + N	13/set	9h02	E
Capivara3	07/mar	12h40	E	13/set	10h53	E
Capivara4	06/mar	11h	E	12/set	13h50	E
Lavapés1	12/mar	10h50	E	10/set	11h20	E
Lavapés2	12/mar	13h25	E	11/set	12h43	E + V
Lavapés3	07/mar	14h20	E	13/set	11h50	E
Lavapé 4	06/mar	11h50	E	12/set	14h45	E
Pardo1	21/mar	9h20	E	10/set	15h05	E
Pardo2	21/mar	15h25	E + N	10/set	12h45	E
Pardo3	21/mar	13h20	E + N	10/set	9h35	E
Pardo4	21/mar	11h40	E + N	10/set	17h	E

## 4.2. Dados climatológicos

Os dados de precipitação pluviométrica e temperatura do ar foram obtidos junto à estação climatológica do Campus da Unesp de Botucatu – Fazenda Lageado.

A temperatura do ar nas estações de amostragem também foi medida, através de termômetro com bulbo de mercúrio, certificado pelo Inmetro.

A luminosidade foi medida através de um luxímetro Panlux eletrônico da marca Gossen.

### **4.3. Características hidrológicas**

#### **4.3.1. Largura e profundidade**

Foram medidas com o uso de uma régua.

#### **4.3.2. Velocidade**

A velocidade foi medida através de um correntômetro Flowatch e pelo método do flutuador (Azevedo Netto et al., 1998) e, sempre que possível, na margem direita, meio e margem esquerda.

#### **4.3.3. Vazão**

Segundo o procedimento descrito por Linsley et al. (1982), a vazão foi determinada a partir da velocidade média multiplicada pela área da seção transversal.

### **4.4 Análise da água**

As informações a seguir foram obtidas na superfície da coluna d'água, no meio do canal da seção transversal.

#### **4.4.1. Transparência da água**

A transparência da água foi determinada através do desaparecimento visual do disco de Secchi.

#### **4.4.2. Turbidez**

Amostras foram coletadas na superfície e leitura feita em laboratório com turbidímetro MS Tecnopon.

#### **4.4.3. Oxigênio dissolvido, pH, condutividade elétrica, potencial de óxido redução e temperatura**

Estas variáveis foram medidas diretamente na coluna d'água através da sonda Horiba- Mod. U22.

#### 4.4.4. Material em suspensão

Para esta análise as amostras coletadas foram filtradas em membranas Millipore AP40, com o auxílio de bomba a vácuo, para a retenção de material suspenso num volume conhecido de água. Os filtros foram previamente secos (70°C durante 24h) e pesados em balança analítica Denver (0,00001g de precisão). Para os sólidos a determinação foi feita segundo o princípio gravimétrico descrito em Cole (1979), discriminando as frações mineral e orgânica (forno mufla 450 °C; 1h).

#### 4.4.5. Nitrogênio e fósforo total

As amostras coletadas foram armazenadas em frascos de polietileno e imediatamente congeladas. As análises foram feitas após digestão da amostra (Valderrama, 1981).

#### 4.4.6. Nutrientes dissolvidos: nitrato, nitrito, amônia, fosfatos e silicato

As amostras coletadas foram filtradas em membrana Millipore AP40, com auxílio de bomba a vácuo, e imediatamente congeladas. Em laboratório as análises seguiram os seguintes métodos: nitrito - Bendchreider & Robinson (1952) (apud Golterman et al., 1978); nitrato - Mackereth et al. (1989); amônio – Koroleff (1976); fosfatos – Strickland & Parsons (1960); silicato – Golterman et al. (1978).

#### 4.4.7. Clorofila-a

As amostras coletadas foram filtradas com uma bomba a vácuo utilizando membranas Millipore AP40. A determinação foi feita de acordo com Talling & Driver (1963), utilizando-se como solvente acetona 90% a frio e maceração manual dos filtros.

#### 4.4.8. Coliformes totais e termotolerantes

Foi utilizado o método de determinação simultânea de coliformes totais e termotolerantes, cujo princípio é uma reação enzimática de hidrólise do substrato que leva uma mudança de cor após a reação (24-28 horas). Tal análise permite a determinação do número mais provável (NMP) de organismos, em base a consulta à tabela fornecida pelo fabricante do teste (Colilert 18®).

O método de coliformes termotolerantes determina as bactérias *Escherichia coli* e outras como as dos gêneros *Enterobacter* e *Klebsiella*.

#### 4.4.9. Demanda bioquímica de oxigênio – DBO

O teste de DBO foi feito a partir da análise das concentrações inicial e final de oxigênio dissolvido presente na amostra (amostra propriamente mais água de diluição). A incubação foi de 5 dias à temperatura de 20° (APHA, 1998).

### 4.5 Análise de sedimentos

Em cada estação de amostragem foi coletada uma amostra de sedimento, com pegador do tipo Van Veen, para as seguintes análises:

#### 4.5.1. Granulometria

As porcentagens de areia, silte e argila foram determinadas seguindo o método descrito em Håkanson & Jansson (1983).

#### 4.5.2. Nitrogênio orgânico total

O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldhal, utilizando analisador de nitrogênio da marca Tecnal.

#### 4.5.3. Fósforo total

O fósforo total foi determinado segundo o método descrito por Andersen (1976) de extração e ebulição com HCL 1N e análise em espectrofotômetro através do método do azul de molibdênio.

#### 4.5.4. Matéria orgânica e porcentagem de água no sedimento

Para a determinação da porcentagem de matéria orgânica o sedimento foi processado e analisado segundo o método de Håkanson & Jansson (1976).

### 4.6 Comunidade bentônica

Em cada estação de amostragem foram coletadas três amostras com surber (área de 0,09m<sup>2</sup>) ou pegador de Van Veen (área de 0,0324m<sup>2</sup>), a depender da condição do substrato (rochoso ou não consolidado). O material coletado foi selecionado por uma rede de abertura de malha de 0,25 mm e fixados em formol 4%. Em laboratório, as amostras foram lavadas em água corrente através de uma peneira com o mesmo diâmetro da rede.

Nas estações Araquá 2 e Lavapés 2 foi observada a presença de diferentes microhabitats e a coleta da fauna foi feita em cada um deles. Assim, a estação A2 representa área de poção e A2S corredeira e L2 poção e L2S, corredeira.

A identificação dos organismos foi feita com o auxílio de lupa e microscópio óptico até o menor nível taxonômico possível, de acordo com consultas a especialistas e bibliografia especializada disponível no Departamento de Zoologia da Unesp - Botucatu:

Fauna de invertebrados geral: Brusca & Brusca, 2003; Daly, 1996; Ide & Costa, 2006;

Ephemeroptera: Edmunds & Waltz, 1996; Domingues et al., 2006; Salles, et al, 2004 a, b; Da-Silva et al., 2002; Dias et al, 2007;

Odonata: Westfall & Tennessen, 1996; Costa, et al., 2004; Costa & Ide, 2006;

Trichoptera: Wiggins, 1996; Morse & Holzenthal, 1996; Angrisano & Korob, 2001; Oliveira, 2006;

Plecoptera: Bispo & Crisci-Bispo, 2006; Olifiers et al., 2004; Romero, 2001; Stewart & Harper, 1996;

Coleoptera: White & Brigham, 1996; Costa & Ide, 2006; Archangelsky, 2001;

Diptera: Courtney et al., 1996; Coffiman & Ferrington, 1996; Guimarães & Amorin, 2006; Trivinho-Strixino & Strixino, 1995; Pinder, 1983; Pinder & Reiss, 1983; Fittkau & Roback, 1983; Cranston et al., 1983; Grosso, 2001; Paggi, 2001;

Oligoquetos: Brinkhurst & Marchese, 1989; Lopretto & Tell, 1995;

Após a contagem dos organismos nas amostras, os dados foram padronizados para indivíduos/m<sup>2</sup>.

Os seguintes atributos das associações zoobentônicas foram determinados: composição, riqueza, abundância absoluta e relativa e diversidade (índice de Shannon). Porcentagem de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera); riqueza de EPT; razão entre EPT e Chironomidade (EPT/Chironomidade); razão entre o número de Chironomidade e o total de indivíduos coletados (Chironomidade/total de indivíduos), a razão entre o número de larvas de Chironomus e o número total de Chironomidae (Chironomus/Chironomidade) e a razão entre o número de Oligochaeta e o número total de indivíduos coletados (Oligochaeta/total de indivíduos).

Deu-se preferência para a identificação até o menor nível taxonômico possível para os grupos Insecta e Oligochaeta devido à sua importância na

composição da fauna de macroinvertebrados bentônicos, tendo sido os grupos mais representativos nas amostras e os resultados foram utilizados para a determinação de índices biológicos.

#### **4.7 Protocolo de avaliação de habitat**

No campo foi aplicado um protocolo de avaliação rápida do habitat, baseado em Barbour, et al., 1999 e Callisto, et al., 2002 (Anexo 1).

#### **4.8 Análises estatísticas**

Foram realizadas análises multivariadas de componentes principais (ACP) utilizando-se o conjunto de variáveis ambientais; de correspondência canônica (ACC) utilizando-se o conjunto de variáveis ambientais e dos macroinvertebrados e análise de agrupamento, em base à similaridade – matriz de correlação simples/coeficiente de correlação  $r$  de Pearson, aplicada aos dados de composição/abundância dos macroinvertebrados bentônicos. Estas análises foram executadas nos programas Pcord-win e Statistica, respectivamente.

## 5. Resultados

### 5.1 Características gerais do ambiente

Algumas características importantes relacionadas com as condições de margem, vegetação ripária, vegetação aquática, características morfológicas e hidrodinâmicas do trecho do riacho e indicadores de qualidade da água (odor, óleos e graxas) da água e sedimento são apresentadas na Tabela III. Algumas dessas características podem ser observadas na Figura 3, apresentada no item Material e Métodos.

Tabela III: Características relacionadas com a margem, vegetação ripária, trecho do riacho, vegetação aquática, qualidade da água e sedimento nas seções estudadas dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo.

Estações de Amostragem	Características da Margem			Vegetação ripária	Características do riacho	
	Uso e ocupação predominante	Fontes locais de poluição	Erosão local	predominante	Cobertura de dossel	Predomínio morfológico
Araquá 1	pasto	sem evidência	moderada	grama	aberto	rápido
Araquá 2	pasto	esgoto	moderada	grama/arbusto	p. aberto	corredeira
Araquá 3	monocultura	sem evidência	moderada	grama/arbusto	p. aberto	rápido
Araquá 4	monocultura	sem evidência	nenhuma	grama/arbusto	aberto	rápido/poção
Araquá 5	várzea	sem evidência	moderada	árvores/arbustos	aberto	poção
Capivara 1	pasto/ solo descoberto	esgoto laticínio	alta	grama	aberto	rápido
Capivara 2	pasto	sem evidência	alta	árvores/grama	aberto	corredeira
Capivara 3	monocultura	sem evidência	moderada	árvores/arbustos	p. aberto	rápido
Capivara 4	monocultura	sem evidência	moderada	grama	aberto	poção
Lavapés 1	floresta	sem evidência	moderada	árvores/arbustos	coberto	rápido
Lavapés 2	pasto /floresta	esgoto	moderada	árvores/grama	p. aberto	corredeira
Lavapés 3	floresta	sem evidência	moderada	árvores/arbustos	p. aberto	poção
Lavapés 4	floresta	sem evidência	moderada	árvores/arbustos	p. aberto	poção
Pardo 1	pasto/ solo descoberto	esgoto laticínio	moderada	arbustos/ grama	aberto	rápido
Pardo 2	pasto/ solo descoberto	sem evidência	moderada	grama	aberto	rápido
Pardo 3	pasto/ solo descoberto	sem evidência	moderada	arbustos/ grama	aberto	rápido
Pardo 4	floresta	sem evidência	nenhuma	árvores/arbustos	p. aberto	rápido

Tabela III: continuação.

Estações de Amostragem	Vegetação aquática	Qualidade de água		Qualidade de sedimento	
	Tipo dominante	Odor	Óleo	Odor	Óleo
Araquá 1	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Araquá 2	vegetação da margem	esgoto	nenhum	esgoto	ausente
Araquá 3	enraizada emergente	normal	nenhum	normal	ausente
Araquá 4	enraizada emergente	normal	nenhum	normal	ausente
Araquá 5	enraizada emergente; flutuante	normal	brilho	normal	ausente
Capivara 1	enraizada emergente	normal	nenhum	normal	ausente
Capivara 2	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Capivara 3	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Capivara 4	enraizada emergente	normal	nenhum	normal	ausente
Lavapés 1	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Lavapés 2	sem	esgoto	nenhum	esgoto	ausente
Lavapés 3	enraizada emergente	esgoto	nenhum	esgoto	ausente
Lavapés 4	enraizada emergente; flutuante	esgoto	nenhum	esgoto	ausente
Pardo 1	vegetação da margem	esgoto	nenhum	normal	ausente
Pardo 2	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Pardo 3	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente
Pardo 4	vegetação da margem	normal	nenhum	normal	ausente

De acordo com a Tabela IV, a largura, a profundidade média, a velocidade e a vazão foram, em geral, maiores no período chuvoso e nas estações mais à jusante.

Os rios Capivara e Pardo são os mais largos. Os rios Lavapés e Pardo são os mais profundos. A maior velocidade de corrente foi medida nos rios Capivara e Pardo e a maior vazão foi nos rios Pardo e Araquá.

Tabela IV: Características hidrológicas das estações de amostragem e valores médios por bacia.

Estações de Amostragem	Largura (m)		Profundidade média (m)		Velocidade (m/s)		Vazão (m <sup>3</sup> /s)	
	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso	Seco
Araquá1	2,00	2,34	0,32	0,33	0,42	0,30	0,29	0,17
Araquá2	1,65	2,60	0,19	0,10	0,32	0,30	0,10	0,29
Araquá3	8,50	6,00	0,42	0,24	0,49	0,35	1,26	0,52
Araquá4	7,30	6,90	1,11	1,43	0,25	0,14	3,84	0,89
Araquá5	-	-	2,10	1,60	-	-	-	-
<b>Média</b>	<b>5,11</b>	<b>4,46</b>	<b>0,83</b>	<b>0,74</b>	<b>0,37</b>	<b>0,27</b>	<b>1,37</b>	<b>0,47</b>
Capivara1	1,00	0,60	0,24	0,39	0,76	0,25	0,13	0,06
Capivara2	6,00	7,95	0,29	0,14	0,36	0,44	0,55	0,46
Capivara3	13,00	11,00	0,57	0,30	0,37	0,30	2,17	0,84
Capivara4	-	10,00	1,10	1,50	-	0,06	-	1,43
<b>Média</b>	<b>6,67</b>	<b>7,39</b>	<b>0,55</b>	<b>0,58</b>	<b>0,50</b>	<b>0,26</b>	<b>0,95</b>	<b>0,70</b>
Lavapés1	0,25	0,25	0,04	-	0,03	0,05	0,00	0,00
Lavapés2	10,70	9,50	0,13	0,11	0,84	0,67	0,90	0,74
Lavapés3	1,20	1,20	2,48	0,67	0,13	0,51	1,35	0,52
Lavapés4	-	-	2,50	2,40	-	-	-	-
<b>Média</b>	<b>4,05</b>	<b>3,65</b>	<b>1,29</b>	<b>1,06</b>	<b>0,33</b>	<b>0,41</b>	<b>0,75</b>	<b>0,42</b>
Pardo1	2,30	2,40	0,45	0,31	0,60	0,29	0,48	0,16
Pardo2	4,87	2,40	0,55	0,17	1,15	0,63	2,96	0,20
Pardo3	8,50	13,50	1,83	1,93	0,05	0,11	1,54	2,03
Pardo4	10	10	1,08	0,51	0,306	0,20517	5,77975	0,9787
<b>Média</b>	<b>6,42</b>	<b>7,08</b>	<b>0,98</b>	<b>0,73</b>	<b>0,52</b>	<b>0,31</b>	<b>2,69</b>	<b>0,84</b>



Através da Figura 5, que apresenta a pluviosidade mensal para o ano de 2007, se observa que o mês de janeiro foi o de maior pluviosidade (410,8 mm) e no mês de agosto não houve registro de chuva.

A Figura 6 apresenta a pluviosidade diária para o mês de março, mês da coleta de verão, que variou de 1,0 a 16,7 mm. A maior pluviosidade não ocorreu neste mês (Figura 5), mas este sucede o maior o período de chuva do ano.

A precipitação diária do mês de setembro é apresentada na Figura 7, quando foi realizada a segunda coleta do estudo. Essa amostragem foi feita após o maior período de seca do ano, com 49 dias sem chuva, caracterizando muito bem, desta forma, o período de estiagem.

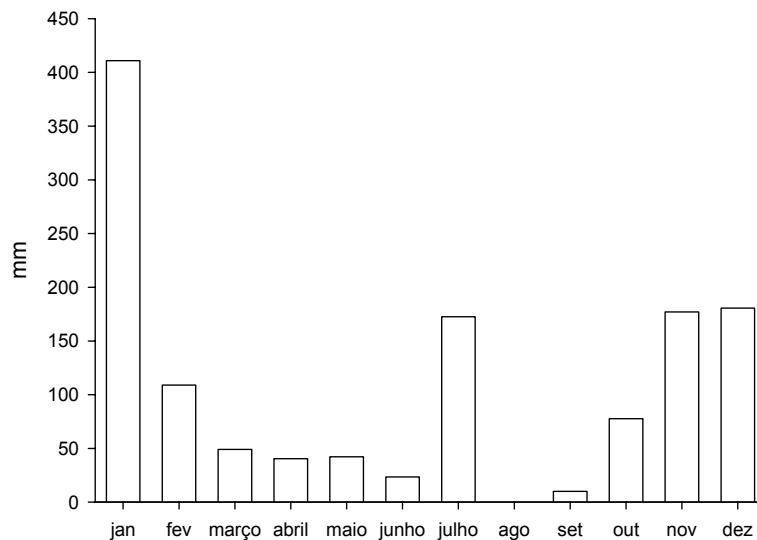


Figura 5: Pluviosidade mensal durante o ano de 2007, no município de Botucatu (SP).

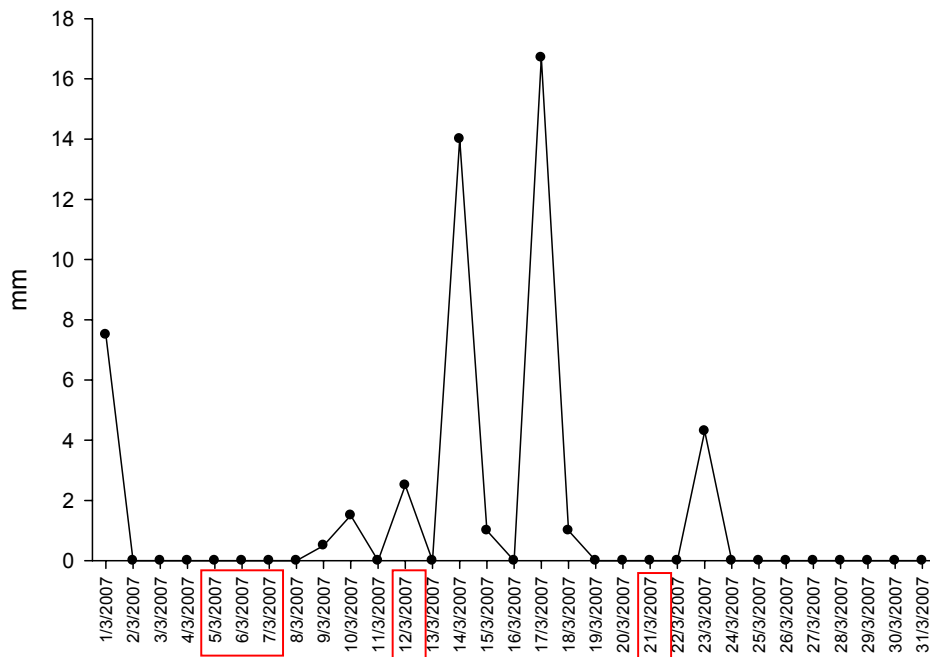


Figura 6: Pluviosidade no mês de março de 2007, no município de Botucatu e a datas de amostragem referente ao período chuvoso.

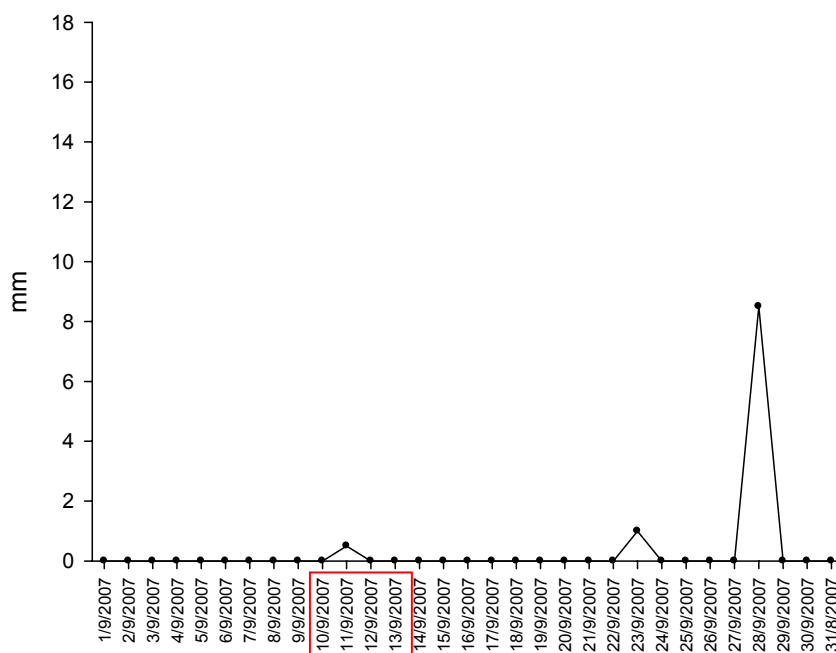


Figura 7: Pluviosidade no mês de setembro de 2007, no município de Botucatu e a datas de amostragem referente ao período seco.

A Figura 8 mostra a variação da temperatura no município de Botucatu durante o período de estudo. No mês de março a temperatura média foi de 24,81°C, a mínima foi de 19,44 °C e a máxima foi de 30,18 °C, e corresponderam às maiores temperaturas (média, mínima e máxima) do ano de 2007. No mês de setembro, a temperatura média foi de 23,09 °C, a mínima foi de 17,32 °C e a máxima foi de 28,86 °C.

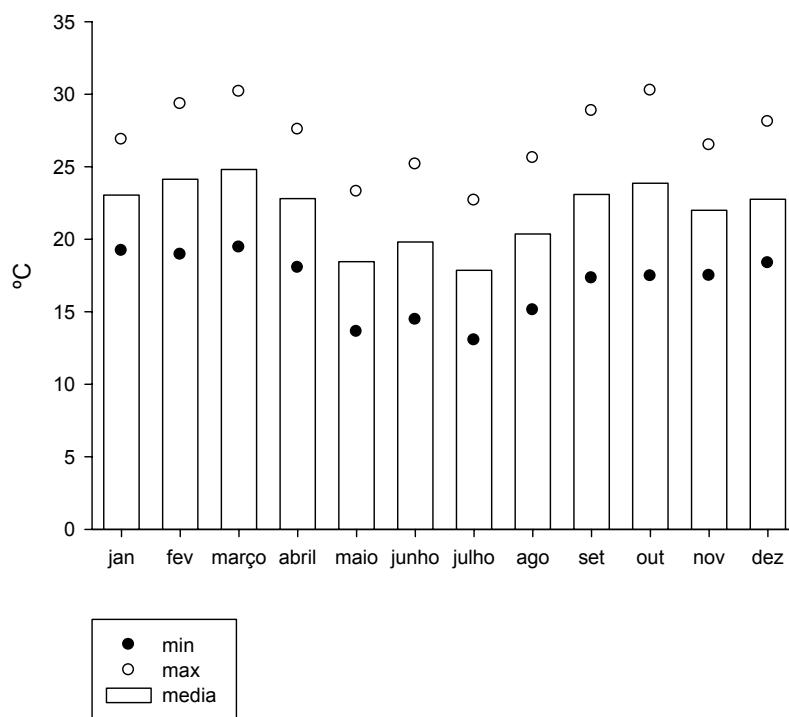


Figura 8: Temperaturas mínima, máxima e média mensais durante o ano de 2007, no município de Botucatu (SP).

A Figura 9 representa a quantidade de luz medida sobre o canal do rio, em relação (percentual) à luminosidade medida em área aberta adjacente e que representa a luminosidade total incidente.

A luminosidade, medida em Lux, foi maior em todas as estações de coleta no período chuvoso (Anexo 2), correspondente ao verão.

A luminosidade foi total (100%) na maioria das estações de amostragem, com exceção para A1, A2, A3, L1, L2, L3, P1 e P4. Em todas as estações de amostragem do rio Capivara, a luminosidade foi total.

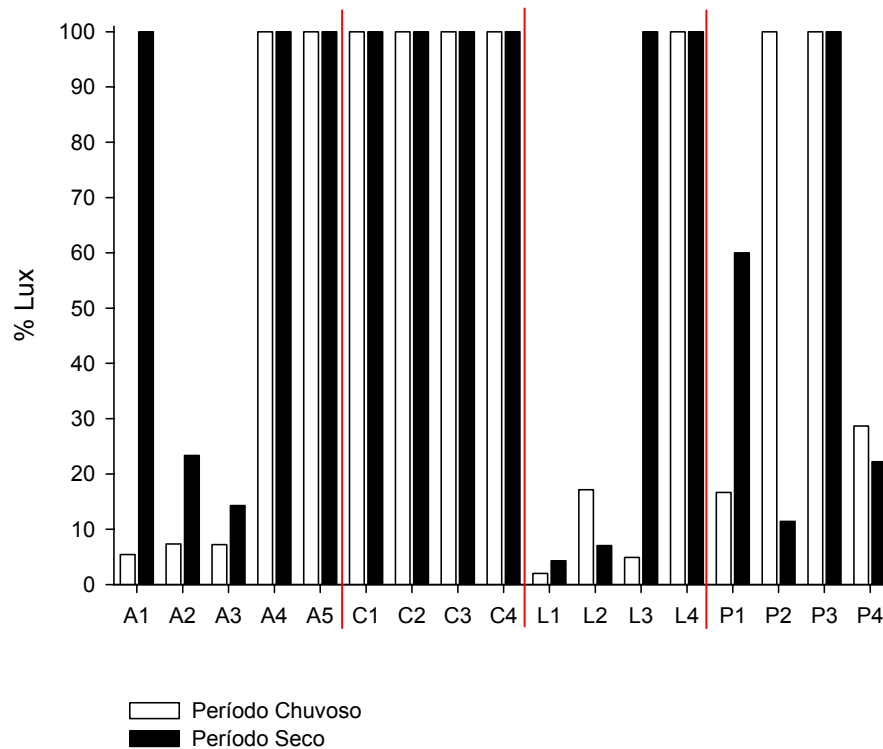
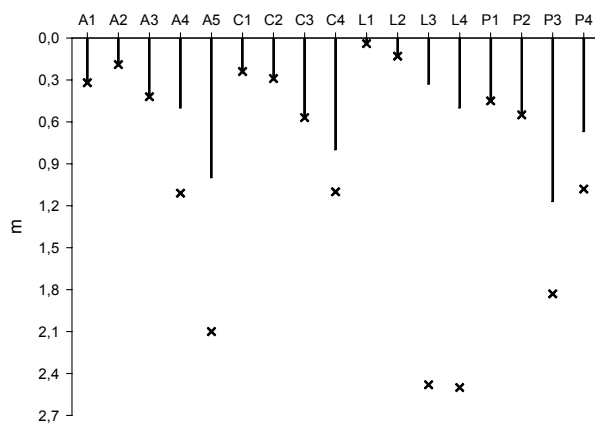


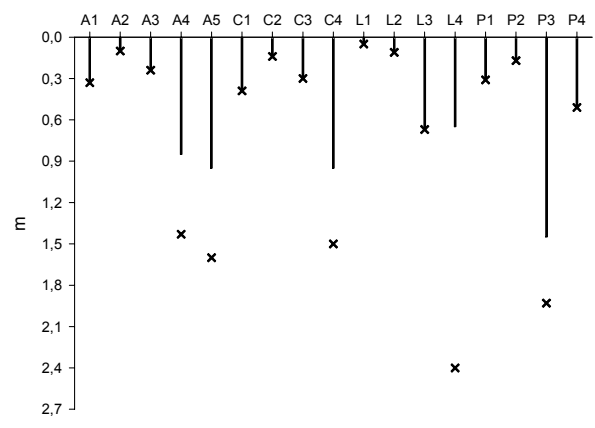
Figura 9: Luminosidade (%) medida sobre o canal do rio, com relação à luminosidade medida em área aberta adjacente (total) nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

Com relação à transparência da coluna d'água, as estações representativas de área de montante como A1, A2, A3, C1, C2, L1, L2, P1 e P2 apresentaram penetração de luz em toda a coluna d'água, tanto no período chuvoso como no seco. Por sua vez, as estações mais à jusante (A4, A5, C4, L3, L4, P3 e P4), mais profundas, foram as que não apresentaram transparência total.

A.



B.



x Profundidade  
 ■ Transparência

Figura 10: Profundidade máxima e profundidade da transparência da coluna de água nas estações de amostragem no período chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

## 5.2 Características da água

### 5.2.1. Temperatura

A Figura 11 apresenta os dados de temperatura do ar e da água medidos durante as coletas realizadas nos períodos chuvoso (Fig. 11A) e seco (Fig. 11B).

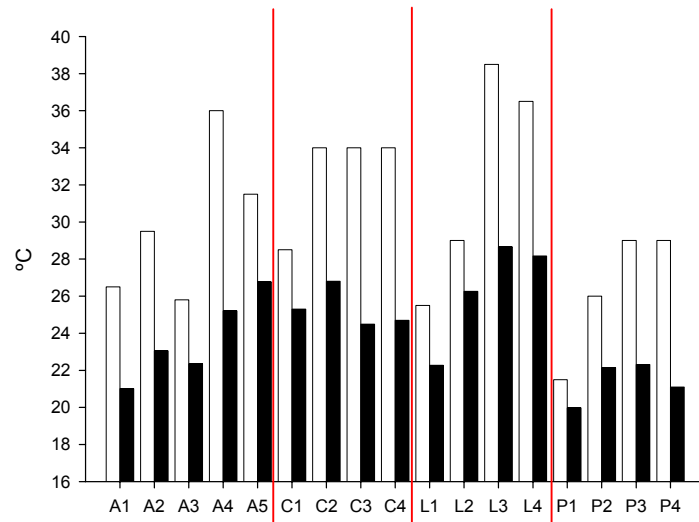
A temperatura do ar na coleta de período chuvoso variou amplamente, de 21,5°C, no rio P1, a 38,5°C, no rio L3. No período seco, a temperatura da água variou de 19,97°C, no rio P1, até 28,66°C, no rio L3.

No período seco, as temperaturas do ar e da água foram, em geral, mais baixas do que no período chuvoso. A temperatura do ar variou de 24°C (L1) a 31°C (A5). A temperatura da água variou entre 18,2°C e 23,3°C, em A1 e A5, respectivamente.

A temperatura da água observada nos rios estudados apresentou, na maioria dos casos, variação correspondente à temperatura do ar. Entre as estações de amostragem, a variação da temperatura também foi muito influenciada pelo horário da coleta. Assim, as medidas feitas nas coletas realizadas entre 11 e 14 horas foram as de maior valor de temperatura, tanto em março quanto em setembro.

Observando-se os valores apresentados no Anexo 4 é possível notar que no período chuvoso o desvio padrão da temperatura do ar (4,13°C) é muito maior do que o calculado para a temperatura da água (2,30°C).

A.



B.

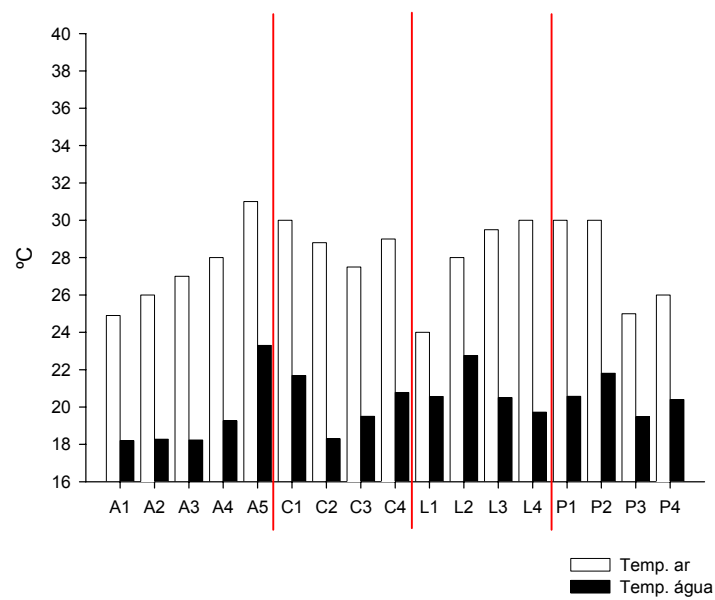


Figura 11 - Variação da temperatura do ar e da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

### 5.2.2. Oxigênio dissolvido

Os dados de concentração de oxigênio dissolvido (OD) na água nos períodos chuvoso e seco de 2007 são apresentados na Figura 12.

No período chuvoso, o oxigênio dissolvido na água variou entre 3,2 mg/l e 9,6 mg/l, em C1 e P2, respectivamente. No rio Araquá a concentração de OD apresentou uma tendência de decréscimo no sentido jusante. No rio Capivara a estação mais à montante apresentou uma concentração muito baixa para esta variável (3,2 mg/l), porém em C2 a concentração de OD é alta (9,2 mg/l) com tendência de decréscimo no sentido jusante. No rio Lavapés, o oxigênio dissolvido apresentou maiores concentração nas primeiras estações (em torno 8,0 mg/l) com tendência de decréscimo no sentido jusante. O rio Pardo apresentou maior concentração de oxigênio dissolvido nas estações 2 e 4 (9,6 e 9,4 mg/l, respectivamente) e a menor concentração na estação 1 (7,4 mg/l), que é localizada em área urbana (município de Pardinho) e recebe dejetos de um laticínio.

Em geral no período de seca os rios estudados apresentaram maiores concentrações de OD quando comparado com o período chuvoso. A maior ocorreu em C2 (10,5 mg/l) e a menor em L4 (5,1 mg/l). Os rios Capivara e Araquá apresentaram as mais altas concentrações de OD (em torno de 8,5 e 9,0 mg/l, respectivamente), com exceção da última estação do rio Araquá (A5) e da primeira do rio Capivara (C1). O rio Lavapés apresentou baixas concentrações na sua porção final (Lavapés 3 e 4 com concentrações de aproximadamente 5,5 mg/l). A menor concentração de OD no rio Pardo na coleta de setembro ocorreu na estação P1 (6,3 mg/l).

A variação na concentração de OD mostrou uma tendência parecida em ambos nos períodos estudados.

De acordo com o COMANA 357/2005 apenas as estações de amostragem C2 e P4, no período seco, se enquadram em rios de classe 1 (concentração de OD acima de 10 mg/l). No período seco, a maioria das estações de amostragem se enquadram em rios de classe 2 (concentração de OD entre 8 e 10 mg/l), enquanto que no período chuvoso, a maioria, se enquadram como rios de classe 3 e 4 (2 a 6 mg/l).



Na análise comparativa entre bacias (Figura 13), a do Lavapés foi a que apresentou o menor valor médio de concentração de OD (7,04 mg/l) e a do Pardo o maior valor médio (8,7 mg/l).

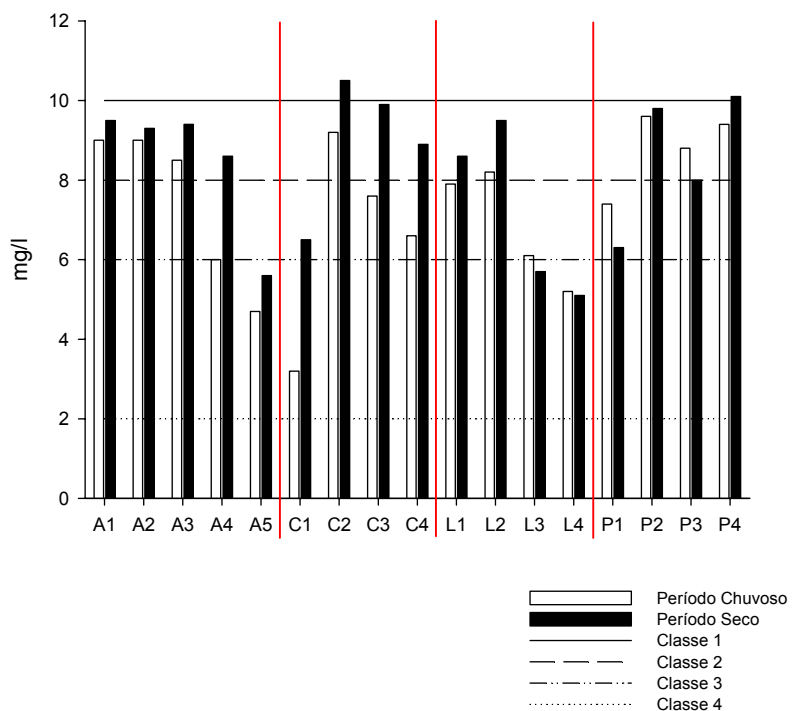


Figura 12 - Variação da concentração de oxigênio dissolvido da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios segundo a resolução CONAMA 357/2005.

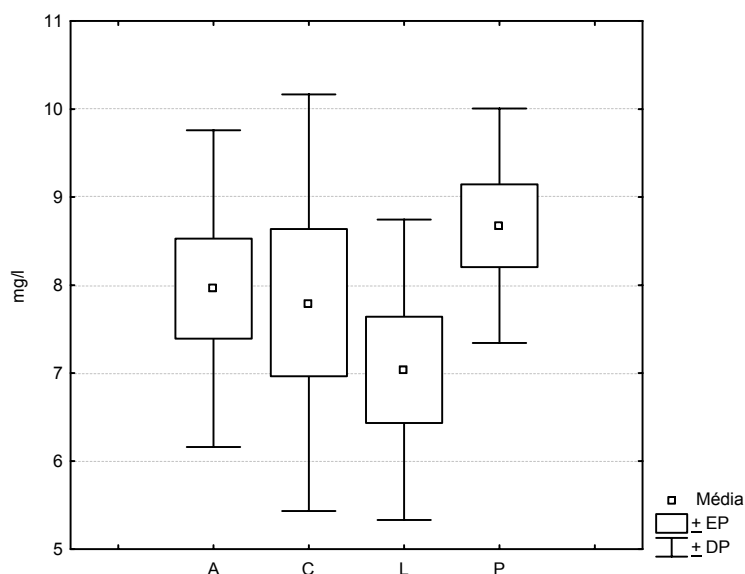


Figura 13 - Variação das concentrações de oxigênio dissolvido da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.3. pH

Os dados de pH medidos nos rios estudados, no período chuvoso e de seca de 2007, são apresentados na Figura 14.

No período chuvoso, pH variou entre 4,7 e 6,96, em P1 e L2, respectivamente. Assim, observa-se que o pH foi ácido para todos os rios estudados, sendo estes mais baixos no rio Pardo (valor médio de 5,2).

No período seco, o pH variou de 4,75 (L1) a 7,07 (C3). Os baixos valores de pH observados no período chuvoso foram mantidos neste período. Os rios Pardo e Araquá foram os que apresentaram os valores mais baixos de pH (valores médios de 5,37 e 5,5, respectivamente).

Os limites representados por linhas na Figura 14 são os estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 para todas as classes de rios. Desta forma, a maioria das estações de coleta, com exceção para A2, C2 e L2 no período chuvoso e C3 e L2 no período seco, estão fora dos limites estabelecidos pela legislação.

Com relação à análise realizada entre as bacias estudadas (Figura 15), é possível observar que todas possuíram pH ácido, sendo a bacia do Rio Pardo a que apresentou média mais baixa desta variável (5,29).

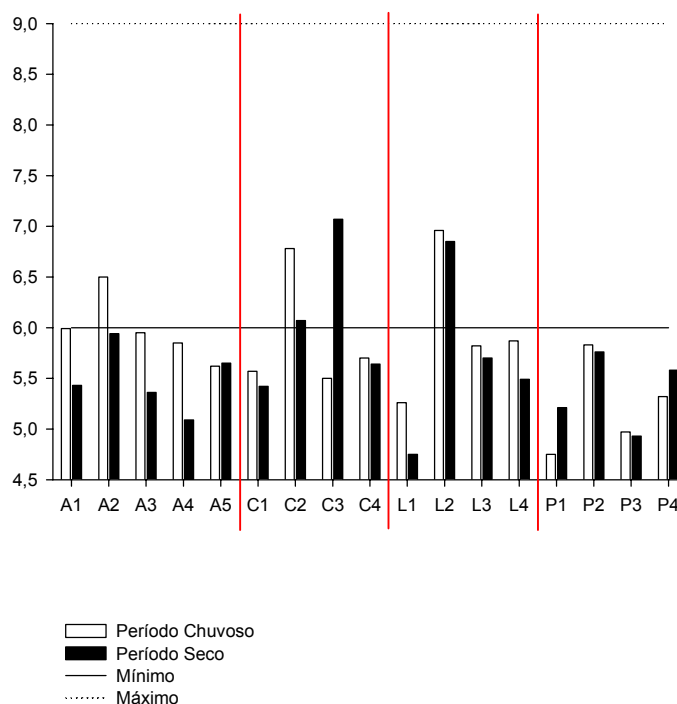


Figura 14 - Variação do pH da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios (classes 1, 2, 3 e 4) segundo a resolução CONAMA 357/2005.

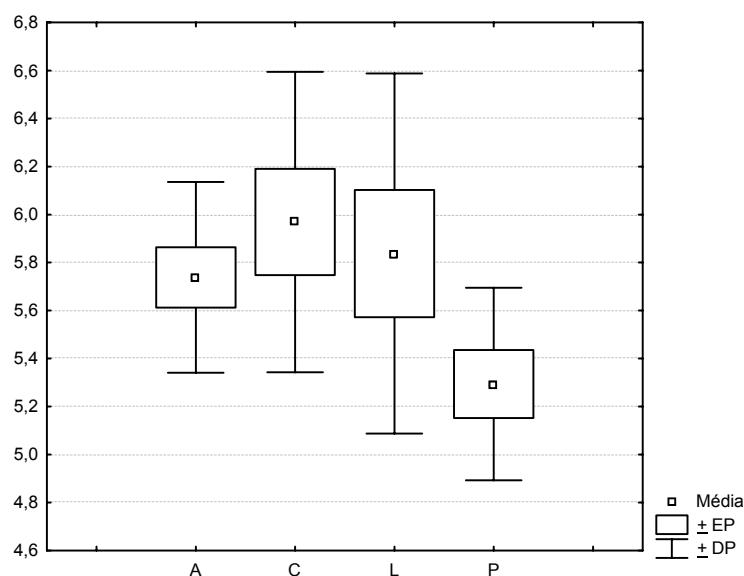


Figura 15 - Variação do pH da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.2.4. Condutividade elétrica

Os valores de condutividade elétrica da água obtidos para os períodos chuvoso e seco são apresentados na Figura 16.

A variação de condutividade elétrica no período chuvoso foi de 340  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 20  $\mu\text{S}/\text{cm}$  em A2 e P2, respectivamente. A estação L4 também apresentou alta condutividade elétrica (300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). O rio Araquá apresentou os maiores valores de condutividade elétrica e o rio Pardo os menores.

No período seco, a maior condutividade elétrica ocorreu em L3 (288  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e a menor em P3 (22  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). No rio Araquá o maior valor encontrado foi em A2 (235  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Os rios Pardo e Capivara apresentaram baixos valores para esta variável e o rio Lavapés teve as maiores medidas na porção final do rio (L3 e L4). Neste período a condutividade elétrica foi menor do que a medida no período chuvoso, porém seguindo a mesma variação de valores entre as estações, exceto para L3.

Na Figura 17 pode-se observar que as Bacias do Araquá e Lavapés foram as que apresentaram valores médios mais altos para condutividade elétrica (190,84 e 178,38  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e também os maiores desvios padrão (56,73 e 103,66  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , respectivamente). A bacia do Rio Pardo apresentou a menor condutividade elétrica média. Observa-se que houve uma separação entre os rios da bacia do Tietê (Araquá,

Lavapés e Capivara), com maior valor de condutividade elétrica e o rio Pardo, da bacia do Paranapanema, com o menor valor.

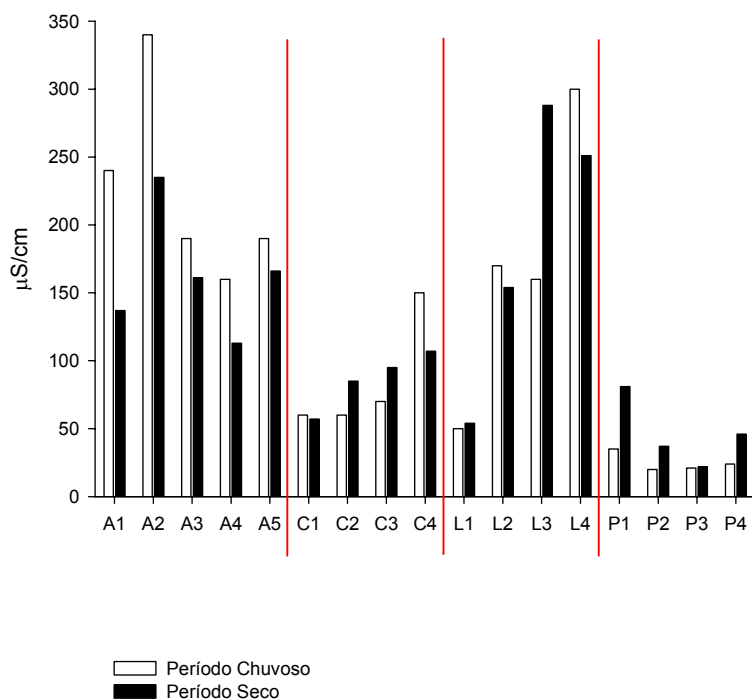


Figura 16 - Variação da condutividade elétrica da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

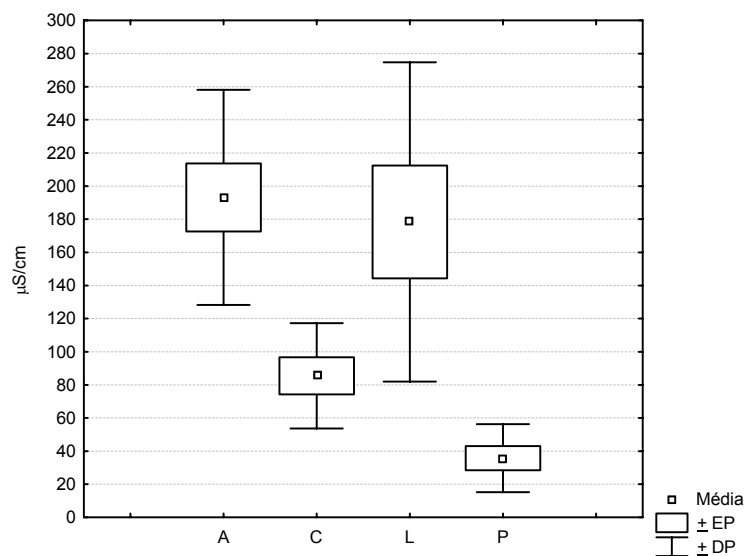


Figura 17 - Variação da condutividade elétrica da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.5. Potencial de óxido redução

Através das Figuras 18 e 19 observa-se que o maior potencial de óxido redução ocorreu no rio Pardo, com destaque para P3 (381 mV) no período chuvoso e o menor no C1 (126 mV).

No período seco, C2 teve o maior potencial de óxido redução (391 mV) e C1, novamente, o menor (132 mV).

A variação do potencial de óxido redução no período chuvoso foi muito mais heterogênea do que no período seco.

Em média, a bacia do rio Araquá apresentou o menor potencial de óxido redução (213,26 mV) (Figura 19).

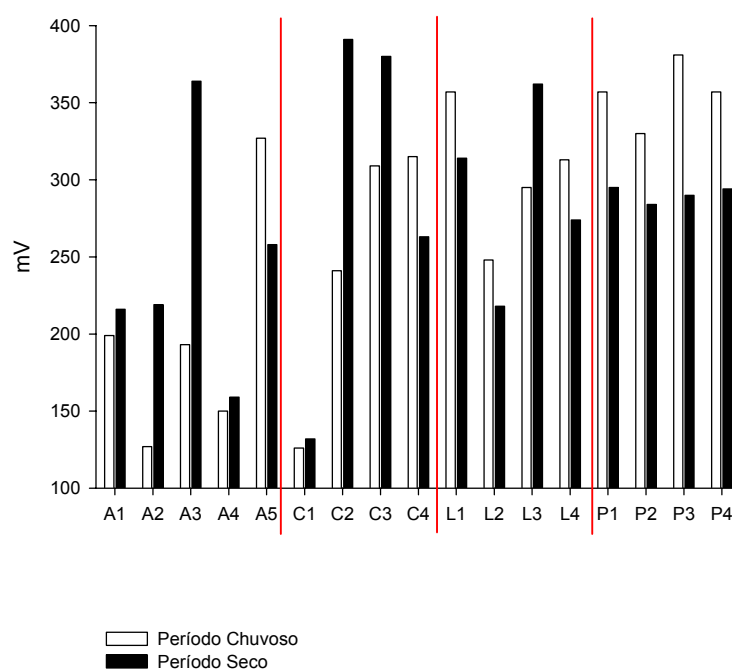


Figura 18 - Variação do potencial redox da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

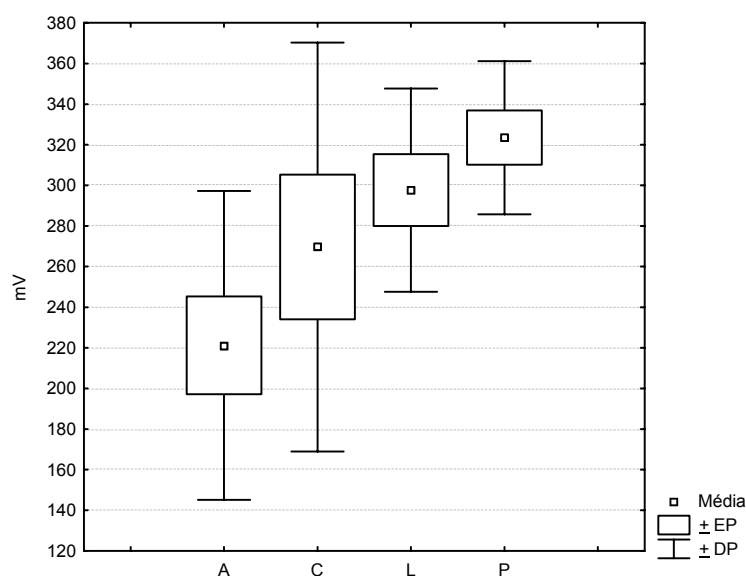


Figura 19 - Variação do potencial redox da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.2.6. Material suspensão

Os valores de material em suspensão dos rios estudados nos períodos chuvoso e seco são apresentados nas Figuras 20 e 21 A e B, respectivamente.

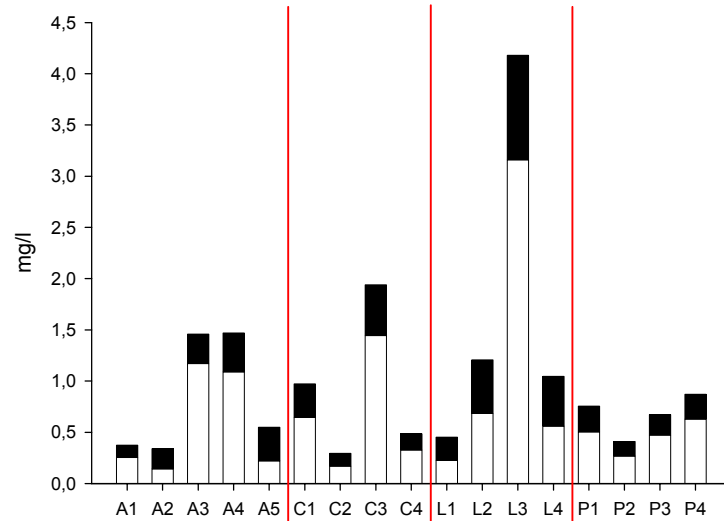
No período chuvoso (Fig. 20 A), a quantidade de material em suspensão variou de 0,28 mg/l em C2 a 4,17 mg/l em L3. A porção inorgânica foi, de forma geral, maior do que a orgânica.

Através da Figura 20 B, nota-se que a quantidade de material em suspensão variou entre 0,18 mg/l em P4 e 1,7 mg/l em L3. A porção inorgânica mostrou-se maior do que a orgânica, da mesma forma que no período chuvoso.

Em geral, a quantidade de material em suspensão foi maior no período chuvoso do que no período seco.

A bacia do rio Lavapés apresentou o maior valor médio de material em suspensão inorgânico (0,92 mg/l) e orgânico (0,5 mg/l) e os maiores desvios padrão, tanto da porção orgânica (0,22mg/l) quanto da inorgânica (0,9mg/l). A bacia do rio Pardo apresentou a menor média de material em suspensão, orgânico (0,17 mg/l) e inorgânico (0,3 mg/l), além dos menores desvios padrão (Figura 21).

A.



B.

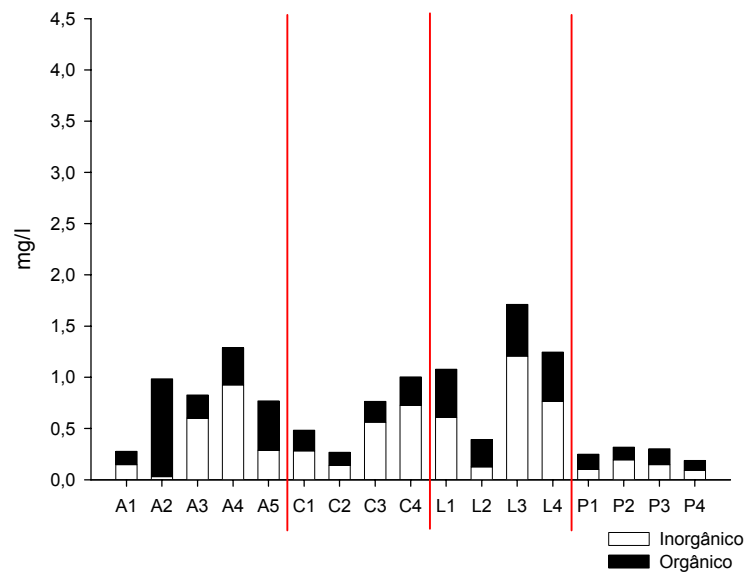
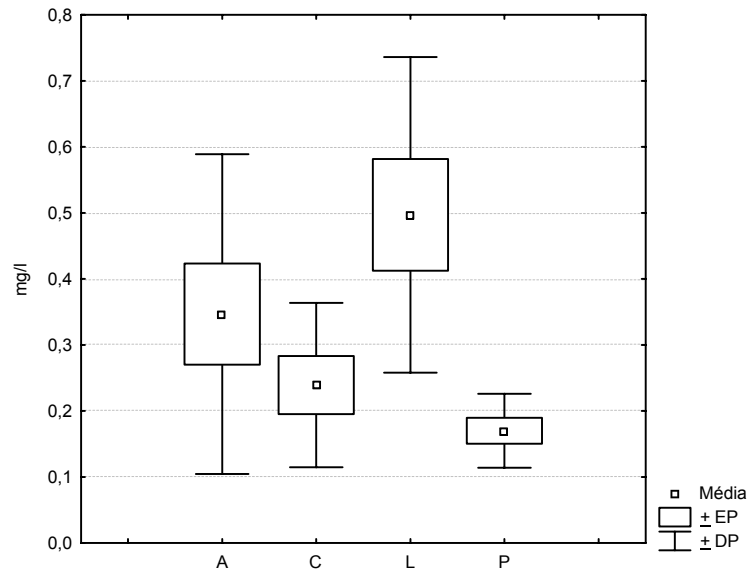


Figura 20 - Variação da quantidade de material em suspensão da água (porção orgânica e inorgânica) nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

A.



B.

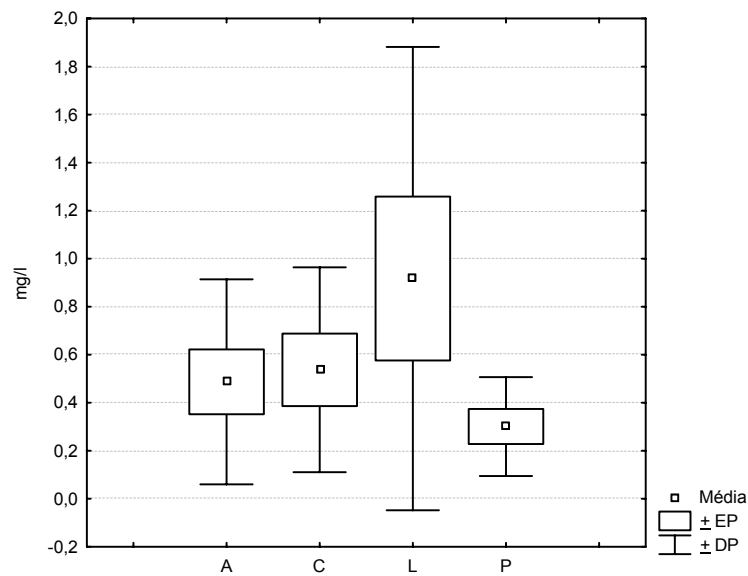


Figura 21 - Variação da quantidade (g) da porção orgânica (A) e inorgânica (B) do material em suspensão na água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.



### 5.2.7. Turbidez

Os valores obtidos para turbidez estão apresentados nas Figuras 22 e 23. No período chuvoso a turbidez variou de 5,99 UNT em L1 a 50,1 UNT em L3.

No período seco a turbidez variou de 3,96 UNT a 19,1 UNT, em L3 e L1, respectivamente. Os rios estudados tiveram uma tendência de aumento da turbidez no sentido jusante.

A turbidez foi maior no período chuvoso quando comparado ao período de seca, porém com a mesma tendência de variação entre as estações.

Em todas as estações de amostragem a turbidez apresentou valores para rios de classe 1, com exceção da L3.

A Figura 23 mostra que a bacia do rio Lavapés apresentou a maior média de turbidez (17,6 UNT) e os maiores desvios padrão. A bacia rio Pardo teve a menor média de turbidez (12,16 UNT) e o menor desvio padrão. Nesta figura também é possível observar que houve maior semelhança dos valores de turbidez entre os rios da bacia do rio Tietê.

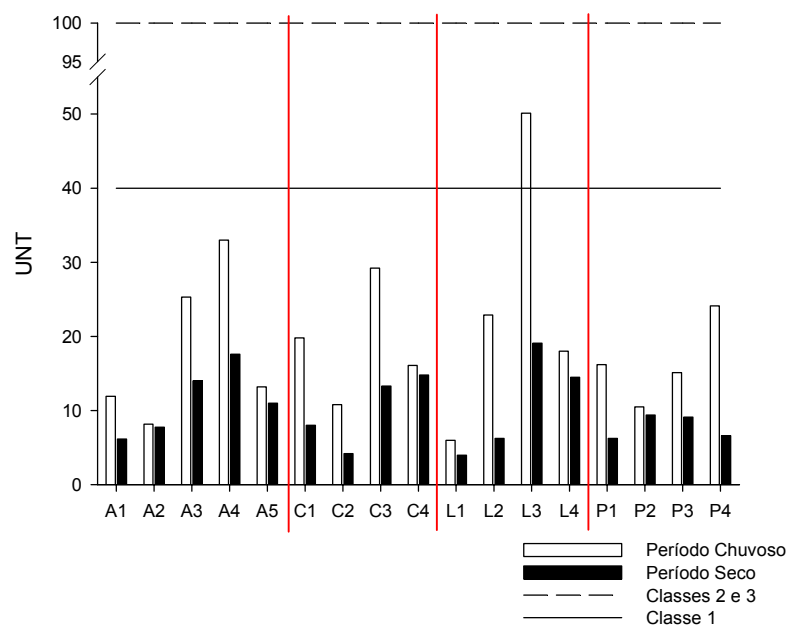


Figura 22 - Variação da turbidez da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios, segundo a resolução CONAMA 357/2005. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

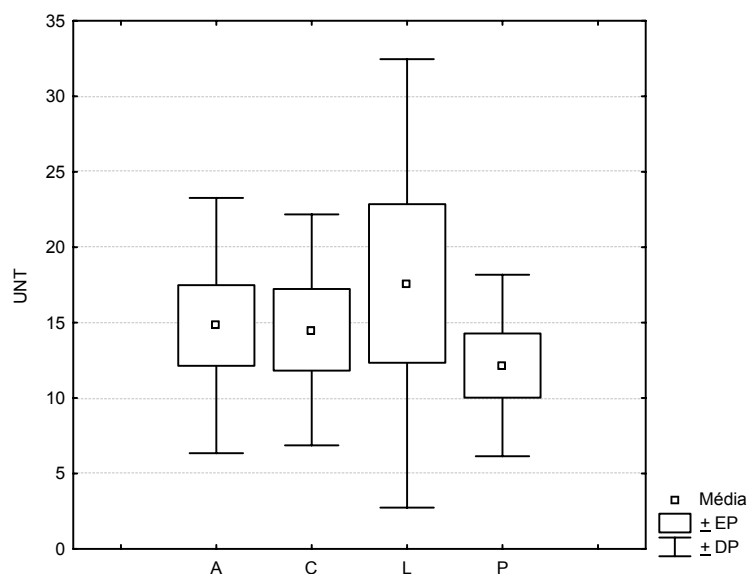


Figura 23 - Variação da turbidez da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

#### 5.2.8. Clorofila-a

No período chuvoso, a concentração de clorofila a variou de 27,52  $\mu\text{g/l}$  a 0,22  $\mu\text{g/l}$  em L4 e P2 e P3, respectivamente (Figura 24). Os rios Capivara e Pardo tiveram as menores concentrações de clorofila- a, com exceção para P1 (4,04  $\mu\text{g/l}$ ).

No período de seca, a maior concentração encontrada ocorreu em A2 (91,19  $\mu\text{g/l}$ ) e a menor em L1 (1,55  $\mu\text{g/l}$ ) (Figura 24). Nesta estação houve aumento da concentração de clorofila- a quando comparado com o período chuvoso, porém com a mesma tendência de variação entre as estações.

Segundo o CONAMA 357/2005, pode-se observar que a maioria das estações de amostragem, tanto no período seco como no chuvoso, apresentaram valores de clorofila- a referentes à rios de classe 1, exceto A2, A5 e L4 no período chuvoso e A5 no período seco, que apresentaram valores referentes à rios de classe 2, e A2 no período seco, cujo valor medido mostrou-se superior à classificação de rios de classe 3.

A Figura 25 mostra que a concentração média de clorofila- a foi maior nas bacias do Araquá (14,14  $\mu\text{g/l}$ ) e do rio Lavapés (6,48  $\mu\text{g/l}$ ), onde também se observa os maiores valores de desvio padrão. O rio Cintra (A2) foi o que mais contribuiu na concentração de clorofila-a na bacia do Araquá, principalmente no período seco.

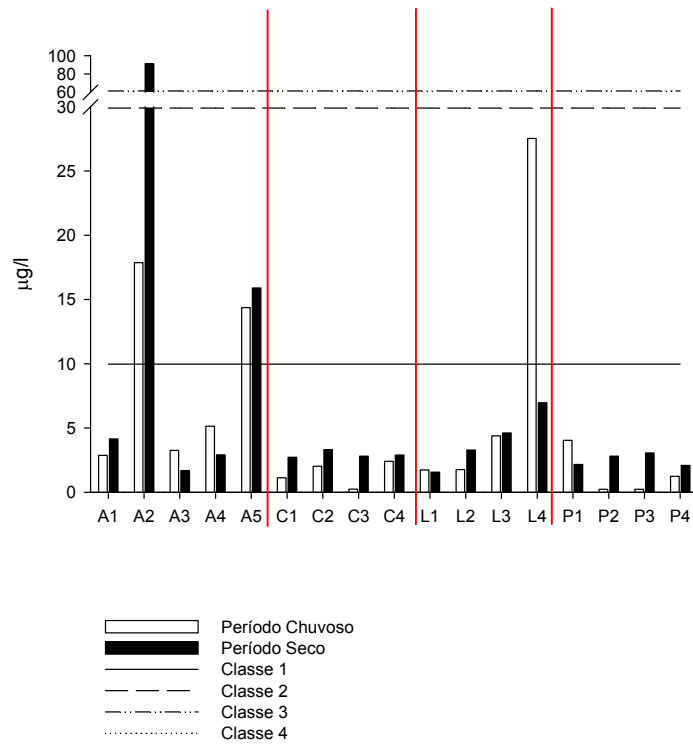


Figura 24 - Variação da concentração de clorofila- a da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios, segundo a resolução CONAMA 357/2005. Traços vermelhos separam informações entre bacias.

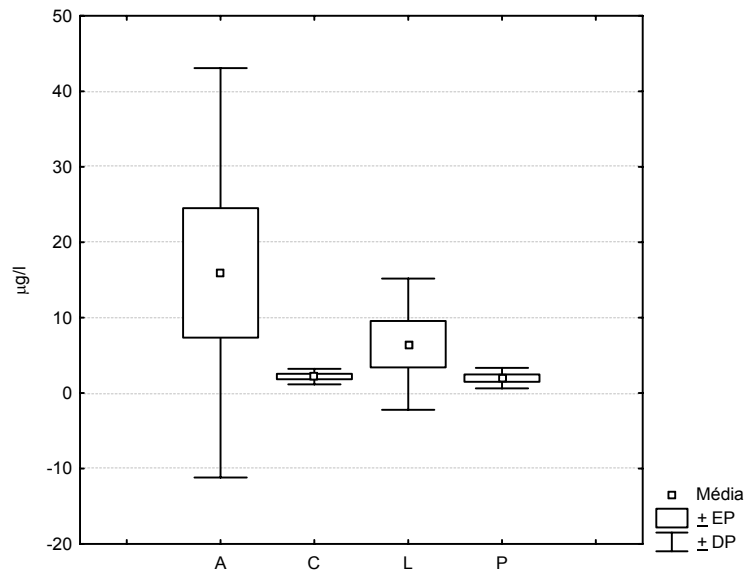


Figura 25 - Variação das concentrações de clorofila- a (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.9. Nitrogênio total

Na Figura 26 é possível observar a concentração de nitrogênio total medida nos diferentes rios estudados. No período chuvoso a maior concentração foi de 3940,9 µg/l, observada em L2 e a menor foi de 87,89 µg/l em C1. O rio Capivara apresentou baixos valores em todos os locais amostrados. O rio Araquá apresentou valores relativamente baixos para esse nutriente, com exceção da estação 2. Com exceção da primeira estação amostrada que é representativa de nascente (L1, 153,5 µg/l), o rio Lavapés apresentou altos valores de nitrogênio total, principalmente em L2. O rio Pardo apresentou baixos valores, sendo que apenas a estação P1 apresentou um valor um pouco mais elevado (439,05 µg/l).

No período seco, a estação L4 foi a que apresentou a maior concentração (5277,66 µg/l) e a estação L1 a menor (135,83 µg/l). No rio Araquá a maior concentração de nitrogênio total foi em A2 (1793,67 µg/l). O rio Capivara teve as menores concentrações, que variaram de 135,83 µg/l a 320,76 µg/l. O rio Lavapés foi o que apresentou as maiores concentrações para esta variável, com exceção para L1. No rio Pardo, apenas a estação P1 teve concentração alta de nitrogênio total (1109,54 µg/l).

O período seco apresentou, em geral, concentrações mais altas de nitrogênio total, porém é possível observar que, nos dois períodos estudados, houve uma mesma tendência de variação dos valores entre as estações de amostragem.

Na Figura 27 pode-se observar que a bacia do rio Lavapés foi a que apresentou a maior média (2826,74 µg/l) e o maior desvio padrão da concentração de nitrogênio total. Em seguida o maior valor médio foi calculado para a bacia do Araquá (716,52 µg/l). Na bacia do Lavapés, as estações L2, L3 e L4 e na Bacia do Araquá, estação A2 (rio Cintra) foram as que mais contribuíram na concentração de nitrogênio total.

A menor média da concentração de nitrogênio total, e também o menor desvio padrão, foram observados na bacia do rio Capivara.

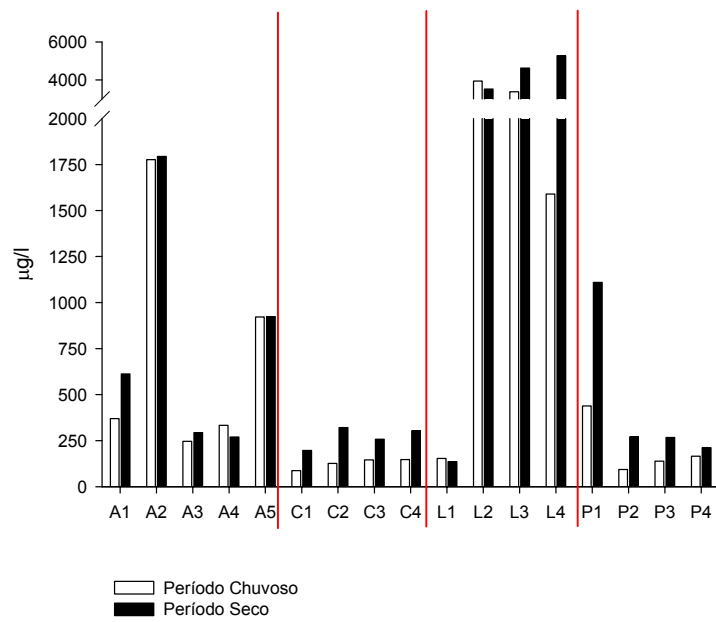


Figura 26 - Variação da concentração de nitrogênio total da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

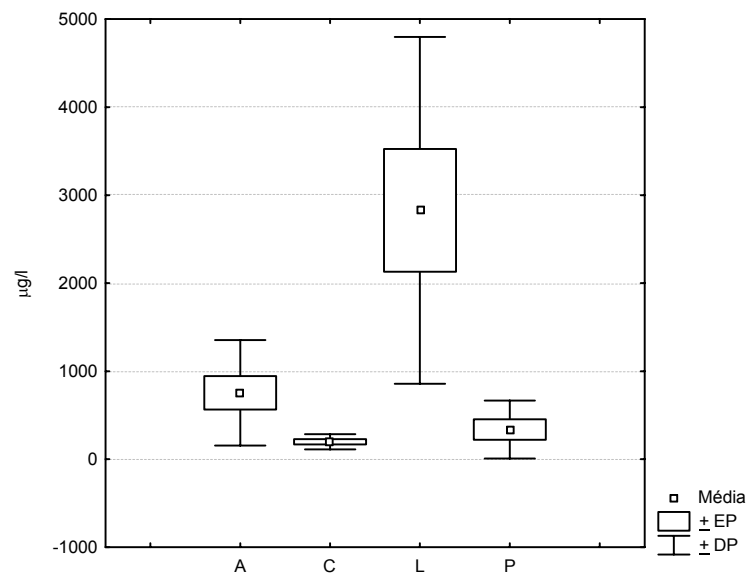


Figura 27 - Variação da concentração de nitrogênio total da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.2.10. Fosfato total

Nas Figuras 28 e 29 são apresentadas as concentrações de fosfato total nos rios estudados.

No período chuvoso (Figura 28) o fosfato total variou entre 9,57 µg/l e 268,8 µg/l, nas estações L1 e A2, respectivamente. Observa-se que o rio Araquá possuiu valores baixos para esse nutriente, com exceção da estação 2 (268,8 µg/l). O rio Capivara apresentou baixos valores de fosfato total em todos os locais amostrados (em torno de 30 µg/l). O rio Lavapés, com exceção da primeira estação amostrada, apresentou altos valores desse nutriente, principalmente em L2 (250,05 µg/l). O rio Pardo apresentou baixos valores desse nutriente.

No período de seca observa-se que A2 foi a estação de amostragem com maior concentração de fosfato total (657,81 µg/l) e P2 a menor (5,65 µg/l). O rio Araquá não apresentou altas concentrações para esta variável, com exceção de A2. O rio Capivara teve baixas concentrações de fosfato total em todas as estações amostradas (em torno de 14,6 µg/l). O rio Lavapés teve altas concentrações deste nutriente, com exceção de L1. O rio Pardo apresentou baixas concentrações, com exceção de P1.

Em geral o período seco apresentou concentrações mais altas de fosfato total na água, porém é possível observar que, nos dois períodos estudados, houve uma mesma tendência de variação dos valores entre as estações.

Em ambos os períodos, na maioria das estações de amostragem, as concentrações de fosfato total estiveram muito acima do limite estabelecido para rios de classe 3 (CONAMA357/2005), principalmente A2, L2, L3, L4 e P1.

A Figura 29, que representa a concentração de fosfato total nas bacias dos rios estudados. A tendência foi a mesma daquela observada para nitrogênio total, onde a bacia do rio Lavapés apresentou a maior média (193,24 µg/l), seguida da bacia do rio Araquá (104,44 µg/l), que também apresentou o maior desvio padrão (182,54). Na bacia do Lavapés, as estações L2, L3 e L4 foram as que mais contribuíram para a alta concentração de fosfato total e na bacia do Araquá, a estação A2 (rio Cintra).

A menor concentração de fosfato total (22,76 µg/l), e o menor desvio padrão, foram observados na bacia do rio Pardo.

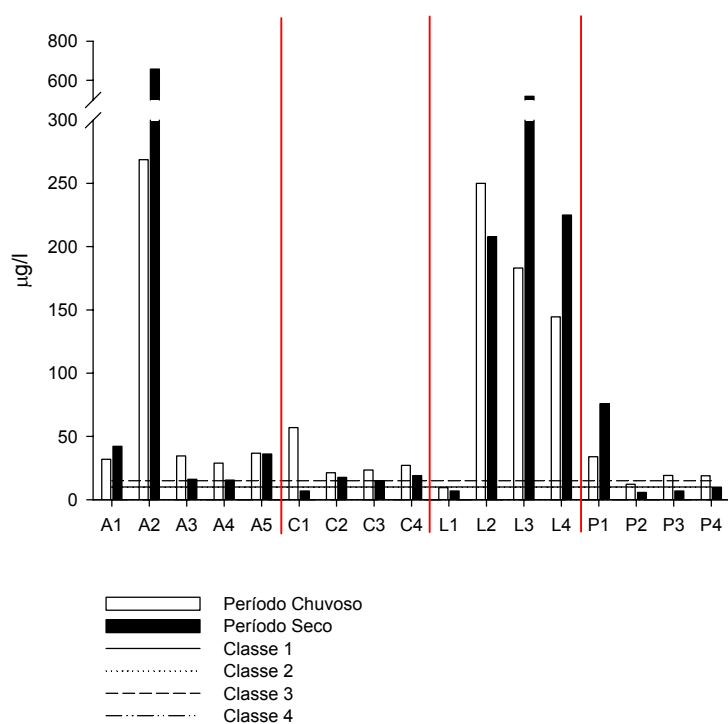


Figura 28 - Variação da concentração de fosfato total da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

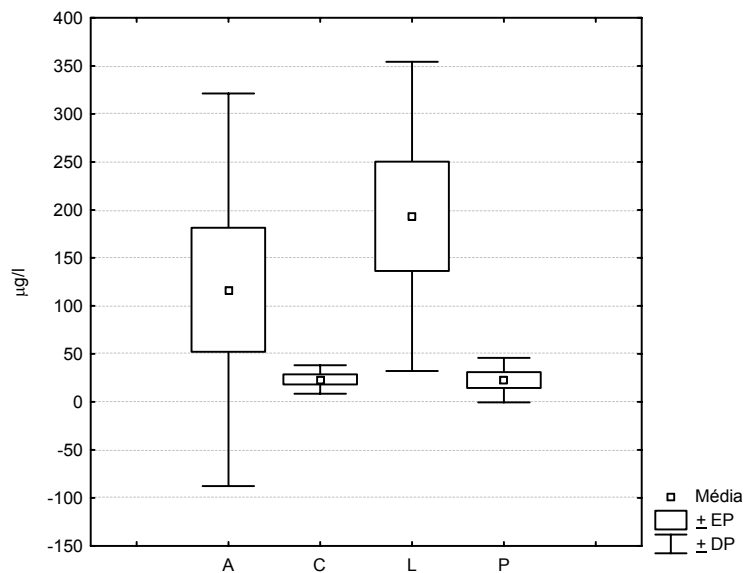


Figura 29 - Variação da concentração de fosfato total da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.11. Nitrato

Com relação às formas dissolvidas de nitrogênio, o nitrato (Figuras 30), de maneira geral, foi o que apresentou maiores concentrações nos locais amostrados. No período chuvoso o nitrato variou de 0 µg/l (C1, C4, L1, P2 e P4) a 1993,4 µg/l (L3). O nitrato também apresentou a mesma tendência de distribuição das concentrações observada para nitrogênio total. Os maiores valores foram vistos nos rios Araquá e Lavapés, com destaque para A2, L3 e L4, e também em P1.

No período seco as concentrações de nitrato variaram de 2884,5 µg/l em L4 a 3,19 µg/l em P4. O rio Araquá apresentou alta concentração para esta variável somente em A2. O rio Capivara exibiu baixas concentrações de nitrato em todas as estações amostradas. O rio Lavapés apresentou as mais altas concentrações de nitrato, com exceção para L1. A estação P1 foi a que apresentou a maior concentração de nitrato ao longo do rio Pardo.

O período seco, em geral, apresentou concentrações mais altas dessa variável, porém é possível observar que nos dois períodos estudados houve uma mesma tendência de variação dos valores entre as estações de amostragem.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005, as estações A2, L2, L3 e L4, no período seco, excederam o limite de nitrato estabelecido para rios de classe 3.

A Figura 31 apresenta a mesma tendência de variação observada para nitrogênio total. A bacia do rio Lavapés foi a que apresentou a maior média (1344,56 µg/l) e o maior desvio padrão (1086,03) para o nitrato, seguida da bacia do Araquá. Na bacia do Lavapés as estações L2, L3 e L4 foram as que mais contribuíram para a alta concentração de nitrato, enquanto que na bacia do Araquá foi a estação A2 (rio Cintra).

A menor média (20,61 µg/l) e o menor desvio padrão para o nitrato foram observados na bacia do rio Capivara, assim como encontrado para nitrogênio total.



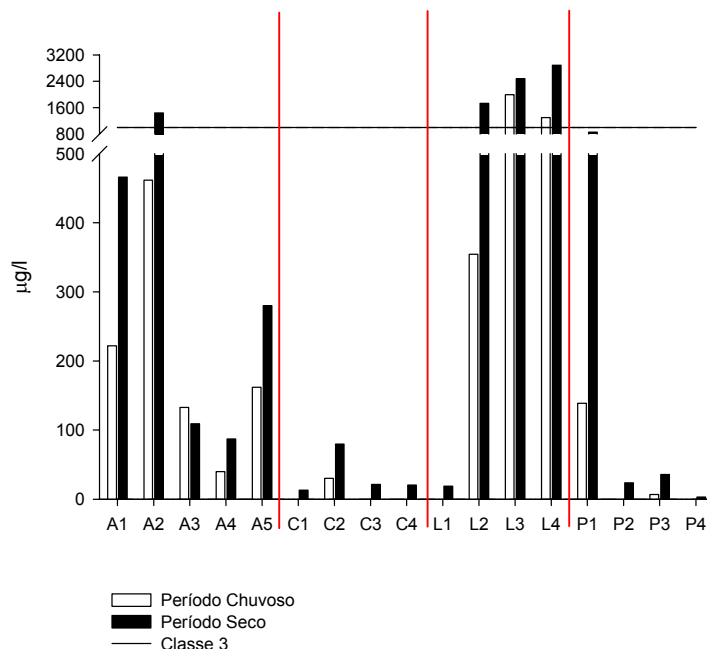


Figura 30 - Variação da concentração de nitrato da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

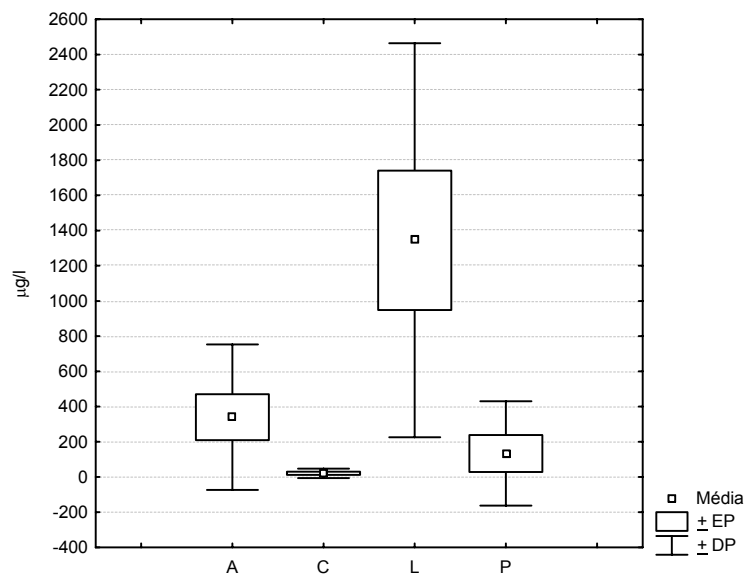


Figura 31 - Variação da concentração de nitrato da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.12. Nitrito

A Figura 32 apresenta as concentrações de nitrito nos períodos chuvoso e seco. No período chuvoso, o nitrito variou entre 1,15  $\mu\text{g/l}$  e 292,12  $\mu\text{g/l}$ , em C1 e L3, respectivamente. As concentrações de nitrito do rio Lavapés, com exceção para L1, foram consideravelmente maiores do que nos demais corpos d'água estudados, mas valores relativamente elevados também foram medidos em A2 e P1.

A concentração de nitrito, no período seco, variou entre 117,2  $\mu\text{g/l}$ , em A2, a 0,7  $\mu\text{g/l}$ , em P2. Com exceção de A2, L2, L3 e L4 e P1, o nitrito foi encontrado em baixas concentrações nos rios estudados.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005 as estações A2, no período seco, e L2, L3 e L4, no período chuvoso excederam o limite estabelecido para rios de classe 3.

A bacia do rio Lavapés foi a que apresentou o maior valor médio de concentração de nitrito (95,66  $\mu\text{g/l}$ ), e também o maior desvio padrão. As estações L2 e L3 foram as que mais contribuíram com elevadas concentrações. Por outro lado, na bacia do rio Capivara observa-se a menor média (1,97  $\mu\text{g/l}$ ) e desvio padrão para esta variável.

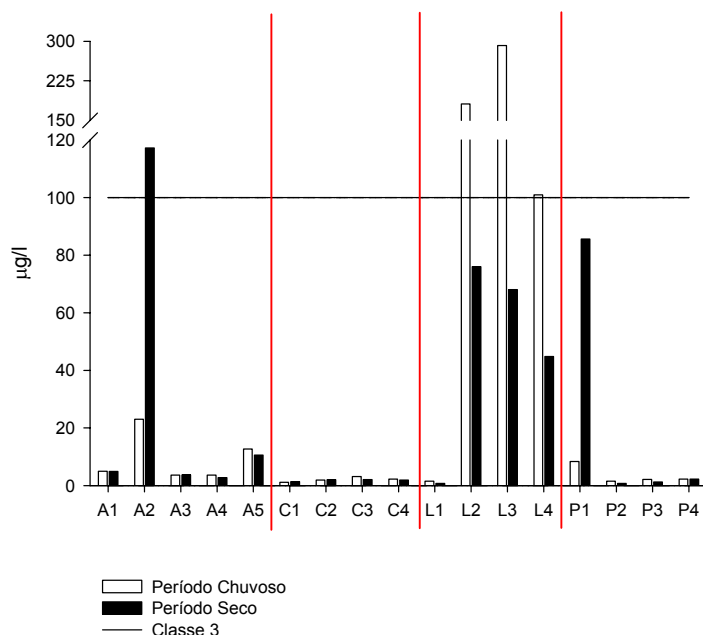


Figura 32 - Variação da concentração de nitrito da água nas bacias dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

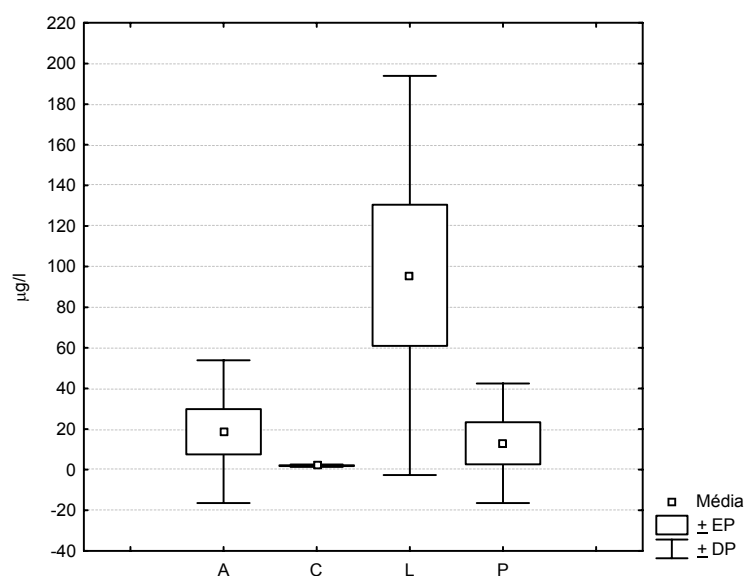


Figura 33 - Variação da concentração de nitrito da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.13. Amônia

Na Figura 34, que mostra os valores de amônia, pode-se observar que no período chuvoso o rio Lavapés apresentou as maiores concentrações, principalmente em L2 (1681,68 µg/l). Esta foi a forma de nitrogênio dissolvido que mais contribuiu para nitrogênio total nesta estação. A estação P4 foi a que apresentou a menor concentração deste nutriente, que foi de 0,45 µg/l.

No período de seca a menor concentração de amônia foi de 9,38 µg/l, e a maior foi de 1291,80 µg/l, em C2 e L2, respectivamente. Em geral, esta variável apresentou baixas concentrações, exceto para o rio Lavapés nas estações 2, 3 e 4 e P1.

O período seco, em geral, apresentou concentrações mais altas dessa variável, porém é possível observar que, nos dois períodos estudados, houve uma mesma tendência de variação dos valores entre as estações.

Os valores de amônia nas estações L2, L3 e L4 excederam o limite estabelecido pela resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 1, com pH menor que 7,5.

Conforme pode se observar na Figura 35, a bacia do Lavapés foi a que apresentou a maior concentração média de amônia (586,77 µg/l) e o maior desvio padrão. A menor média (20,56 µg/l) foi calculada para a bacia do rio Capivara.

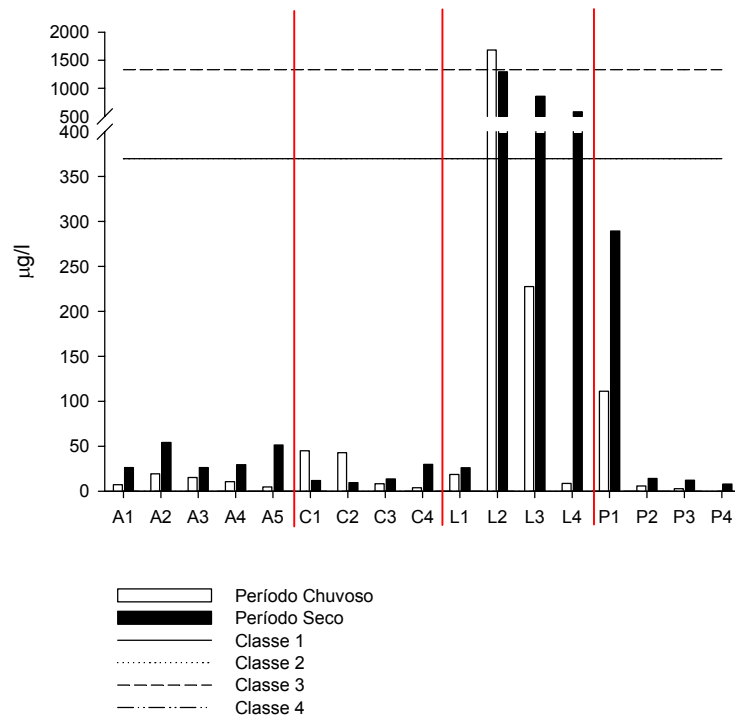


Figura 34 - Variação da concentração de amônia na água nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

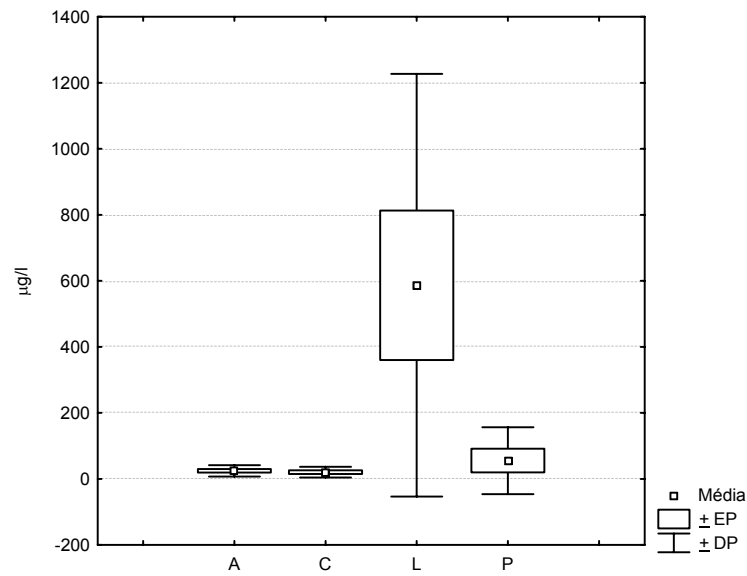


Figura 35 - Variação da concentração de amônia da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.2.14. Fosfato total dissolvido

As concentrações medidas para o fosfato total dissolvido, separado em sua porção orgânica e inorgânica, estão apresentadas nas Figuras 36 e 37.

No período chuvoso o fosfato total dissolvido (Figura 36 A), variou de 242,96 µg/l a 10,23 µg/l, em A2 e C1, respectivamente. O fosfato inorgânico foi maior em A2 (205,95 µg/l) e menor em C1 (4,3µg/l). A concentração de fosfato orgânico foi maior em L2 (79,46 µg/l) e menor em A4 (1,67µg/l).

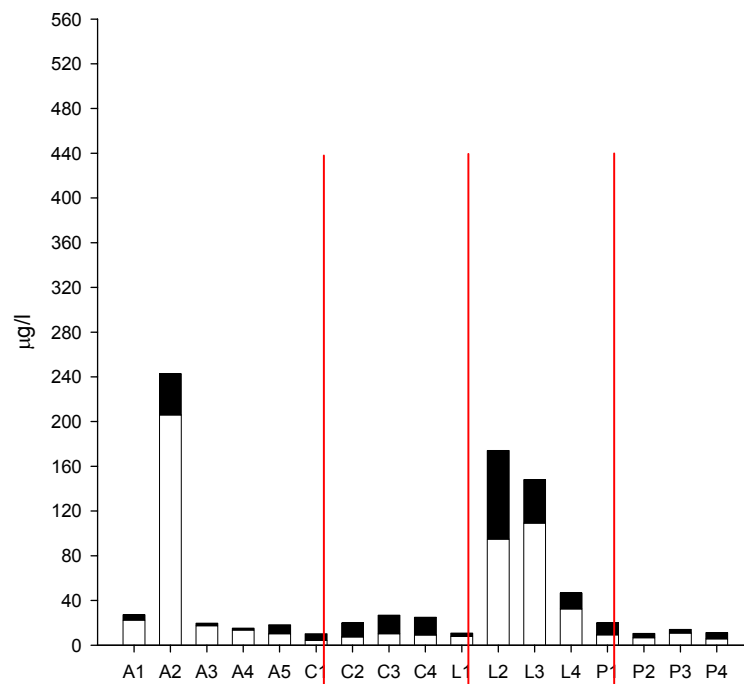
No período seco (Figura 36 B) as maiores concentrações de fosfato total dissolvido e inorgânico ocorreram na estação A2, com 547,3 µg/l e 535,1 µg/l, respectivamente. As menores concentrações de fosfato total e inorgânico foram determinadas em P2, com 6,55 µg/l e 2,1 µg/l, respectivamente. A maior concentração de fosfato orgânico foi de 17,9 µg/l e a menor foi de 0,75 µg/l, em L3 e C1 e C2, respectivamente.

O rio Lavapés (estações 2, 3 e 4), A2 e P1 foram as estações amostradas que mais se destacaram por apresentar as maiores concentrações deste nutriente.

Pode-se observar, através da Figura 37, que a bacia do rio Lavapés, seguida pela do Araquá, apresentaram as maiores concentrações médias de fosfato inorgânico, com 112,78 µg/l e 79,42 µg/l, respectivamente (Figura 37 A). A bacia do rio Lavapés também apresentou a maior concentração média (23,79 µg/l) e maior desvio padrão para a porção orgânica (Figura 37 B).

Os menores valores médios de fosfato inorgânico foram determinados para as bacias do Capivara e Pardo. E, a menor concentração média de fosfato orgânico ocorreu na bacia do Pardo.

A.



B.

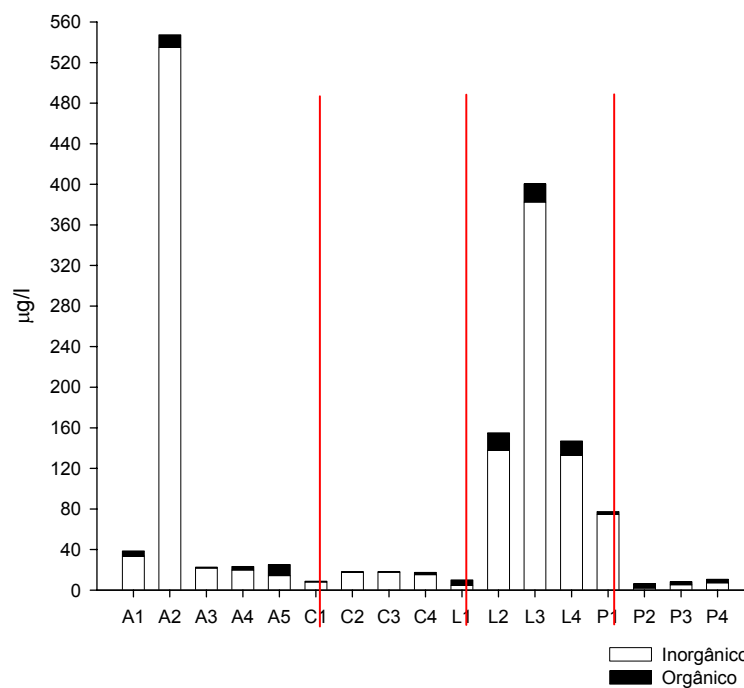
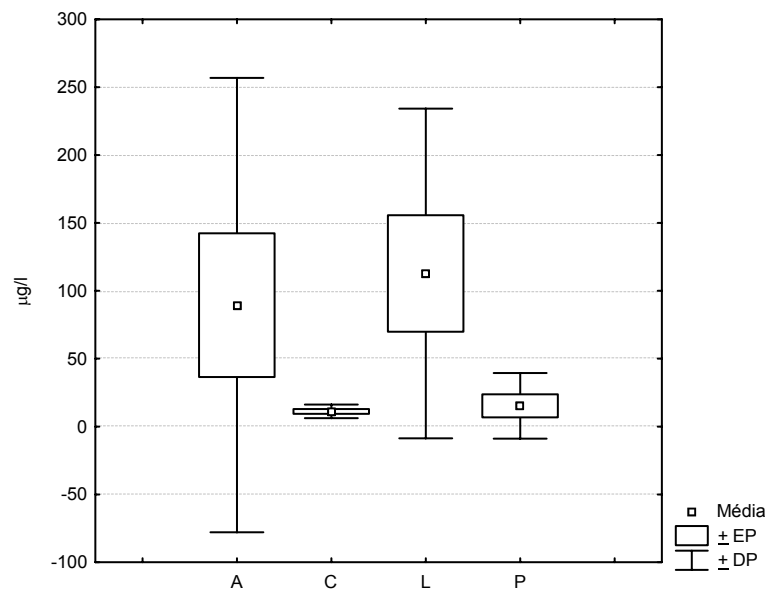


Figura 36 - Variação da concentração dissolvida de fosfato na água nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

A.



B.

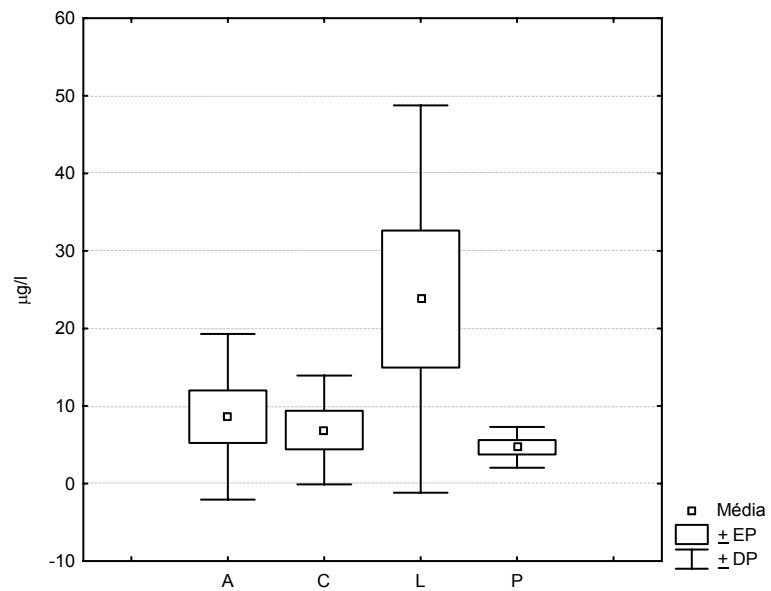


Figura 37 - Variação da concentração da porção inorgânica (A) e orgânica (B) de fosfato dissolvido na água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias hidrográficas dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.2.15. Silicato

As concentrações de silicato dissolvido na água estão apresentadas nas Figuras 38 e 39. No período chuvoso (Figura 38), o rio Araquá, em geral, apresentou as mais altas concentrações de silicato, principalmente em A4 (16,13 mg/l). O rio Capivara também exibiu altas concentrações (entre 12,01 mg/l a 15,94 mg/l). O rio Lavapés apresentou concentrações acima de 12,55mg/l, com exceção do local representativo de montante (L1), onde ocorreu a menor concentração (3,04 mg/l). O rio Pardo apresentou, no geral, baixa concentração de silicato (entre 3,17 mg/l e 10,09 mg/l).

No período seco, a maior concentração observada foi de 20,54 mg/l e a menor foi de 3,26 mg/l, em A3 e P3, respectivamente. O rio Araquá apresentou as maiores concentrações de silicato e o rio Pardo as menores.

Através da Figura 39 pode-se observar que a bacia do rio Araquá apresentou a maior média de concentração de silicato (15,85 mg/l) e o rio Pardo a menor (5,84 mg/l).

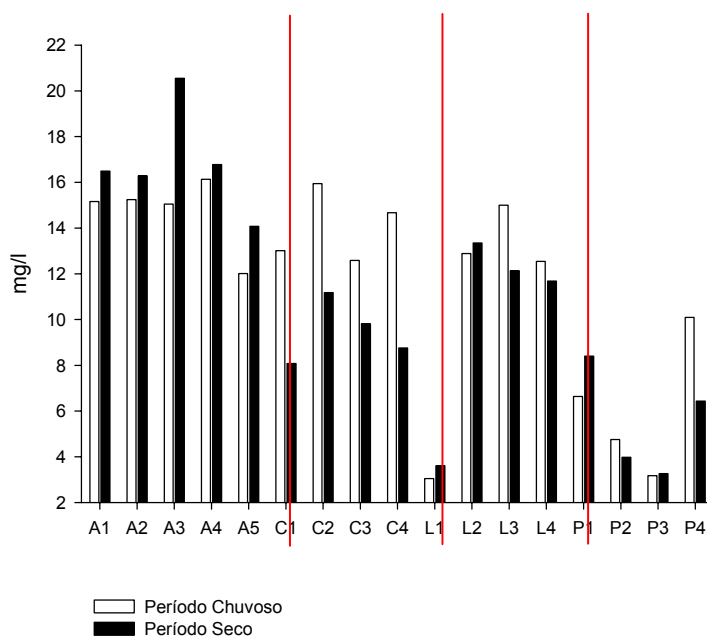


Figura 38 - Variação da concentração de silicato na água nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.



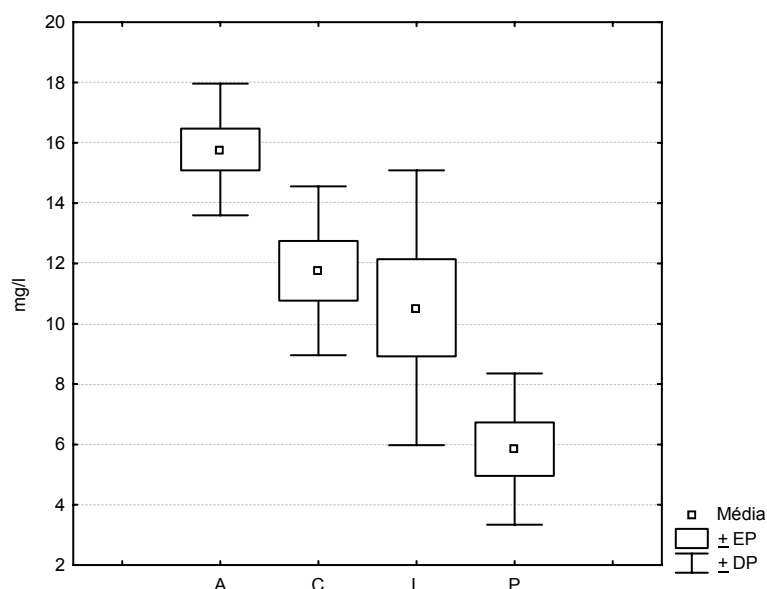


Figura 39 - Variação da concentração de silicato da água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.2.16. Coliformes totais e termotolerantes

O número mais provável de coliformes termotolerantes e totais em 100 ml da amostra estão apresentados nas Figuras 40 e 41.

No período chuvoso a variação de coliformes totais (Figura 40 A) encontrada foi de 120300 NMP/100ml, em A4 e L2, a 613 NMP/100ml, em P2. O rio Araquá mostrou uma tendência de aumento do número de coliformes totais no sentido jusante. O rio Capivara apresentou-se, no geral, como o rio com os menores valores desta variável. O rio Lavapés teve alto número de coliformes totais no seu trecho médio (L2 e L3). O rio Pardo, com exceção para P1, teve baixos valores de coliformes totais.

A tendência de distribuição dos valores de coliformes termotolerantes observada graficamente (Figura 41 B) foi semelhante a encontrada para coliformes totais. O valor mais alto foi de 26000 NMP/100ml, em L2, e o mais baixo foi 10 NMP/100ml, em P2. Porém, só o rio Lavapés, principalmente na porção média, apresentou altos valores.

No período de seca, a variação de coliformes totais encontrada foi de 261 NMP/100ml, em P2, e 198600 NMP/100ml, em L2. Para coliformes termotolerantes a variação foi de 1 NMP/100ml a 64900 NMP/100ml, em P2 e L2, respectivamente.

O período seco apresentou concentrações mais altas tanto para coliformes totais quanto para coliformes termotolerantes.

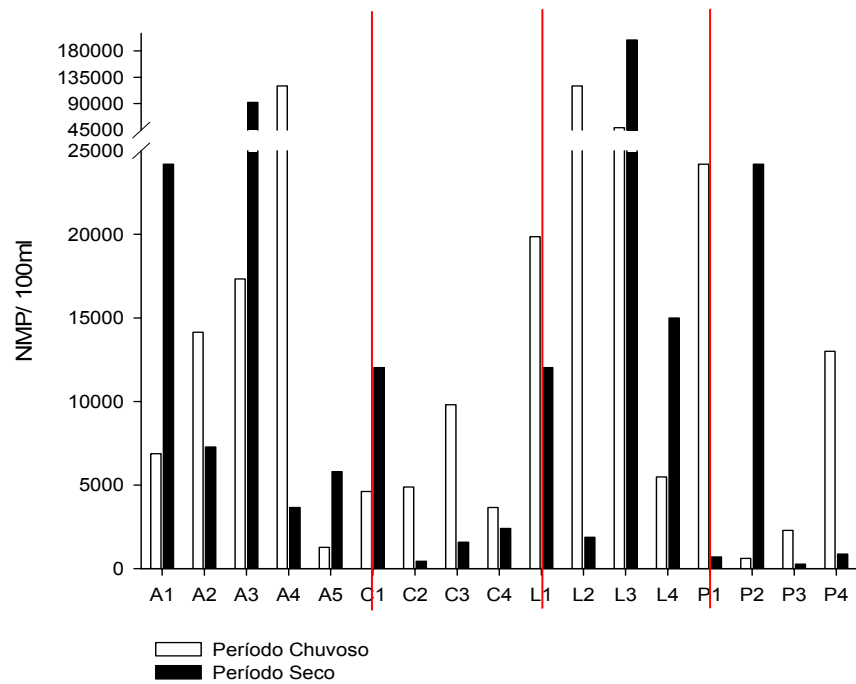
O número mais provável de coliformes totais sempre foi maior que o de coliformes termotolerantes.

De acordo com as categorias estabelecidas pela resolução CONAMA 274/2000 para águas doces (Tabela V), no período chuvoso as estações A5, C1, C2, C3, C4, L4, P1, P2, P3 e P4 podem ser classificadas como excelentes; as estações A1, A2, A3 e A4 como muito boas; a estação L1 como satisfatória; e as estações L2 e L3 seriam impróprias. No período seco as estações A5, C1, C2, L1, P1, P2 e P3 são excelentes; as estações A4, C3, C4, L4 e P4 são muito boas; As estações A1 e A3 são satisfatórias; e as estações L2 e L3 são impróprias.

Com relação ao CONAMA 357/2005, a maioria das estações de amostragem se enquadram em rios de classe 1 ou 2. Contudo, as estações A3 no período seco e, principalmente, L2 no período chuvoso, L3 nos dois períodos e L4 no período seco excedem essa classificação.

Na Figura 41 pode-se observar claramente que apenas o rio Lavapés recebe alta contaminação com coliformes termotolerantes (média: 12921 NMP/100ml) (Figura 41 B), apesar de não ser o único rio com alto número mais provável de coliformes totais (Figura 41 A).

A.



B.

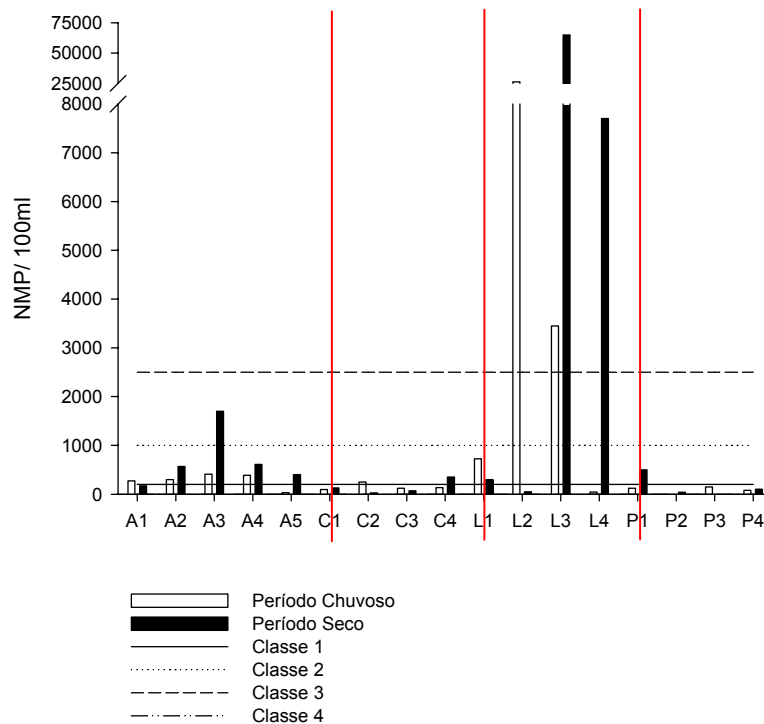
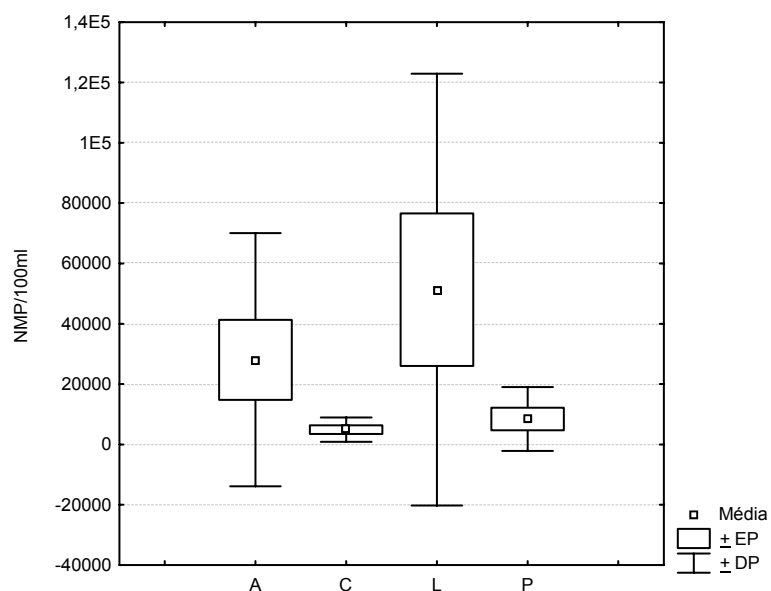


Figura 40 – Resultados obtidos de coliformes totais (A) e termotolerantes (B) na água dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

A.



B.

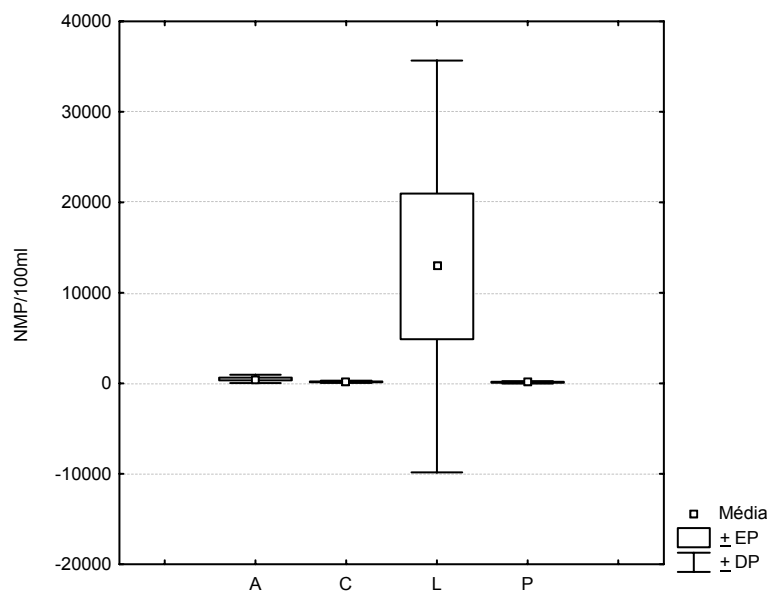


Figura 41 – Resultados obtidos de coliformes totais (A) e termotolerantes (B) água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

Tabela V: Categorias estabelecidas pela resolução CONAMA 274/2000 para águas doces.

Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)

<b>Excelente</b>	< 250
<b>Muito Bom</b>	< 500
<b>Satisfatório</b>	< 1000
<b>Imprópria</b>	> 2500

### 5.2.17. Demanda bioquímica de oxigênio

No período chuvoso, a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi maior em A5 (27mg/l) e menor em P1 (8mg/l), conforme observado na Figura 42. Em todos os rios houve uma tendência de aumento da DBO no sentido da jusante. O rio Araquá

foi o que apresentou as maiores concentrações de DBO (em torno de 24,5mg/l) e o rio Pardo as menores (em torno de 11mg/l).

No período seco a DBO variou de 18 mg/l a 7 mg/l, em L3 e P2, respectivamente. O rio Lavapés apresentou os maiores valores e o rio Pardo os menores, em torno de 8 mg/l.

A Figura 43 mostra que a bacia do rio Araquá foi a que apresentou maior média de DBO (36,23 mg/l) e a bacia do Pardo a menor (9,5 mg/l).

Segundo a resolução CONAMA 357/2005 a maioria das estações de amostragem supera o limite para DBO estabelecido para rios de classe 3, com exceção A1, C1, P1, P2, P3 e P4 no período seco.

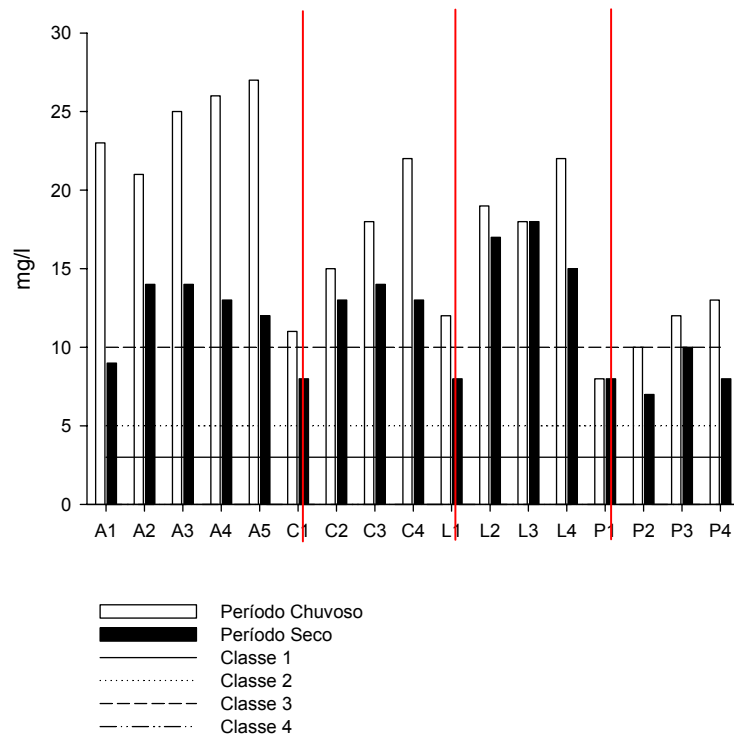


Figura 42 - Variação da demanda bioquímica de oxigênio na água nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007 e os limites para a classificação dos rios em classes, segundo a legislação CONAMA 357.

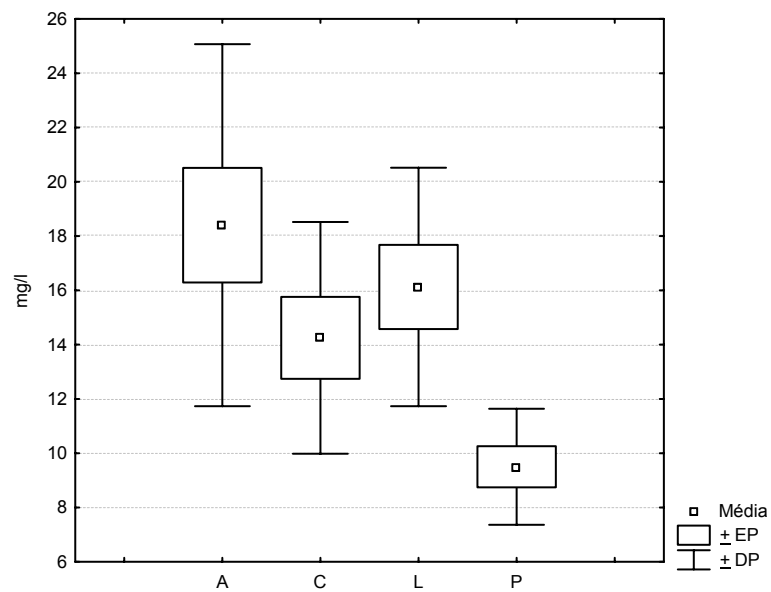


Figura 43 – Variação da demanda bioquímica de oxigênio na água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.3 Características do sedimento

#### 5.3.1. Granulometria

A Figura 44, a seguir, representa o tamanho médio dos grãos ( $\Phi$ ) dos sedimentos amostrados nas diferentes rios estudados. Nas estações Araquá2, Capivara 2, Lavapés 2, Pardo 1 e 2 o sedimento analisado corresponde somente àquele acumulado em áreas mais remansosas.

No período chuvoso o maior  $\Phi$  foi de 3,88, na estação C4, e o menor foi de 1,16, em L2. Na seca, o maior  $\Phi$  foi encontrado na estação A5 (4,36) e o menor, na estação C2 (1,05).

Na maioria das estações o sedimento é classificado como sendo areia média (1,0 a 2,0), segundo Håkanson & Jansson (1983). Nas estações mais à jusante, como A4, A5, C4, L3, L4 e P3, em pelo menos um dos períodos, o sedimento foi classificado como areia fina (2,0 a 4,0).

Nas estações A2, C2 e P2, nos períodos chuvoso e seco, o tipo de sedimento predominante correspondeu a cascalho grosso, com  $\Phi$  igual à -4,5. O substrato das estações P1 e L2 é formado, principalmente, por uma rocha única.

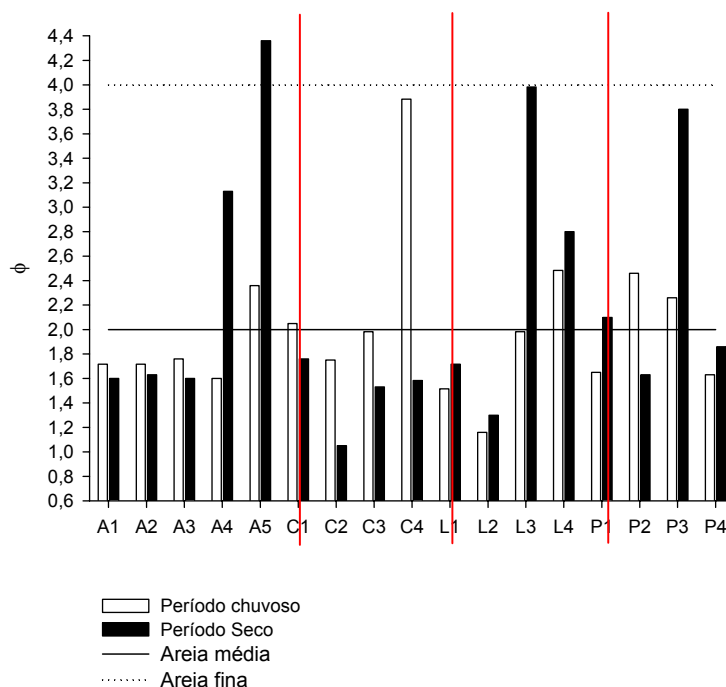


Figura 44 – Tamanho médio dos grãos do sedimento dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

#### 5.3.2. Matéria Orgânica

Conforme pode ser visto na Figura 46, a estação A5 apresentou as maiores porcentagens de matéria orgânica no sedimento tanto no período chuvoso (47,24%) como no seco (43,66%).

A estação C3, no período chuvoso e a estação P4, no período seco apresentaram as menores porcentagens de matéria orgânica (0,29 e 0,05%, respectivamente).

A porcentagem de M.O. apresentou uma tendência muito parecida com a encontrada para o sedimento mais fino, com maior ocorrência nas estações mais à jusante, como A4, A5, C4, L3, L4 e P3.

A bacia do Araquá (Figura 46) foi a que apresentou o maior valor médio (10,90%) e também o maior desvio padrão para a M.O. A elevada variabilidade se deve ao fato de que as estações à jusante apresentaram valores bem maiores do que aqueles encontrados na montante.

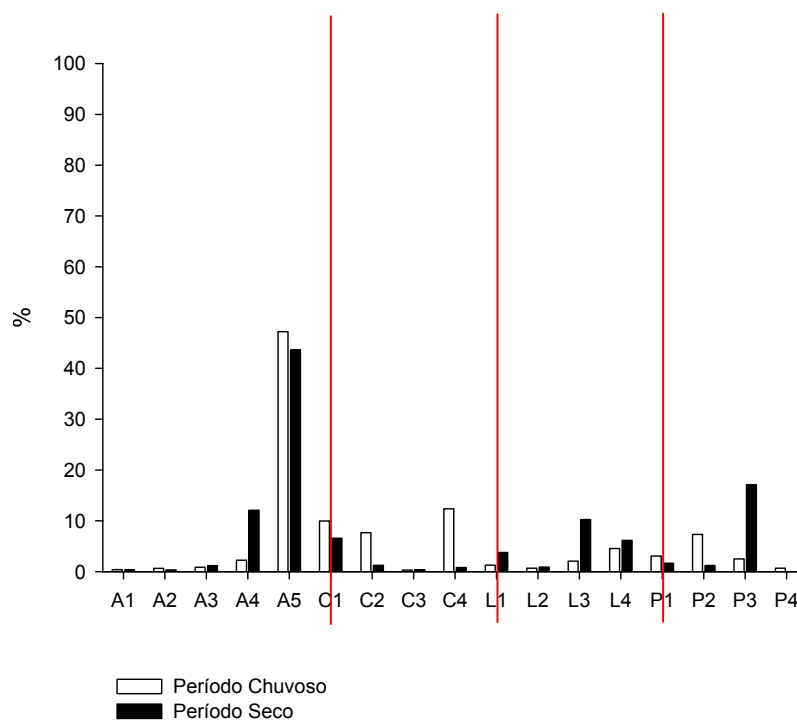


Figura 45 – Porcentagem de matéria orgânica do sedimento dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.



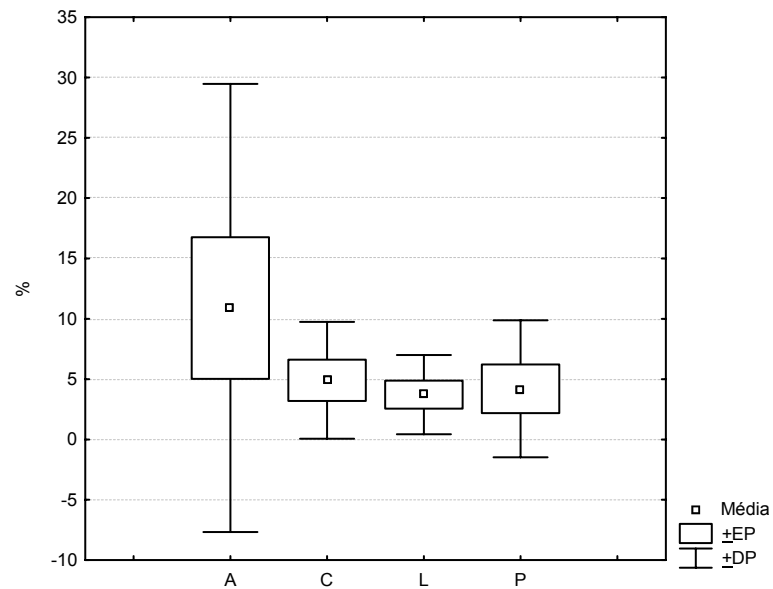


Figura 46 – Porcentagem de matéria orgânica do sedimento água (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.3.3. Porcentagem de água no sedimento

A estação A5, no período chuvoso, e a estação L3, no período seco, foram as que apresentaram a maior porcentagem de água no sedimento, com 85,66 e 63,54 %, respectivamente (Figura 47). A estação com menor porcentagem de água no sedimento, no período chuvoso, foi A2 (8,2%) e no período seco foi A3 (4,69%).

Esta variável do sedimento apresentou uma tendência muito parecida com as das outras duas variáveis citadas anteriormente, com uma maior porcentagem de água no sedimento nas estações mais à jusante.

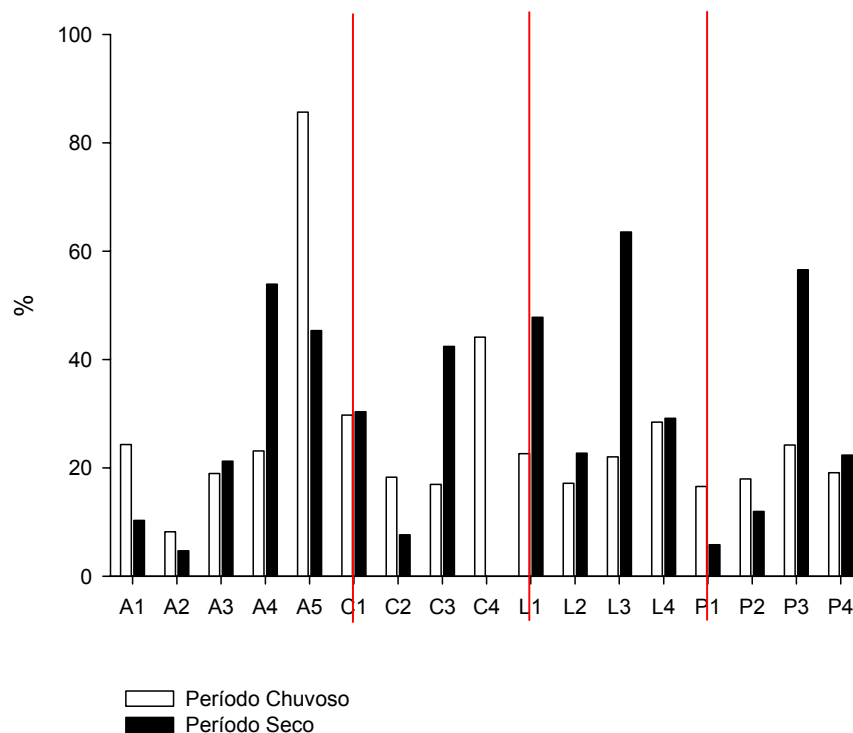


Figura 47 – Porcentagem de água do sedimento dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

#### 5.3.4. Nitrogênio orgânico total

Na Figura 48 pode-se observar as concentrações de nitrogênio orgânico total no sedimento das estações amostradas. A estação A5 foi a que apresentou a maior concentração, tanto no período chuvoso (8,39 mg/g) quanto no seco (8,00 mg/g).

No período chuvoso a estação A2 foi a que apresentou a menor concentração de nitrogênio, abaixo do limite de detecção do método utilizado. No período seco, as estações A2 e A3 apresentaram o menor valor de concentração de nitrogênio (0,02 mg/g).

Para esta variável também houve uma tendência de aumento no sentido jusante. A Figura 49 mostra que a bacia do Araquá teve a maior média de concentração de nitrogênio no sedimento (1,89 mg/g), e também o maior desvio padrão mostrando que as estações de amostragem dentro desta bacia foram muito diferentes entre si.

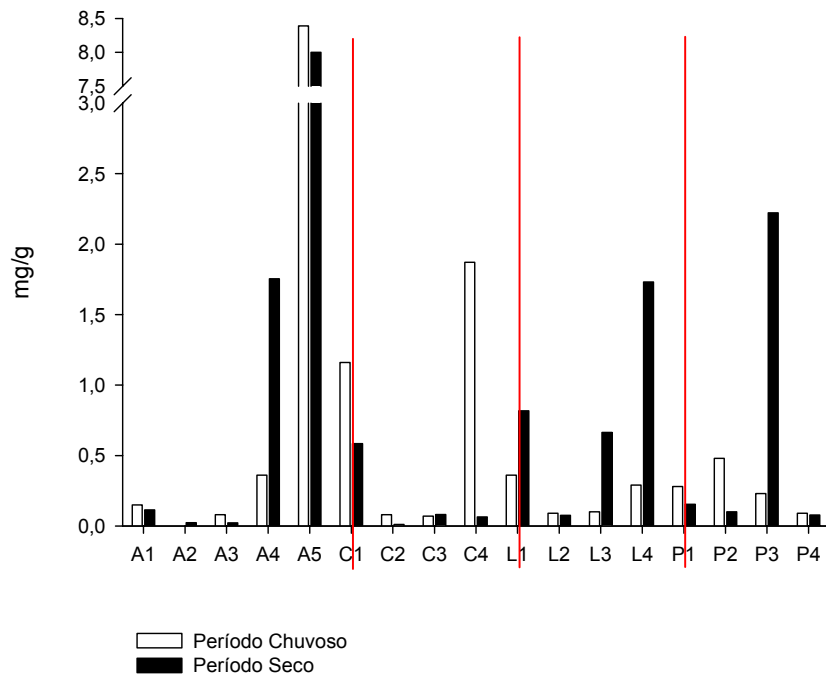


Figura 48 – Variação da concentração de nitrogênio no sedimento dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

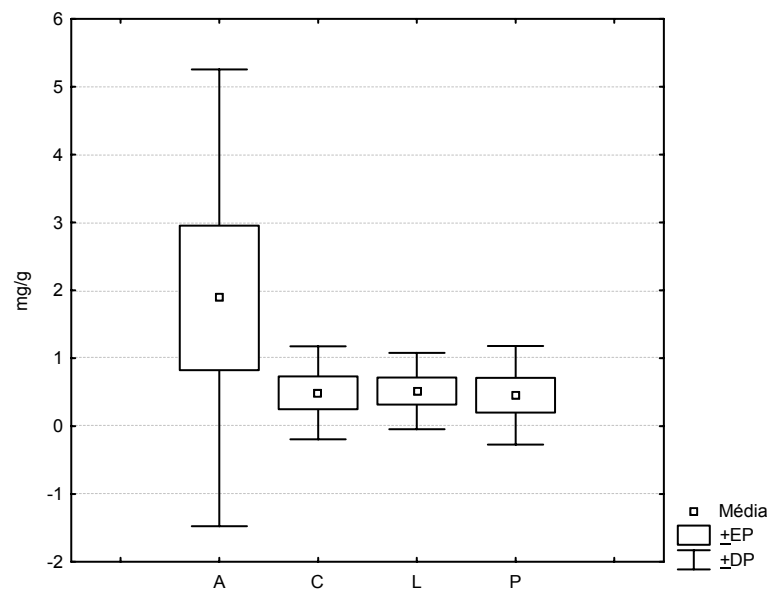


Figura 49 - Variação da concentração de nitrogênio no sedimento (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

### 5.3.5. Fósforo total

A concentração de fósforo total no sedimento, no período chuvoso, variou de 2,04 mg/g, na estação P1, a 0,026 mg/g, na estação A2 (Figura 50). No período seco, a maior concentração ocorreu em A5 (1,06 mg/g) e a menor em A2 (0,03 mg/g).

Nos rios Araquá e Lavapés há uma tendência de aumento da concentração de fósforo no sentido jusante. Nos rios Capivara (período seco) e Pardo (principalmente no período chuvoso) a tendência é contrária, ou seja, de diminuição da concentração de fósforo no sedimento à jusante.

Na Figura 51, a seguir, pode-se observar que a maior média para a concentração de fósforo no sedimento foi encontrada na bacia do Pardo (0,53 mg/g), bem como o maior desvio padrão mostrando alta variabilidade entre as estações de amostragem dentro desta bacia.

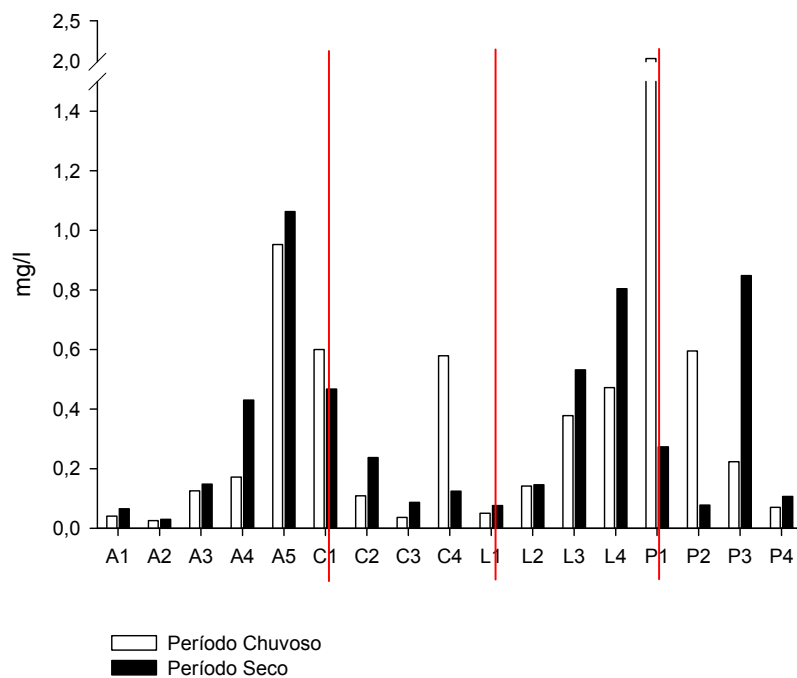


Figura 50 – Variação da concentração de fósforo no sedimento dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

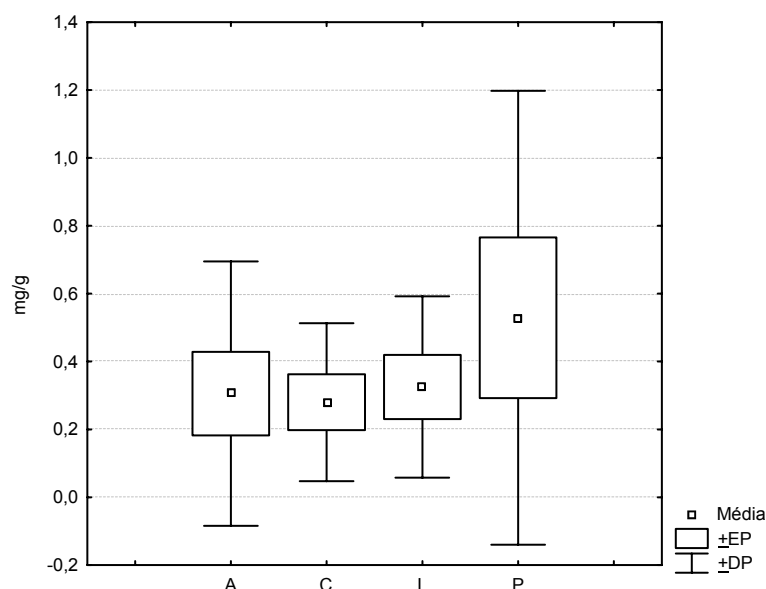


Figura 51 - Variação da concentração de fósforo no sedimento (média, erro padrão e desvio padrão) nas bacias dos rios Araquá (A), Capivara (C), Lavapés (L) e Pardo (P) do município de Botucatu e região.

#### 5.4 Análise de Componentes Principais

As análises de componentes principais (ACP) foram realizadas com as 30 variáveis apresentadas na Tabela VI. Na análise conjunta dos períodos chuvoso e seco (Figura 72 A) a porcentagem de explicação no eixo 1 foi de 54,69 %, no eixo 2 de 14,66% e no eixo 3 de 9,07%, somando 78,42%. A Figura 72 B é referente à ACP apenas para o período chuvoso, onde a explicabilidade do eixo1 foi de 53,74 %, do eixo 2 de 17,32% e do eixo 3 8,74%, somando 79,79%. E a Figura 72 C apresenta a ACP referente ao período seco, onde o eixo 1 explicou 58,77%, o eixo 2 16,63% e o eixo 3 8,25% somando 83,66%.

Na primeira análise, é possível observar a formação de 3 grupos. Um relacionado positivamente com o eixo 1 formado pelas estações L2 seco e chuvoso, A2 seco e chuvoso, L3 seco e chuvoso e P1 seco. As variáveis que estiveram mais fortemente relacionadas com esse eixo ( $r > 0,6$ ) foram condutividade elétrica, material em suspensão orgânico, clorofila- a, coliformes totais e termotolerantes, nitrogênio total na água, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total na água, fósforo dissolvido porção orgânica e inorgânica e, principalmente, fósforo total dissolvido.

Nas análises realizadas com o período chuvoso e seco, separadamente (Fig. 72 B e C), também foi possível observar agrupamento similares ao mencionado anteriormente. No período chuvoso agruparam-se as estações L2, A2 e L3 e as

variáveis nitrato, nitrito e coliformes termotolerantes ( $r > 0,3$ ) e no período seco as estações L2 e A2, porém negativamente, sendo o nitrato, nitrato e fósforo total na água e coliformes termotolerantes as variáveis melhor relacionadas ( $r > 0,3$ ).

Outro grupo observado se relacionou negativamente de forma fraca ( $r < 0,3$ ) com o eixo 1 na análise feita com os períodos chuvoso e seco (Figura 72 A). Esse grupo esteve mais relacionado com as variáveis luminosidade, transparência, vazão e nitrogênio que foram formado por L1 seco e chuvoso, P4 seco e chuvoso, C3 chuvoso, P3 chuvoso, P2 seco e chuvoso, C1 seco e chuvoso e C4 chuvoso.

No período chuvoso observou-se o agrupamento das mesmas estações citadas acima, relacionados fracamente com luminosidade. No período seco esse agrupamento, que aqui se encontra relacionado positivamente com o eixo 1, se separou em dois grupos distintos. Um grupo formado pelas estações P2, L1 e C1, associados negativamente com o eixo 2; e outro grupo formado pelas estações C3, C4, A3, P4 e C2, que estão relacionadas positivamente com o eixo 2.

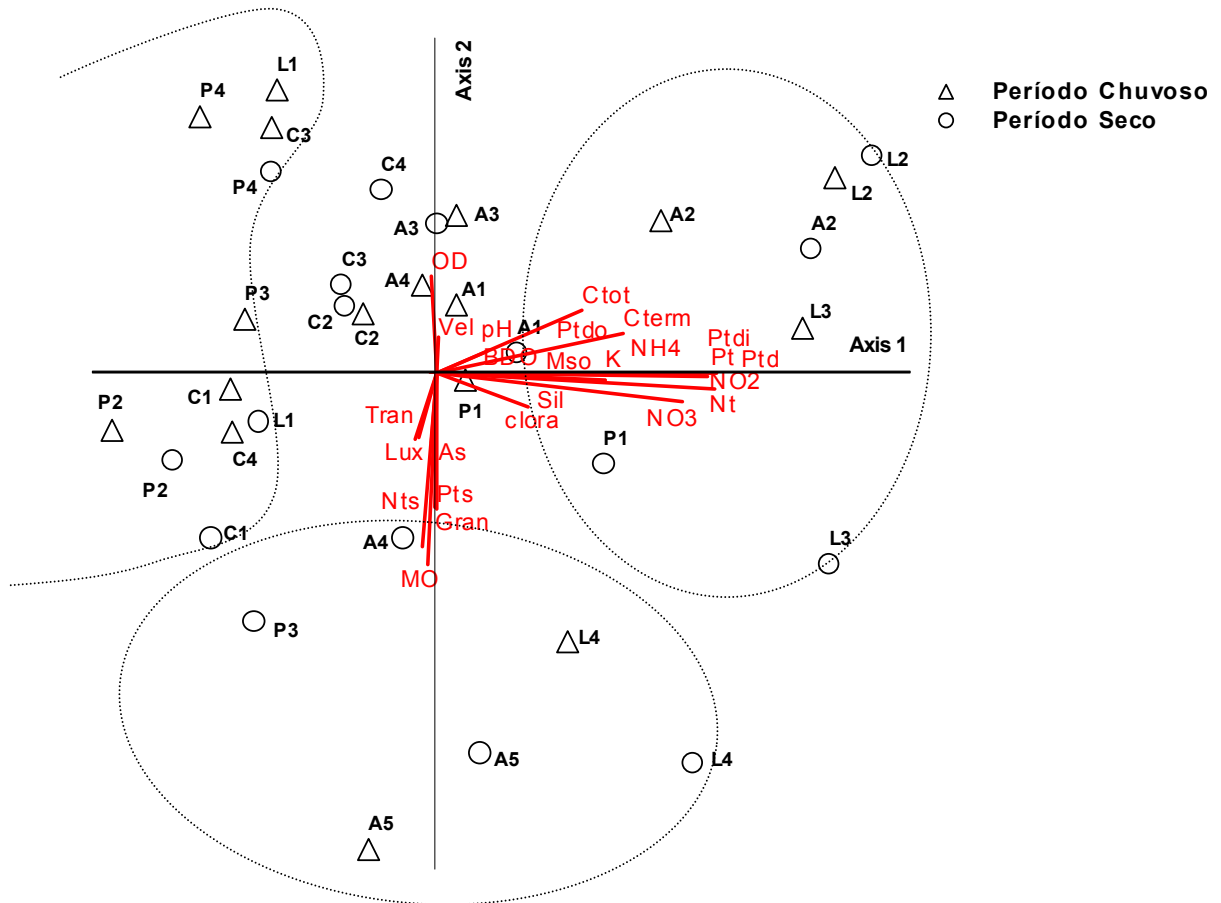
E um terceiro grupo relacionado negativamente com o eixo 2, formado pelas estações A5 seco e chuvoso, L4 seco e chuvoso, A4 seco e P3 seco, esteve melhor relacionado com as variáveis silicato, luminosidade, transparência da água, matéria orgânica no sedimento, porcentagem de água no sedimento, nitrogênio total e fósforo total no sedimento e granulometria, sendo que MO foi a variável mais fortemente relacionada. As outras estações não estiveram claramente ordenadas com os eixos 1 e 2 (Figura 72 A).

No período chuvoso esse agrupamento também ocorreu, porém com as estações A5 e L4 relacionadas com a clorofila *a*, nitrato, luminosidade, matéria orgânica no sedimento e nitrogênio total sedimento (Figura 72 B).

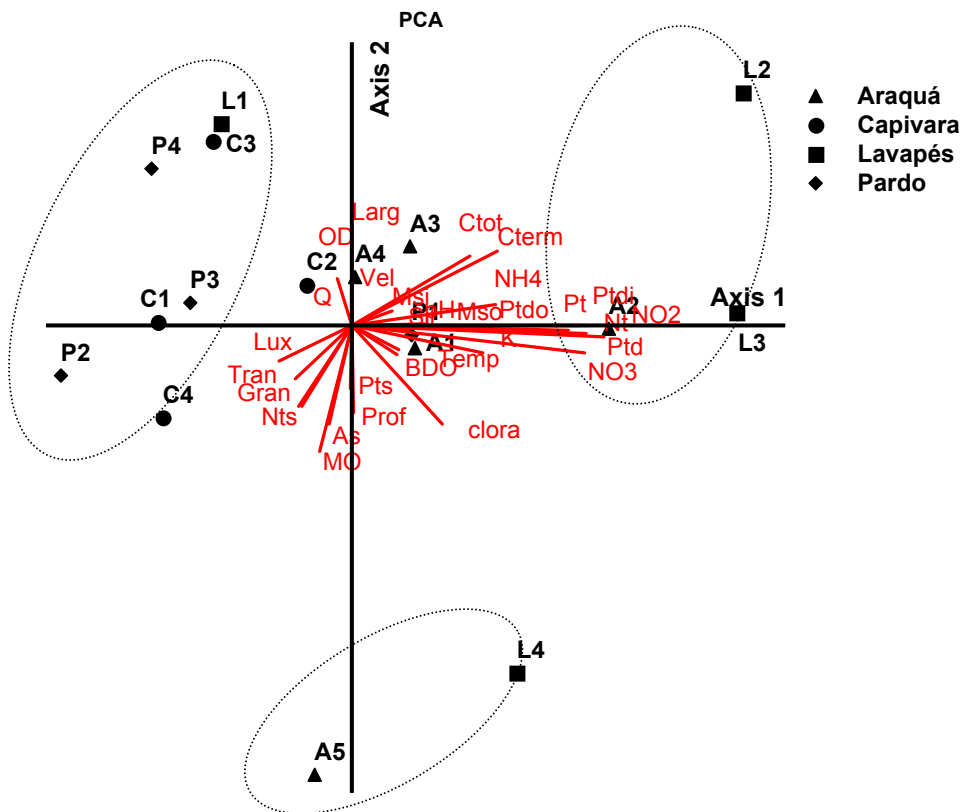
No período seco, Figura 72 C, as variáveis matéria orgânica no sedimento, porcentagem de água no sedimento e, principalmente, nitrogênio total no sedimento foram responsáveis pelo agrupamento formado pelas estações A4, A5, L4 e L3. A estação L3 só esteve nesse agrupamento no período seco.

De forma geral, os agrupamentos e as relações entre as variáveis foram melhor estabelecidos no período seco, que também apresentou a maior porcentagem de explicabilidade. A análise feita com os dois períodos juntos (Figura 72 A) foi influenciada pelo período seco (Figura 72 C).

A.



B.



C.

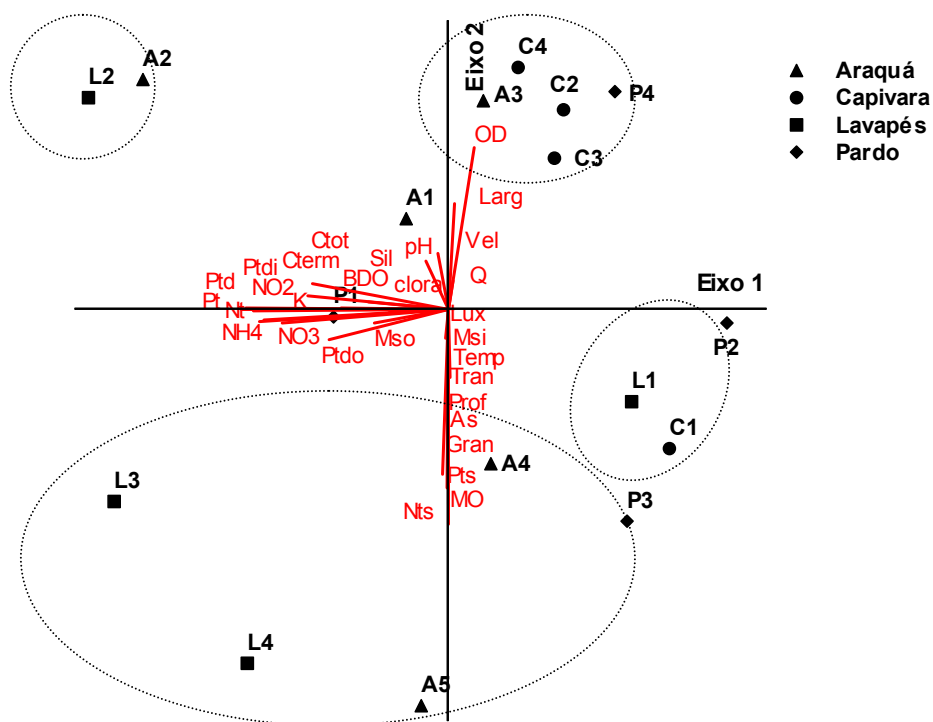


Figura 72: Análise de ordenação – ACP, nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco (A), chuvoso (B) e seco (C) de 2007.

Tabela VI: Valores das correlações das variáveis com os eixos 1 e 2 das ACPs realizadas para os períodos chuvoso e seco (C e S), período chuvoso (C) e período seco (S).

Variáveis	Eixo 1 (C e S)	Eixo 1 (C)	Eixo 1 (S)	Eixo 2 (C e S)	Eixo 2 (C)	Eixo 2 (S)
Temperatura água (Temp)	0,071	0,0096	0,0002	-0,084	-0,0151	-0,0106
pH	0,394	0,0099	-0,0062	0,271	0,0022	0,0161
Oxigênio Dissolvido (OD)	-0,128	-0,0003	0,0153	<b>0,583</b>	0,0514	0,0692
Condutividade (K)	<b>0,720</b>	0,147	-0,1252	-0,156	-0,1336	-0,0070
Potencial óxido- redução (ORP)	-0,129	<b>-0,216</b>	0,0011	-0,018	-0,015	0,0231
Material em suspensão inorgânico (Msi)	0,250	0,0290	-0,0056	0,070	0,0351	-0,0327
Material em suspensão orgânico (Mso)	<b>0,579</b>	0,0209	-0,0193	-0,107	0,0013	-0,0148
Turbidez (Turb)	0,139	0,0353	-0,0182	0,038	0,0296	-0,0534
Clorofila-a (clora)	<b>0,532</b>	0,1211	-0,0967	-0,351	<b>-0,2488</b>	-0,0242
Coliformes totais (Ctot)	<b>0,668</b>	<b>0,2155</b>	<b>-0,3091</b>	0,473	<b>0,3285</b>	<b>0,243</b>
Coliformes termotolerantes (Cterm)	<b>0,759</b>	<b>0,2956</b>	<b>-0,4017</b>	0,371	<b>0,4169</b>	<b>0,2191</b>
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	0,381	0,0327	-0,0416	0,031	-0,0463	0,0064
Nitrogênio total (Nt)	<b>0,927</b>	<b>0,2745</b>	<b>-0,2367</b>	-0,245	-0,1127	-0,1080
Amônia (NH4)	<b>0,796</b>	<b>0,2819</b>	<b>-0,3038</b>	-0,069	<b>0,2145</b>	-0,1541
Nitrato (NO3)	<b>0,869</b>	<b>0,5905</b>	<b>-0,4102</b>	-0,319	<b>-0,4009</b>	-0,1804
Nitrito (NO2)	<b>0,913</b>	<b>0,3318</b>	<b>-0,3173</b>	-0,123	-0,1235	-0,0358
Fósforo total (Pt)	<b>0,900</b>	<b>0,2025</b>	<b>-0,3184</b>	-0,050	-0,0610	-0,0141
Fósforo total dissolvido (Ptd)	<b>0,930</b>	<b>0,2024</b>	<b>-0,2793</b>	0,011	0,0138	0,0055
Fósforo total dissolvido inorgânico (Pt di)	<b>0,927</b>	<b>0,2244</b>	<b>-0,3082</b>	0,021	0,0087	0,0385
Fósforo total dissolvido orgânico (Ptdo)	<b>0,606</b>	0,1507	-0,1336	-0,041	0,0129	-0,1201
Silicato (Sil)	<b>0,509</b>	0,0503	-0,0639	0,032	-0,0308	0,0336
Porcentagem de luminosidade (Lux)	-0,237	-0,1527	-0,0014	<b>-0,480</b>	<b>-0,2116</b>	-0,1525
Transparência da água (Trans)	-0,261	-0,0201	0,0050	<b>-0,483</b>	-0,0384	-0,0530
Velocidade (Vel)	0,072	-0,0015	-0,0074	0,355	0,0369	0,0311
Vazão (Q)	-0,236	-0,0314	0,0095	-0,041	0,1126	0,0462
Matéria orgânica do sedimento (MO)	-0,165	0,0766	0,0016	<b>-0,823</b>	<b>-0,3010</b>	<b>-0,4008</b>
Porcentagem de água no sedimento (As)	-0,128	-0,031	0,0105	<b>-0,496</b>	-0,1260	<b>-0,2666</b>
Nitrogênio total do sedimento (Nts)	-0,214	-0,1494	0,0172	<b>-0,784</b>	<b>-0,3773</b>	<b>-0,6693</b>
Fósforo total do sedimento (Pts)	-0,019	-0,0055	-0,0044	<b>-0,693</b>	<b>-0,623</b>	-0,0773
Granulometria	-0,055	-0,018	-0,0105	<b>-0,690</b>	-0,0439	-0,0972



### **5.5 Macroinvertebrados Bentônicos**

Neste item são apresentados os resultados de abundância total, abundância relativa, riqueza, diversidade, índices bióticos e análise de agrupamento referente aos macroinvertebrados bentônicos amostrados e analisados no presente estudo.

No total foram encontrados 151 táxons. Na Tabela VII estão listados os táxons identificados, sendo 48 de Chironomidae, 14 de Coleoptera, 15 de Ephemeroptera, 4 de Simuliidae, 1 de Plecoptera, 9 de Odonata, 19 de Trichoptera, 17 de Oligochaeta e mais 24 outros grupos.

Alguns indivíduos coletados não foram identificados. Geralmente isso se deu pelo fato de serem muito jovens, sem a completa formação de estruturas necessárias para a identificação e ainda pela falta de partes do corpo (animais danificados).

Tabela VII: Lista de táxons encontrados nos principais rios do município de Botucatu e região.

<b>Chironomidae</b>	
Chironominae n.id.	<i>Monopelopia</i>
<i>Chironomus</i>	<i>Nilotanypus</i>
<i>Chironomus</i> gr. <i>decorus</i>	<i>Procladius</i>
<i>Chironomus</i> gr. <i>riparus</i>	<i>Tanypus punctipennis</i> Meigen, 1818
<i>Chironomus</i> gr. <i>salinarius</i>	<i>Thienemannimyia</i>
<i>Cryptochironomus</i>	<i>Zavrelimyia</i>
<i>Endotribelus</i>	<b>48</b>
<i>Harnischia</i>	<b>Coleoptera</b>
<i>Parachironomus</i>	Elmidae n.id.
<i>Paratendipes</i>	<i>Heterelmis</i>
<i>Polypedilum</i> ( <i>Polypedilum</i> )	<i>Hexacylloepus</i>
<i>Polypedilum</i> ( <i>Tripodura</i> )	Larva D
<i>Polypedilum</i> gr. <i>fallax</i>	Larva E
<i>Robackia</i>	<i>Austrolimnius</i>
<i>Stempellinella</i>	<i>Macrelmis</i>
<i>Stenochironomus</i>	<i>Microcyloepus</i>
<i>Cladopelma</i>	<i>Xenelmis</i>
<i>Aedokritus</i>	Psephenidae n.id.
<i>Beardius</i>	<i>Psephenus</i>
Tanytarsini n.id.	<i>Berosus</i>
<i>Caladomyia</i>	Dryopidae n.id.
<i>Rheotanytarsus</i>	<i>Gyretes</i>
<i>Tanytarsus</i>	<b>14</b>
Orthocladinae n.id.	<b>Ephemeroptera</b>
<i>Corynoneura</i>	Baetidae n.id.
<i>Cricotopus</i>	<i>Cryptonympha</i>
<i>Eukiefferiella</i>	<i>Camelobaetidius</i>
<i>Gymnometriocnemus</i>	<i>Baetodis</i>
<i>Lopescladius</i>	<i>Americabaetis</i>
<i>Nanocladius</i>	<i>Caenis</i>
<i>Onconeura</i>	Leptophlebiidae n.id.
<i>Parametriocnemus</i>	<i>Thraulodes</i>
<i>Rheocricotopus</i>	<i>Farrodes</i>
Tanypodinae n.id.	<i>Askola</i>
<i>Ablabesmyia</i>	Leptohyphidae n.id.
<i>Alotanypus</i>	<i>Tricorythopsis</i>
<i>Clinotanypus</i>	<i>Leptohyphes</i>
<i>Coelotanypus</i>	<i>Traverhyphes</i>
<i>Djalmabatista</i>	<i>Euthyplocia</i>
<i>D. pulcher</i> (Johannsen, 1908)	<b>15</b>
Labrundinia	<b>Simuliidae</b>
<i>Larsia</i>	<i>Simulium rubrithorax</i> Lutz, 1909

Tabela VII: continuação.

<i>S. inaequale</i> (Paterson & Shannon, 1927)	<i>Pristina</i>
<i>S. pertinax</i> Kollar, 1832	<i>Nais</i>
<i>S. subpallidum</i> Lutz, 1910	<i>Homochaeta</i>
	<b>4</b> <i>Stylaria</i>
<b>Plecoptera</b>	<i>Dero</i>
<i>Anacroneuria</i>	<i>Slavina</i>
	<b>1</b> <i>Pristinella</i>
<b>Odonata</b>	<i>Stephensoniana</i>
Calopterygidae	Tubificidae n.id.
Coenagrionidae	<i>Branchiura sowerbyi</i> Beddard, 1892
Gomphidae n.id.	Alluroididae n.id.
<i>Progomphus</i>	<i>Narapa bonettoi</i> Righi & Varela, 1983
Corduliidae	Alluroididae n.id.
<i>Brechmorhoga</i>	Lumbriculidae n.id.
Libellulidae n.id.	<i>Haplotaxis aedeochaeta</i> Brinkhurst & Marchese, 1987
<i>Tauriphila</i>	
<i>Zenithoptera</i>	
	<b>17</b>
	<b>Outros</b>
	<b>9</b> Bivalvia
<b>Trichoptera</b>	Ceratopogonidae
Hydroptilidae n.id.	Chaobouridae
<i>Hydroptila</i>	Cladocera
<i>Maytrichia</i>	Cyclopoida
<i>Neotrichia</i>	Calanoida
<i>Rhyacopsyche</i>	Colembolla
Hydropsychidae n.id.	Culicidae
<i>Leptonema</i>	Empididae
<i>Smicridea</i>	Gastropoda
Philopotamidae n.id.	Harpacticoida
<i>Chimarra</i>	hemiptera
<i>Dolophilodes</i>	Hidracarina
<i>Wormaldia</i>	Hirudinea
Glossosomatidae n.id.	Hydrozoa
<i>Mexitrichia</i>	Megaloptera
<i>Protoptila</i>	Nematoda
Leptoceridae n.id.	Ortoptera
Polycentropodidae n.id.	Ostracoda
<i>Cernotina</i>	Planária
<i>Grumicha</i>	Psycodidae
	<b>19</b> Simuliidae
<b>Oligochaeta</b>	Stratiomyidae
Naididae n.id.	Tipulidae
<i>Allonais</i>	
	<b>24</b>

### 5.5.1. Táxons encontrados

A maior abundância de organismos bentônicos foi encontrada na estação C1 no período de seca (116481 ind./m<sup>2</sup>) e a menor na estação A2 no período chuvoso (72 ind./m<sup>2</sup>). No período seco, com exceção para P4, a abundância total foi maior em todas as estações de coleta, principalmente em C1 e L2 (Fig. 52).

Em todos os rios estudados, as estações mais à montante (A2, A2S, C1, C2, L2, L2s, P1 e P2) apresentaram maiores abundâncias quando comparadas com os pontos mais à jusante.

Os rios Lavapés e Capivara foram os que apresentaram maior abundância, e os rios Araquá e Pardo a menor.

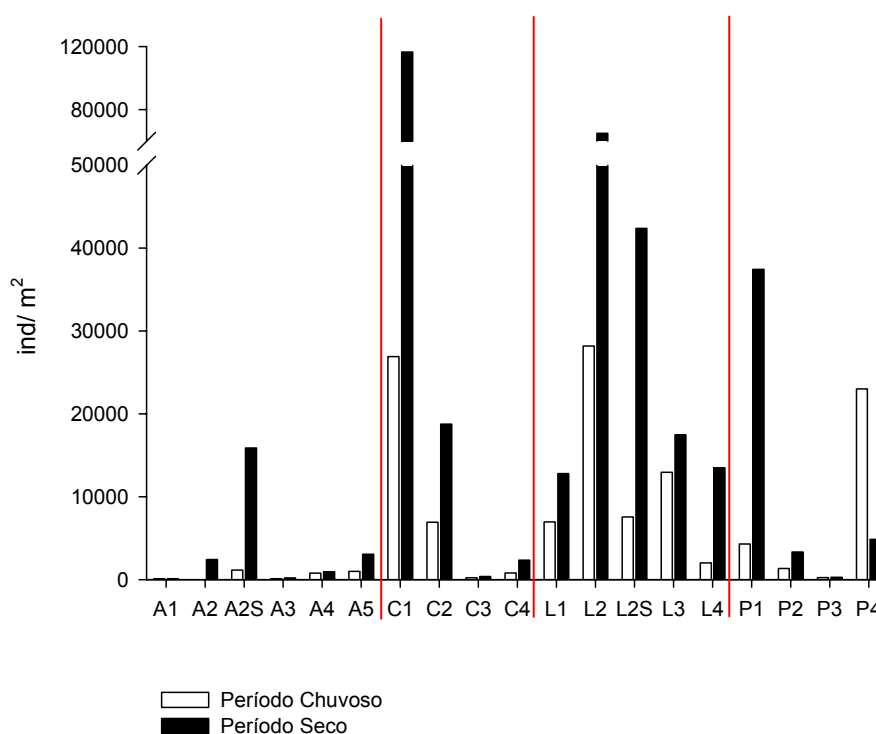


Figura 52: Abundância total da fauna de macroinvertebrados bentônicos nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a composição dos organismos encontrados em cada estação de coleta, bem como suas abundâncias relativas nos períodos chuvoso (Figura 53A) e seco (Figura 53B).

Período Chuvoso:

- A1 encontrou-se os táxons Nematoda (Nem), Oligochaeta (Olig), Hemiptera (Hem) e Chironomidade (Chi) e Bivalvia (Biv);

- A2 encontrou-se os táxons Chironomidae, Collembola (Colem) e Hydracarina (Hcar);
- A2S encontrou-se os táxons Ephemeroptera (Eph), Chironomidae, Simuliidae (Sim), Trichoptera (Tric), Coleoptera (Col), Ceratopogonidae (Cera), Oligochaeta, Megaloptera (Meg), Ostracoda (Ost), Bivalvia, Gastropoda (Gas), Hemiptera, Odonata (Odo) e Psychodidae (Psy);
- A3 encontrou-se os táxons Chironomidae e Odonata;
- A4 encontrou-se os táxons Chironomidae, Bivalvia, Ostracoda, Hydracarina, Cyclopoida, Nematoda e Oligochaeta. Nesta estação de amostragem foi encontrado muitos fragmentos vegetais como folhas e galhos;
- A5 encontrou-se os táxons Nematoda, Calanoida (Cal), Oligochaeta, Chironomidae, Ceratopogonidae, Chaoboridae (Chao) e Cladocera (Cla);
- C1 encontrou-se os táxons Simuliidae, Chironomidae, Nematoda, Ostracoda, Hydracarina, Empididae (Emp), Oligochaeta, Cyclopoida (Cyc), Collembola, Ceratopogonidae, Ephemeroptera, Trichoptera, Hirudinea (Hir), Odonata, Stratiomyidae (Stra) e Cladocera. Nesta estação encontrou-se alguns indivíduos da família Simuliidae parasitados por Nematoda;
- C2 encontrou-se os táxons Chironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera, Oligochaeta, Coleoptera, Megaloptera, Nematoda, Odonata, Hydracarina, Hemiptera, Tipulidae, Psychodidae, Empididae, Collembola, Simuliidae, Plecoptera (Plec) e Bivalvia;
- C3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Collembola, Hydracarina, Oligochaeta e Nematoda;
- C4 encontrou-se os táxons Oligochaeta, Chironomidae, Coleoptera, Trichoptera, Ostracoda, Cladocera, Cyclopoida, Ephemeroptera, Hemiptera, Hydracarina, Ceratopogonidae, Odonata, Hirudinea e Bivalvia;
- L1 encontrou-se os táxons Ostracoda, Nematoda, Hirudinea, Chironomidae, Hydracarina, Cyclopoida, Harpacticoida (Harp), Ceratopogonidae, Bivalvia, Oligochaeta, Odonata, Crustacea (Crus), Gastropoda, Psychodidae, Trichoptera, Tipulidae, Hemiptera, Planaria (Plan) e Collembola. Nesta estação de amostragem foi encontrado muitos fragmentos vegetais como folhas e galhos;
- L2 encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Nematoda, Cyclopoida, Hydracarina, Harpacticoida e Hemiptera;

- L2S encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Simuliidae, Nematoda, Trichoptera, Hydrozoa (Hyd), Cladocera, Calanoida, Cyclopoida, Empididae, Hemiptera, Collembola e Ostracoda;
- L3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Nematoda, Bivalvia, Hirudinia, Ostracoda, Tipulidae, Hemiptera, Collembola, Cladocera, Ceratopogonidae e Hydracarina;
- L4 encontrou-se os táxons Oligochaeta, Chironomidae, Cladocera, Cyclopoida, Nematoda e Odonata;
- P1 encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Simuliidae, Trichoptera, Nematoda, Ephemeroptera, Cladocera, Hydracarina, Coleoptera, Cyclopoida, Empididae, Harpacticoida, Psychodidae, Calanoida, Planaria, Odonata, Orthoptera (Ort), Megaloptera e Tipulidae. Obs. Nesta estação de amostragem foram encontradas muitas algas filamentosas e Rhodophyceae (*Batrachospermum* sp.);
- P2 encontrou-se os táxons Ephemeroptera, Oligochaeta, Chironomidae, Calanoida, Trichoptera, Simuliidae, Cladocera, Ostracoda, Cyclopoida, Hydracarina, Nematoda, Hemiptera, Planaria, Hydrozoa, Odonata, Coleoptera, Bivalvia, Megaloptera e Ceratopogonidae;
- P3 encontrou-se os táxons Bivalvia, Chironomidae, Empididae, Oligochaeta, Ostracoda, Nematoda, Hydracarina e Coleoptera;
- P4 encontrou-se os táxons Chironomidae, Nematoda, Hemiptera, Tipulidae, Bivalvia, Oligochaeta, Odonata, Ephemeroptera e Plecoptera.

#### Período seco:

- A1 encontrou-se os táxons Chironomidae, Bivalvia, Ostracoda, Oligochaeta, Hemiptera e Odonata;
- A2 encontrou-se os táxons Chironomidae, Cyclopoida, Odonata, Simuliidae, Harpacticoida, Ostracoda, Oligochaeta, Ephemeroptera, Hydracarina e Ceratopogonidae;
- A2S encontrou-se os táxons Simuliidae, Chironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera, Oligochaeta, Coleoptera, Empididae, Ceratopogonidae, Planaria, Nematoda, Odonata, Ostracoda, Collembola, Hydracarina, Hydrozoa e Cyclopoida;
- A3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Bivalvia, Hirudinea, Hemiptera e Empididae;
- A4 encontrou-se os táxons Cyclopoida, Ostracoda, Bivalvia, Chironomidae, Cladocera, Nematoda, Oligochaeta e Hydracarina;

- A5 encontrou-se os táxons Nematoda, Oligochaeta, Chironomidae, Calanoida, Hirudinea e Ceratopogonidae;
- C1 encontrou-se os táxons Chironomidae, Simuliidae, Nematoda, Oligochaeta, Hydracarina, Tipulidae, Ceratopogonidae, Trichoptera, Hirudinea, Cyclopoida, Ostracoda, Harpacticoida, Ephemeroptera, Bivalvia, Odonata, Cladocera, Planaria, Collembola, Coleoptera, Hemiptera e Calanoida. Obs. esta estação apresentou muitas macrófitas aquáticas, Chironomidae com formação de casulos, os quais também eram ocupados por Oligochaeta;
- C2 encontrou-se os táxons Ephemeroptera, Chironomidae, Trichoptera, Coleoptera, Oligochaeta, Simuliidae, Nematoda, Collembola, Planaria, Hydracarina, Megaloptera, Ostracoda, Hemiptera, Hirudinea, Cyclopoida, Bivalvia, Ceratopogonidae, Psychodidae, Tipulidae, Cladocera e Hydrozoa;
- C3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Ceratopogonidae, Collembola, Oligochaeta, Bivalvia e Odonata;
- C4 encontrou-se os táxons Cladocera, Ostracoda, Oligochaeta, Bivalvia, Chironomidae, Cyclopoida, Nematoda, Calanoida, Collembola, Ceratopogonidae, Hydracarina, Gastropoda, Planaria e Coleoptera;
- L1 encontrou-se os táxons Ostracoda, Chironomidae, Planaria, Nematoda, Ceratopogonidae, Hydracarina, Oligochaeta, Cyclopoida, Hirudinea, Odonata, Trichoptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Simuliidae e Harpacticoida;
- L2 encontrou-se os táxons Oligochaeta, Chironomidae, Nematoda, Cyclopoida, Hirudinea, Simuliidae, Coleoptera, Collembola, Trichoptera, Calanoida e Harpacticoida;
- L2S encontrou-se os táxons Simuliidae, Chironomidae, Trichoptera, Oligochaeta, Cyclopoida, Nematoda, Collembola, Gastropoda, Hirudinea, Hydracarina, Odonata, Ephemeroptera e Culicidae (Cul);
- L3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Cyclopoida, Nematoda, Collembola, Hirudinea, Odonata, Ostracoda, Cladocera, Hemiptera, Simuliidae e Calanoida;
- L4 encontrou-se os táxons Oligochaeta, Cladocera, Chironomidae, Cyclopoida, Ceratopogonidae, Nematoda, Ostracoda, Ephemeroptera, Calanoida, Gastropoda, Collembola, Planaria, Coleoptera, Culicidae, Hirudinea, Trichoptera, Crustacea e Stratiomyidae;
- P1 encontrou-se os táxons Chironomidae, Oligochaeta, Simuliidae, Cyclopoida, Ephemeroptera, Trichoptera, Cladocera, Ostracoda, Nematoda, Hydracarina,

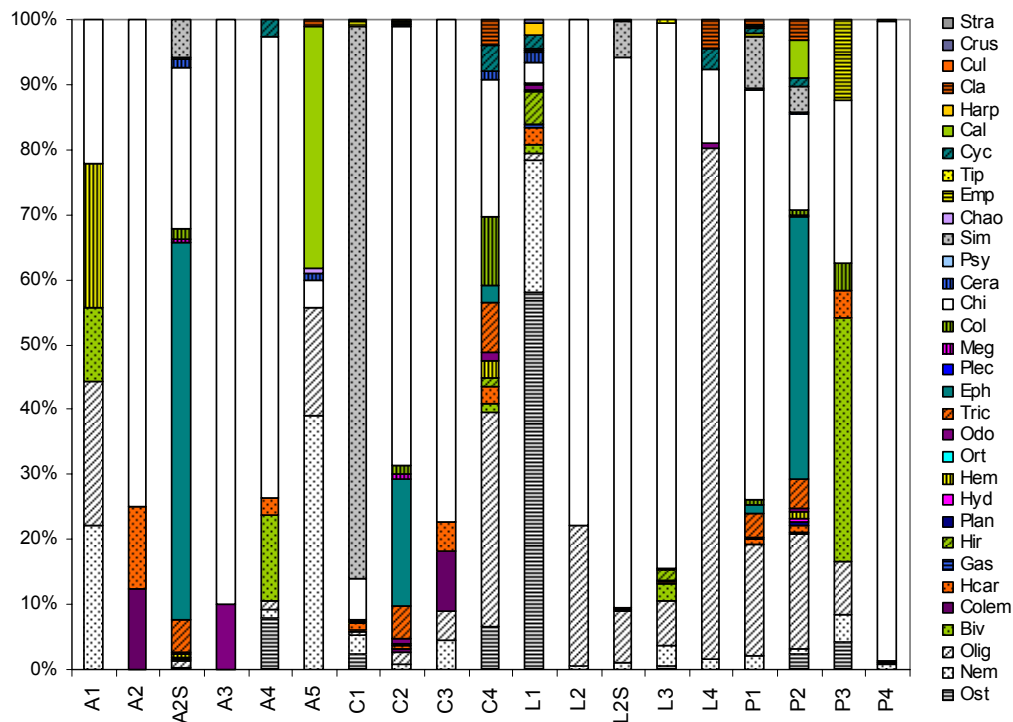
Coleoptera, Ceratopogonidae, Tipulidae, Hemiptera, Collembola, Hirudinea, Empididae e Calanoida. Nesta estação encontrou-se muitas algas como diatomáceas, Rhodophyceae, *Audouinella* cf. *vidaus*, Cyanophyta e algas filamentosas;

- P2 encontrou-se os táxons Ephemeroptera, Chironomidae, Simuliidae, Oligochaeta, Trichoptera, Hydracarina, Cyclopoida, Nematoda, Hemiptera, Calanoida, Empididae, Coleoptera, Cladocera, Hirudinea, Ostracoda, Gastropoda, Planaria, Odonata e Plecoptera;

- P3 encontrou-se os táxons Chironomidae, Cyclopoida, Ceratopogonidae, Oligochaeta e Harpacticoida;

- P4 encontrou-se os táxons Chironomidae, Nematoda, Bivalvia, Hydracarina, Ceratopogonidae, Cyclopoida, Oligochaeta, Ostracoda, Odonata, Coleoptera, Hemiptera, Trichoptera, Simuliidae e Harpacticoida.

A.



B.



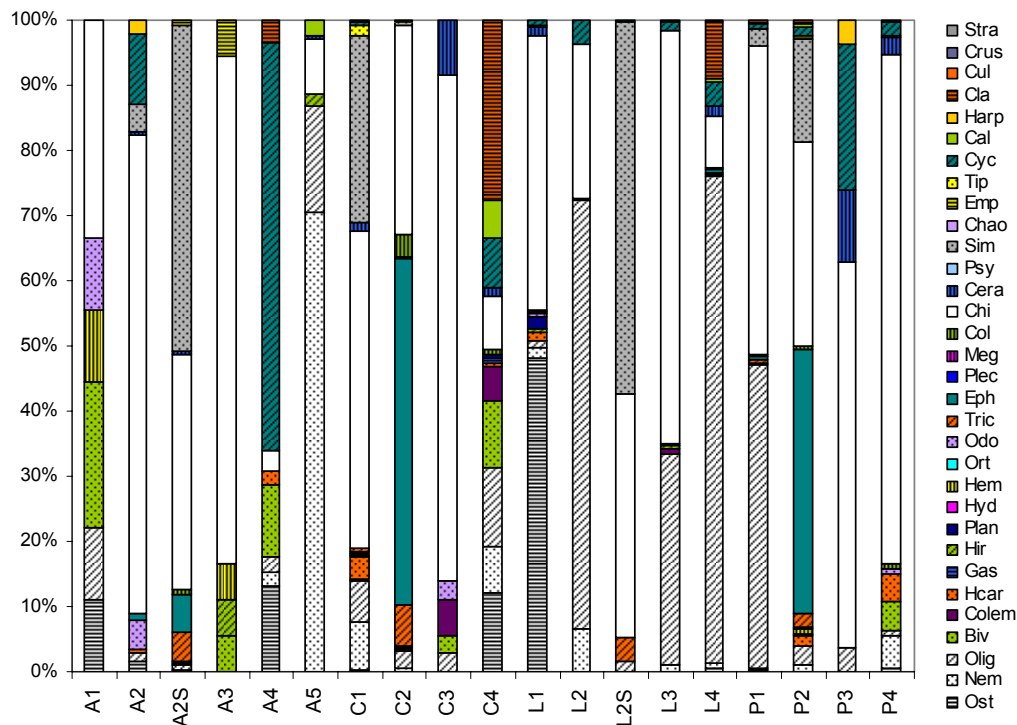


Figura 53: Abundância relativa dos táxons de macroinvertebrados bentônicos encontrados nas diferentes estações de amostragem dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

### 5.5.2. Chironomidae

A família Chironomidae, da ordem Diptera, foi o grupo que esteve presente em todas as estações de amostragem, em ambos os períodos. Geralmente, este grupo também foi o mais abundante.

Conforme se observa na Figura 54, a abundância total de organismos foi maior no período seco, principalmente em C1 (56502 ind./m<sup>2</sup>), onde se registrou a maior densidade. Apenas em L2 e P4 observou-se maior abundância no período chuvoso.

No rio Lavapés encontrou-se uma abundância similar de Chironomidae nas diferentes estações de amostragem. Nos rios Araquá, Capivara e Pardo parece haver uma tendência de maior abundância nas estações mais à montante.

Na Figura 55 A, que representa os resultados do período chuvoso, é possível observar que entre os Chironomidae o táxon Orthoclaadiinae foi o mais abundante nas estações A2S (96 ind./m<sup>2</sup>), C1 (741 ind./m<sup>2</sup>), C2 (4222 ind./m<sup>2</sup>), L2S (4819 ind./m<sup>2</sup>), P1 (1552 ind./m<sup>2</sup>) e P4 (21934 ind./m<sup>2</sup>); Chironomini foi mais abundante em L2 (21801 ind./m<sup>2</sup>), L2S (1533 ind./m<sup>2</sup>), L3 (10833 ind./m<sup>2</sup>), L4 (154 ind./m<sup>2</sup>), A4 (381 ind./m<sup>2</sup>) e P4 (792 ind./m<sup>2</sup>).

Na estação seca (Fig. 55B) Orthocladiinae foi o táxon mais abundante de Chironomidae em C1 (41595 ind./m<sup>2</sup>), C2 (5215 ind./m<sup>2</sup>), L2 (12541 ind./m<sup>2</sup>), L2S (14956 ind./m<sup>2</sup>) e P1 (11348 ind./m<sup>2</sup>); Chironomini foi mais abundante em A2 (885 ind./m<sup>2</sup>), A2S (2889 ind./m<sup>2</sup>), L3 (10607 ind./m<sup>2</sup>), L4 (792 ind./m<sup>2</sup>) e P4 (854 ind./m<sup>2</sup>); e Tanytarsini foi mais abundante em L1 (2973 ind./m<sup>2</sup>) e P4(2562 ind./m<sup>2</sup>).

O táxon Tanypodinae foi o que apresentou a menor abundância. No período chuvoso esse táxon teve abundância mais baixa do que no período seco. A estação P1 foi a que apresentou maior abundância desse táxon no período chuvoso (256 ind./m<sup>2</sup>) e no período seco (1363 ind./m<sup>2</sup>).

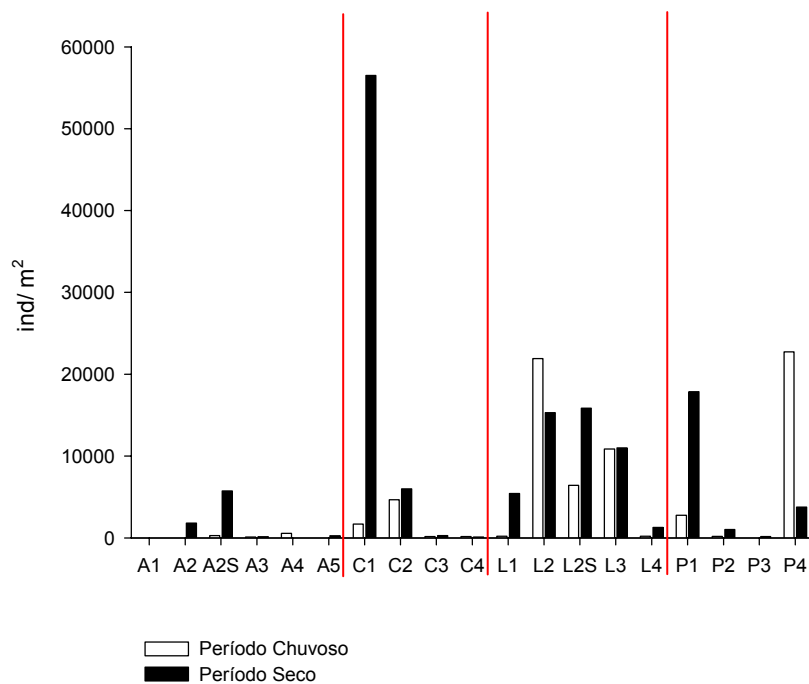
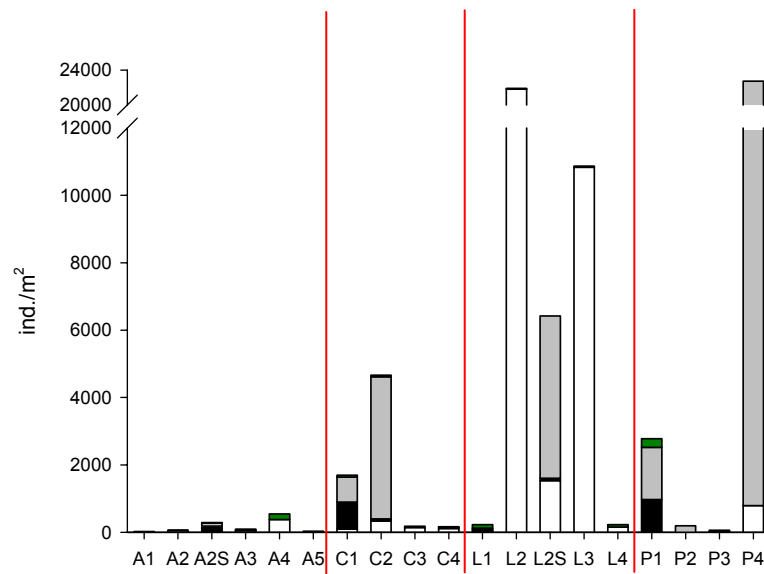


Figura 54: Abundância total de Chironomidae nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A.



B.

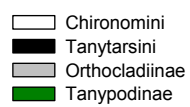
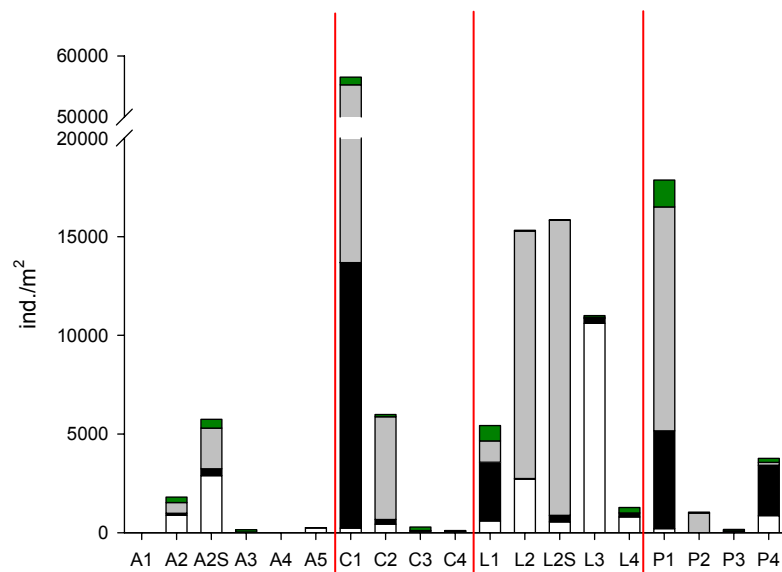


Figura 55: Abundância total de Chironomidae nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A composição dos Chironomidae e suas abundâncias relativas (Fig. 56A e 56B) são apresentadas a seguir.

Período chuvoso:

- A1 encontrou-se os táxons *Cryptochironomus* e *Lopescladius*;
- A2 encontrou-se os táxons *Robackia*, *Polypedilum (Tripodura)*, *Lopescladius* e *Cryptochironomus*;
- A2S encontrou-se os táxons *Rheotanytarsus*, *Lopescladius*, *Onconeura*, *Polypedilum (Tripodura)*, *Corynoneura*, *Larsia*, Chironominae não identificado, *Cricotopus* e *Tanytarsus*;
- A3 encontrou-se os táxons *Robackia*, *D. pulcher*, Chironominae não identificado, *Paratendipes* e *Caladomyia*;
- A4 encontrou-se os táxons *Polypedilum (Tripodura)*, *Larsia*, *Stenochironomus*, *Djalmabatista*, *Chironomus* gr. *decorus* e *Stempellinella*;
- A5 encontrou-se o táxon *Chironomus* gr. *decorus*;
- C1 encontrou-se os táxons *Rheotanytarsus*, *Onconeura*, *Larsia*, *Chironomus*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Parametrioctenemus*, *Cricotopus*, Chironominae não identificado, e *Tanytarsus*;
- C2 encontrou-se os táxons *Cricotopus*, *Onconeura*, *Polypedilum (Polypedilum)*, *Rheotanytarsus*, *Corynoneura*, *Lopescladius*, *Larsia*, *Nilotanypus*, *Cryptochironomus*, *Thienemannimyia*, Orthoclaadiinae não identificado e *Tanytarsus*;
- C3 encontrou-se os táxons *Robackia*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Paratendipes*, *Lopescladius*, *Polypedilum (Tripodura)* e *Cryptochironomus*;
- C4 encontrou-se os táxons *Polypedilum (Polypedilum)*, *Harnischia*, *Tanytarsus*, *Larsia*, *Cryptochironomus*, *Endotribelus* e *Rheotanytarsus*;
- L1 encontrou-se os táxons *Larsia*, *Rheotanytarsus*, *Corynoneura*, *Stenochironomus*, *Ablabesmyia*, Chironominae não identificado *Cryptochironomus*, *Tanytarsus*, *Alotanypus*, *Labrundinia* e *Procladius*;
- L2 encontrou-se os táxons *Chironomus*, *Cricotopus*, *Rheotanytarsus*, *Corynoneura*, *Onconeura* e *Larsia*;
- L2S encontrou-se os táxons *Cricotopus*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Onconeura*, Chironominae não identificado e *Rheotanytarsus*;
- L3 encontrou-se os táxons *Polypedilum (Tripodura)*, *Cryptochironomus*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Lopescladius*, *Larsia* e *Zavrelimyia*. Nesta estação

encontrou-se um indivíduo do gênero *Polypedilum* com deformidade no mento (anexo 7);

- L4 encontrou-se os táxons *Chironomus* gr. *decorus*, *Tanytus punctipennis*, *Chironomus* e *Polypedilum* (*Tripodura*);
- P1 encontrou-se os táxons *Rheotanytarsus*, *Cricotopus*, *Onconeura*, *Thienemannimyia*, *Larsia*, *Caladomyia*, *Nanocladius*, *Cryptochironomus* e *Polypedilum* (*Polypedilum*);
- P2 encontrou-se os táxons *Onconeura*, *Cricotopus*, *Chironomus*, *Parachironomus* e *Tanytarsus*;
- P3 encontrou-se os táxons *Coelotanytus*, *Tanytarsus*, e Orthoclaadiinae não identificado;
- P4 encontrou-se os táxons *Lopescladius*, *Harnischia*, Orthoclaadiinae não identificado, *Robackia* e *Polypedilum* (*Tripodura*).

Período seco (Fig. 56B), na estação:

- A1 encontrou-se os táxons *Harnischia*, *Polypedilum* (*Polypedilum*) e *Polypedilum* (*Tripodura*);
- A2 encontrou-se os táxons *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Cricotopus*, *Larsia*, *Corynoneura*, *Caladomyia*, *Cryptochironomus*, *Endotribelus*, *Harnischia*, *Tanytarsus*, Chironominae não identificado, *Polypedilum* (*Tripodura*), *Rheotanytarsus*, e *Lopescladius*;
- A2S encontrou-se os táxons *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Cricotopus*, *Onconeura*, *Corynoneura*, *Larsia*, *Rheotanytarsus*, *Rheocricotopus*, *Eukiefferiella*, *Parametriocnemus*, *Tanytarsus*, *Thienemannimyia*, *Caladomyia*, Chironominae não identificado, Orthoclaadiinae não identificado e Tanypodinae não identificado;
- A3 encontrou-se os táxons *D. pulcher*, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Robackia*, e *Onconeura*;
- A4 encontrou-se os táxons *Harnischia* e *Cryptochironomus*;
- A5 encontrou-se os táxons *Chironomus* gr. *decorus*, *Parachironomus* e *Tanytarsus*;
- C1 encontrou-se os táxons *Parametriocnemus*, *Rheotanytarsus*, *Cricotopus*, Orthoclaadiinae não identificado, *Onconeura*, *Larsia*, *Caladomyia*, *Corynoneura*, *Nanocladius*, *Polypedilum* (*Tripodura*), *Chironomus*, *Polypedilum* gr. *fallax*, e Chironominae não identificado;

- C2 encontrou-se os *Cricotopus*, *Onconeura*, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Rheotanytarsus*, *Corynoneura*, *Lopescladius*, *Larsia*, *Thienemannimyia*, *Tanytarsus* e *Nilotanypus*;
- C3 encontrou-se os táxons *D. pulcher*, *Robackia*, *Lopescladius* e *Chironomus*;
- C4 encontrou-se os táxons *Harnischia*, *Polypedilum* (*Tripodura*), *Larsia* e *Chironomus*;
- L1 encontrou-se os táxons *Rheotanytarsus*, *Corynoneura*, *Caladomyia*, *Larsia*, *Stenochironomus*, *Procladius*, *Labrundinia*, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Cricotopus*, *Parametriocnemus*, *Gymnometriocnemus*, Chironominae não identificado e Orthoclaadiinae não identificado;
- L2 encontrou-se os táxons *Onconeura*, *Cricotopus*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Chironomus* gr. *riparius*, *Cryptochironomus*, Chironominae não identificado, *Chironomus*, *Rheotanytarsus*, *Parachironomus*, Orthoclaadiinae não identificado, *Rheocricotopus*, Tanypodinae não identificado, *Larsia* e *Thienemannimyia*;
- L2S encontrou-se os táxons *Onconeura*, *Cricotopus*, *Eukiefferiella*, *Rheotanytarsus*, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Chironomus* gr. *riparius*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Corynoneura*, *Thienemannimyia*, *Parametriocnemus*, *Larsia*, Orthoclaadiinae não identificado e *Rheocricotopus*. Nesta estação encontrou-se um indivíduo do gênero *Polypedilum* com deformidade no mento;
- L3 encontrou-se os táxons *Polypedilum* (*Tripodura*), *Cryptochironomus*, *Parachironomus*, *Rheotanytarsus*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Larsia*, *Onconeura*, *Chironomus*, *Tanytarsus*, *Corynoneura* e *Clinotanypus*;
- L4 encontrou-se os táxons *Chironomus*, *Tanytarsus*, *Monopelopia*, *Chironomus* gr. *riparius*, *Larsia*, *Chironomus* gr. *decorus*, Tanypodinae não identificado e *Tanypus punctipennis*;
- P1 encontrou-se os táxons *Cricotopus*, *Rheotanytarsus*, *Onconeura*, *Thienemannimyia*, *Caladomyia*, *Larsia*, *Polypedilum* (*Tripodura*), *Chironomus* gr. *decorus*, Orthoclaadiinae não identificado, *Polypedilum* (*Polypedilum*), *Parachironomus*, *Chironomus* gr. *salinarius*, *Cryptochironomus*, *Endotribelus*, *Harnischia* e *Corynoneura*;
- P2 encontrou-se os táxons *Cricotopus*, *Onconeura*, *Larsia*, *Caladomyia* e *Rheotanytarsus*;

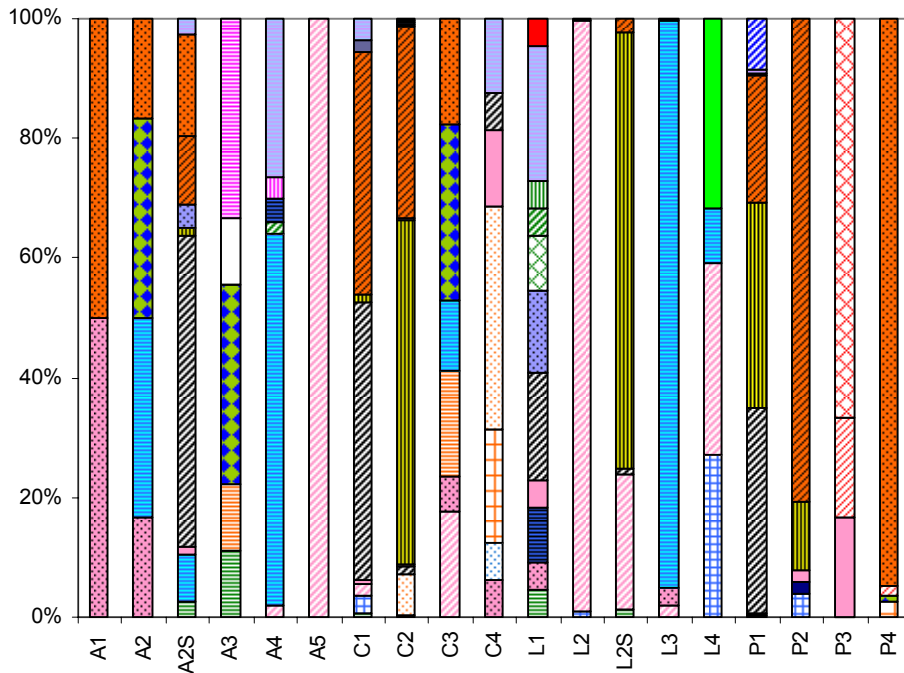
- P3 encontrou-se os táxons *Tanytarsus*, *Larsia*, Chironominae não identificado, *Coelotanytus*, *Chironomus*, *Polypedilum (Tripodura)*, *Onconeura*, *Djalmabatista* e *D. pulcher*;
- P4 encontrou-se os táxons *Caladomyia*, *Polypedilum (Tripodura)*, *Cryptochironomus*, *Lopescladius*, *D. pulcher*, *Polypedilum (Polypedilum)*, *Cladopelma*, *Rheotanytarsus*, *Harnischia*, *Robackia*, *Djalmabatista*, *Larsia*, Chironominae não identificado, *Onconeura*, *Chironomus* gr. *decorus*, *Stempellinella*, *Aedokritus*, *Beardius* e *Tanytarsus*.

O número de táxons de Chironomidae foi maior no período de seca, com exceção para as estações A3, A4 e C2. As estações que apresentaram o maior número de táxons dessa família foram A2S (14), A2 (14), C1 (14), L2 (17), P1 (17) e P4 (19); e a estação que apresentou o menor número de táxons foi A4 (2).

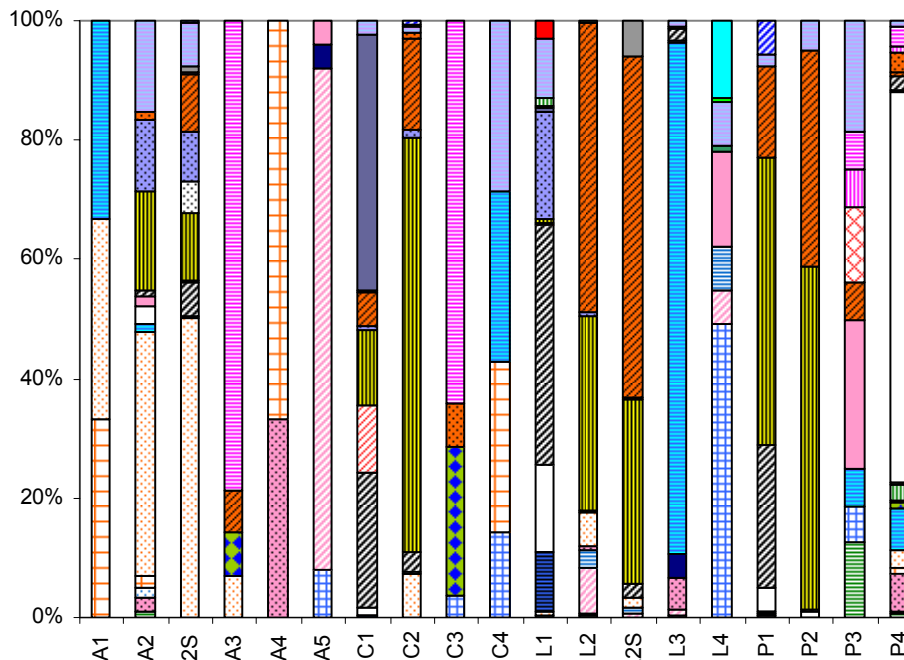
Na maior parte das estações de amostragem os táxons de Chironomidae encontrados no período chuvoso se repetiram no período seco. Porém, na estação A1 todos os táxons foram diferentes entre os períodos e nas estações A3, C3, C4 e L1 apenas poucos táxons se repetiram entre os dois períodos analisados.

O táxon mais freqüente foi do gênero *Larsia*. Entre os Chironomini, o gênero mais freqüente foi *Polypedilum (Tripodura)*. *Rheotanytarsus* foi o gênero mais freqüente de Tanytarsini e *Onconeura* de Orthocladiinae.

A.



B.



- |                           |                          |                         |                            |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <i>Chironominae n.id.</i> | <i>Chironomus</i>        | <i>C. gr. decorus</i>   | <i>C. gr. riparus</i>      |
| <i>C. gr. salinarius</i>  | <i>Cryptochironomus</i>  | <i>Endotribelus</i>     | <i>Harnischia</i>          |
| <i>Parachironomus</i>     | <i>Paratendipes</i>      | <i>P. (Polypedilum)</i> | <i>P. (Tripodura)</i>      |
| <i>P. gr. fallax</i>      | <i>Robackia</i>          | <i>Stempellinella</i>   | <i>Stenochironomus</i>     |
| <i>Cladopelma</i>         | <i>Aedokritus</i>        | <i>Beardius</i>         | <i>Tanytarsini n.id.</i>   |
| <i>Caladomyia</i>         | <i>Tanytarsus</i>        | <i>Rheotanytarsus</i>   | <i>Orthocladinae n.id.</i> |
| <i>Cricotopus</i>         | <i>Rheocricotopus</i>    | <i>Corynoneura</i>      | <i>Onconeura</i>           |
| <i>Lopescladius</i>       | <i>Nanocladius</i>       | <i>Parametriocnemus</i> | <i>Eukiefferiella</i>      |
| <i>Gymnometriocnemus</i>  | <i>Tanypodinae n.id.</i> | <i>Ablabesmyia</i>      | <i>Alotanypus</i>          |
| <i>Coelotanypus</i>       | <i>Djalmabatista</i>     | <i>D. pulcher</i>       | <i>Labrundinia</i>         |
| <i>Larsia</i>             | <i>Nilotanypus</i>       | <i>Procladius</i>       | <i>T. punctipennis</i>     |
| <i>Thienemannimyia</i>    | <i>Zavrelimyia</i>       | <i>Clinotanypus</i>     | <i>Monopelopia</i>         |

Figura 56: Abundância relativa dos táxons de Chironomidae encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.



### 5.5.3. Trichoptera

A ordem Trichoptera esteve presente principalmente nas estações mais à montante, como A2S, C1, C2, L1, L2, L2S, P1 e P2, apesar de ter ocorrido também nas estações C4 e P4.

A abundância total desta ordem de Insecta foi muito maior no período seco do que no chuvoso, principalmente em L2S onde foi registrada a maior abundância (1592 ind./m<sup>2</sup>) (Fig. 57). No período chuvoso a maior abundância foi encontrada em C2 (381 ind./m<sup>2</sup>).

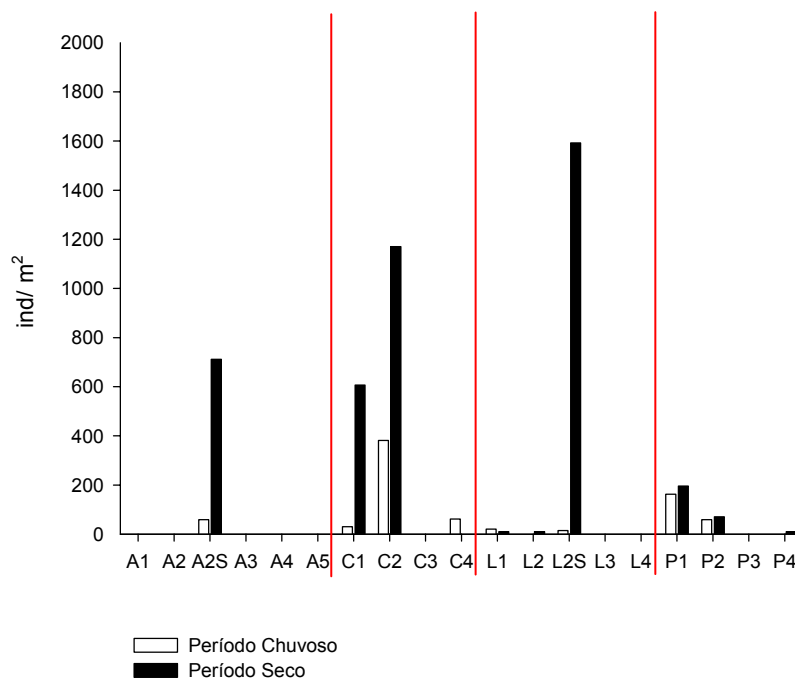


Figura 57: Abundância total de Trichoptera nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a composição de Trichoptera encontrada em cada estação de amostragem, bem como suas abundâncias relativas (Fig. 58A, Fig. 58B).

Período chuvoso:

- A1, A2, A3, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- A2S encontrou-se os táxons *Smicridea*, Hydroptilidae não identificado, *Ryacopsyche* e Hydropsychidae não identificado;
- C1 encontrou-se os táxons *Smicridea* e *Leptonema*;
- C2 encontrou-se os táxons *Smicridea*, Hydropsychidae não identificado, *Mexitrichia*, Leptoceridae não identificado e *Protoptila*;
- C3 não encontrou-se nenhum táxons;

- C4 encontrou-se os táxons *Cernotina* e *Grumicha*;
- L1 encontrou-se os táxons Leptoceridae não identificado;
- L2, L3 e L4 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- L2S encontrou-se os táxons Hydropsychidae não identificado e *Smicridea*;
- P1 encontrou-se os táxons *Ryacopsyche*, Hydroptilidae não identificado, *Smicridea* e Hydropsychidae não identificado;
- P2 encontrou-se os táxons *Smicridea*, Hydropsychidae não identificado e Leptoceridae não identificado;
- P3 e P4 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera.

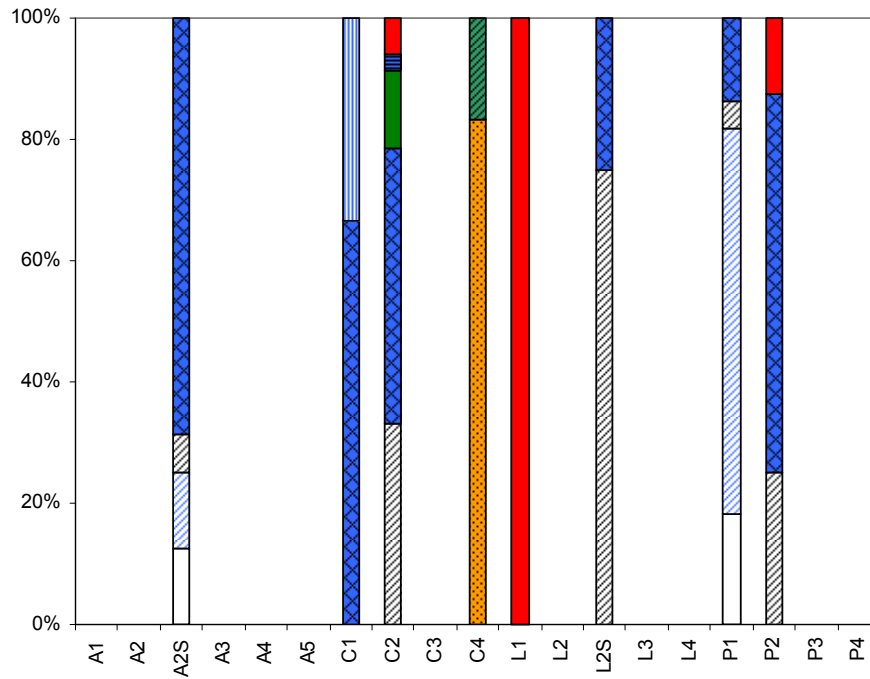
Período seco:

- A1, A2, A3, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- A2S encontrou-se os táxons *Smicridea*, Trichoptera não identificado, *Ryacopsyche* e Hydropsychidae não identificado;
- C1 encontrou-se os táxons *Smicridea*, Leptoceridae não identificado, *Ryacopsyche* e *Hydroptila*;
- C2 encontrou-se os táxons *Smicridea*, Trichoptera não identificado, *Ryacopsyche*, *Mexitrichia*, Hydroptilidae não identificado, *Neotrichia*, *Dolophilodes*, *Protoptila*, *Wormaldia* e *Chimarra*;
- C3 e C4 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- L1 encontrou-se o táxon Leptoceridae não identificado;
- L2 encontrou-se o táxon *Smicridea*;
- L2S encontrou-se os táxons *Smicridea* e Hydropsychidae não identificado;
- L3 e L4 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- P1 encontrou-se os táxons *Ryacopsyche*, *Smicridea*, *Maytrichia* e Leptoceridae não identificado;
- P2 encontrou-se os táxons *Smicridea*, *Ryacopsyche*, Hydropsychidae não identificado, Trichoptera não identificado e *Leptonema*;
- P3 não foi encontrado nenhum táxon de Trichoptera;
- P4 encontrou-se o táxon Leptoceridae não identificado.

De forma geral, a riqueza de Trichoptera foi maior no período seco e a composição de espécie nas estações de amostragem foi similar entre os períodos amostrados. A estação que apresentou o maior número de táxons foi C2 (10).

O gênero *Smicridea* foi o mais comum e abundante.

A.



B.

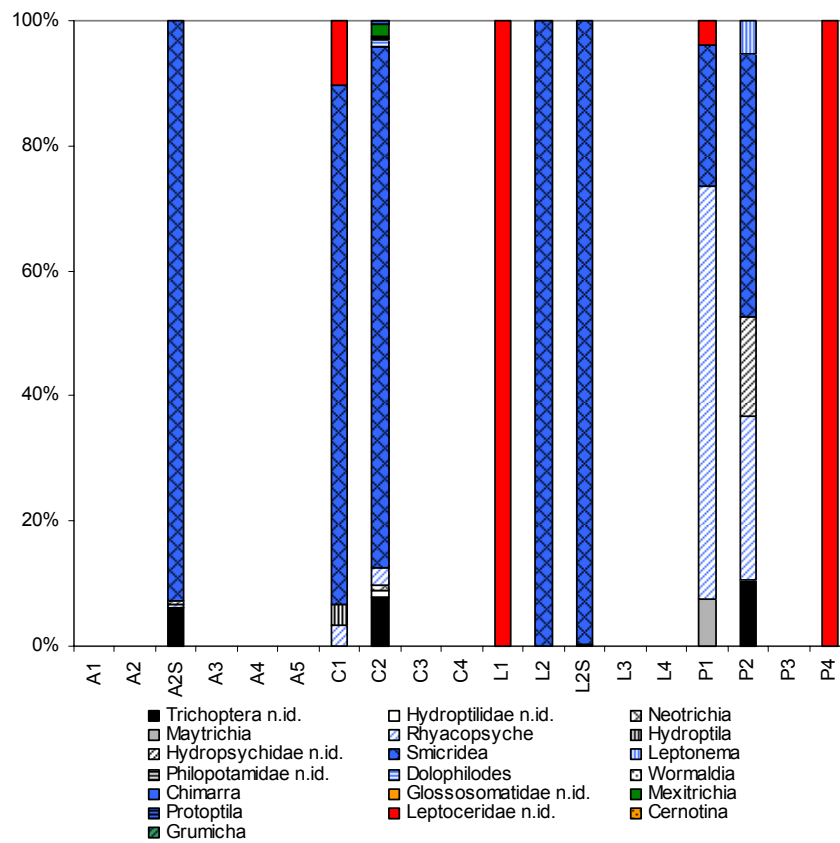


Figura 58: Abundância relativa dos táxons de Trichoptera encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

#### 5.5.4. Ephemeroptera

A ordem de Insecta Ephemeroptera obteve maior abundância nas estações mais à montante no período seco, como A2S (915 ind./m<sup>2</sup>), C1 (370 ind./m<sup>2</sup>), C2 (9970 ind./m<sup>2</sup>), P1 (222 ind./m<sup>2</sup>) e P2 (1349 ind./m<sup>2</sup>), assim como o encontrado para Trichoptera. No rio Lavapés só houve um pequeno registro desta ordem nas estações L1 (21 ind./m<sup>2</sup>) e L4 (84 ind./m<sup>2</sup>).

Com relação à abundância total de Ephemeroptera, esta foi a segunda maior ordem entre os Insecta, principalmente no período seco. A estação C2 (Fig. 59) foi a que apresentou a maior abundância tanto no período chuvoso como no seco.

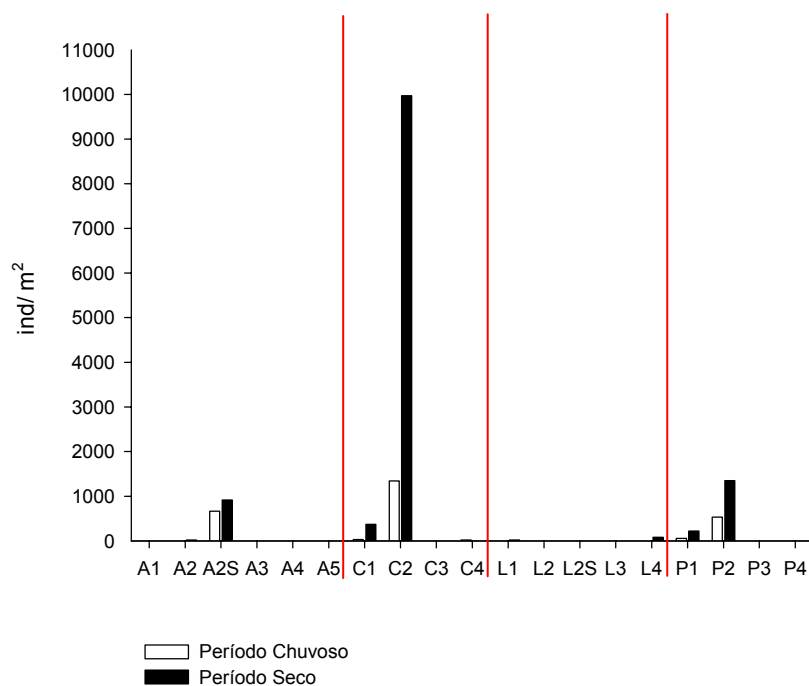


Figura 59: Abundância total de Ephemeroptera nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a composição de Ephemeroptera em cada estação de amostragem, bem como suas abundâncias relativas (Fig. 60A, Fig. 60 B).

Período chuvoso:

- A1, A2, A3, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- A2S encontrou-se os táxons Baetidae não identificado, *Baetodis*, *Traverhyphes*, Leptohyphidae não identificado e Leptophlebiidae não identificado;
- C1 encontrou-se o táxon *Askola*;

- C2 encontrou-se os táxons Baetidae não identificado, Leptophlebiidae não identificado, *Thraulodes*, Leptohyphidae não identificado, *Baetodis*, *Tricorythopsis*, *Leptohyphes*, *Traverhyphes*, *Camelobaetidius* e *Farrodes*;
- C3 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- C4 encontrou-se os táxons Leptophlebiidae não identificado e *Askola*;
- L1, L2, L2S, L3 e L4 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- P1 encontrou-se o táxon Baetidae não identificado;
- P2 encontrou-se os táxons Leptohyphidae não identificado, *Traverhyphes*, Baetidae não identificado, Leptophlebiidae não identificado, *Cryptonympha* e *Euthyplocia*;
- P3 e P4 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;

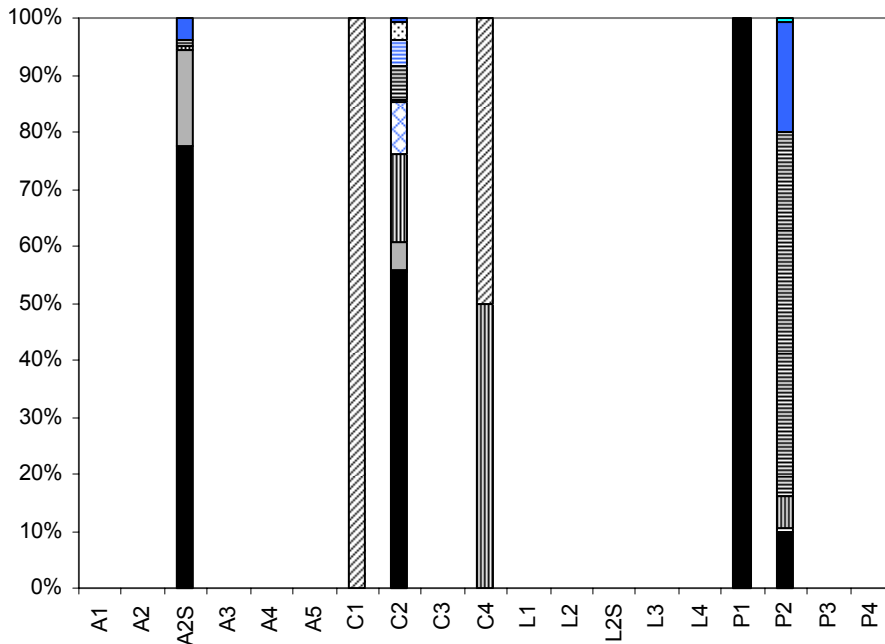
Período seco:

- A1, A3, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- - A2 encontrou-se os táxons Baetidae não identificado e *Caenis*;
- A2S encontrou-se os táxons Baetidae não identificado, *Baetodis*, *Traverhyphes* e Leptohyphidae não identificado;
- C1 encontrou-se os táxons Baetidae não identificado e *Caenis*;
- C2 encontrou-se os táxons *Baetodis*, Baetidae não identificado, Leptohyphidae não identificado, *Tricorythopsis*, *Thraulodes*, *Traverhyphes*, Leptophlebiidae não identificado, *Farrodes* e *Leptohyphes*;
- C3 e C4 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- L1 encontrou-se o táxon Baetidae não identificado;
- L2, L2S e L3 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera;
- L4 encontrou-se os táxons Baetidae não identificado, *Cryptonympha* e Leptohyphidae não identificado;
- P1 encontrou-se os táxons Baetidae não identificado, *Baetodis* e Leptohyphidae não identificado;
- P2 encontrou-se os táxons Leptohyphidae não identificado, *Traverhyphes*, Baetidae não identificado, Leptophlebiidae não identificado, *Thraulodes*, *Camelobaetidius*, *Tricorythopsis* e *Farrodes*;
- P3 e P4 não foi encontrado nenhum táxon de Ephemeroptera.

Em geral, a riqueza de Ephemeroptera foi maior no período seco e, a composição de espécies nas estações de amostragem foi similar entre os períodos

amostrados. A estação C2 (10) foi a que apresentou maior riqueza e a família Baetidae foi a mais comumente encontrada.

A.



B.

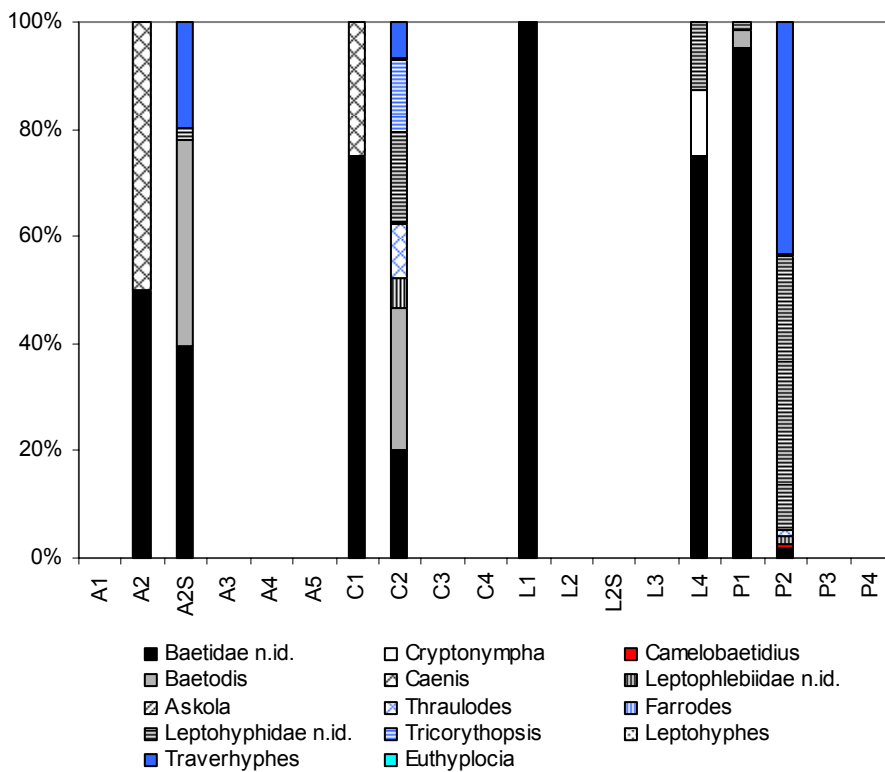


Figura 60: Abundância relativa dos táxons de Ephemeroptera encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

### 5.5.5. Plecoptera

A ordem Plecoptera apresentou baixa abundância de organismos (máximo de 33 ind./m<sup>2</sup>), sendo que no período seco a abundância foi maior (Fig. 61).

O único gênero encontrado foi *Anacroneura*, que ocorreu na estação C2 no período seco e chuvoso e na estação P2 no período seco.

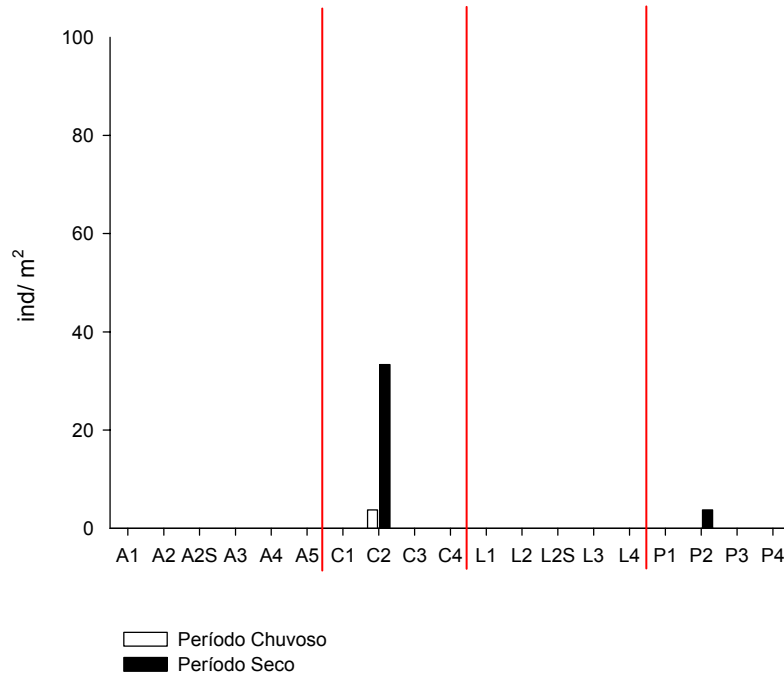


Figura 61: Abundância total de Plecoptera nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

### 5.5.6. Odonata

Odonata é uma ordem que também apresentou baixa abundância de organismos, porém ocorreu na maioria das estações, com exceção para A4, A5, L2 e P3 (Fig. 62). No período seco a abundância foi muito maior do que no período chuvoso. A maior abundância foi registrada na estação C1 (175 ind./m<sup>2</sup>), no período seco.

No rio Capivara houve ocorrência de Odonata em todas as estações.

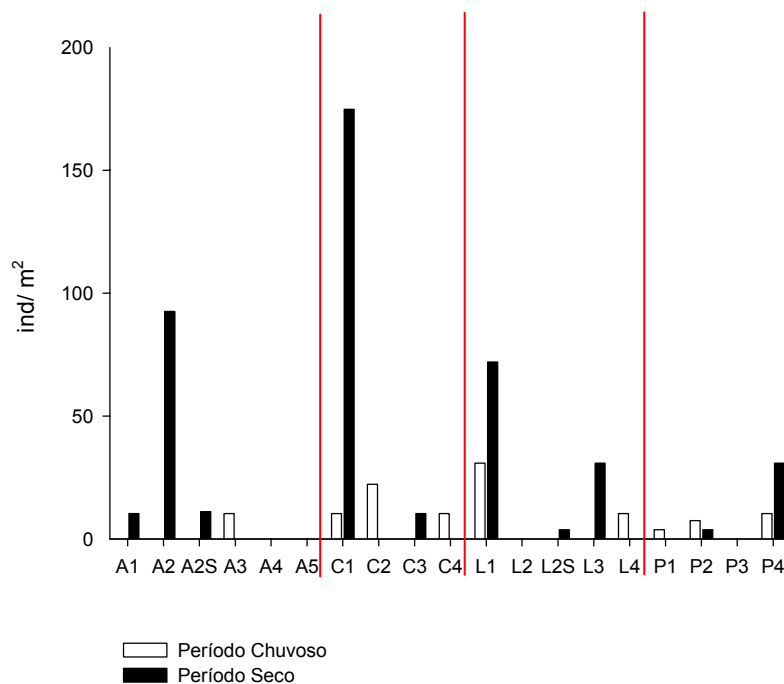


Figura 62: Abundância total de Odonata nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a composição dos Odonata por estação de amostragem, bem como sua abundância relativa (Fig. 63A e 63B).

Período chuvoso:

- A1, A2, A2S, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- A3 encontrou-se o táxon Anisoptera não identificado;
- C1 encontrou-se o táxon Libellulidae;
- C2 encontrou-se os táxons Gomphidae, Libellulidae, Zygoptera não identificado e Coenagrionidae;
- C3 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- C4 encontrou-se o táxon Gomphidae;



- L1 encontrou-se os táxons Zygoptera não identificado, Calopterigidae e Libellulidae;
- L2, L2S e L3 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- L4 encontrou-se o táxon Zygoptera não identificado;
- P1 encontrou-se o táxon Zygoptera não identificado;
- P2 encontrou-se os táxons Zygoptera não identificado e Libellulidae;
- P3 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- P4 encontrou-se o táxon Gomphidae.

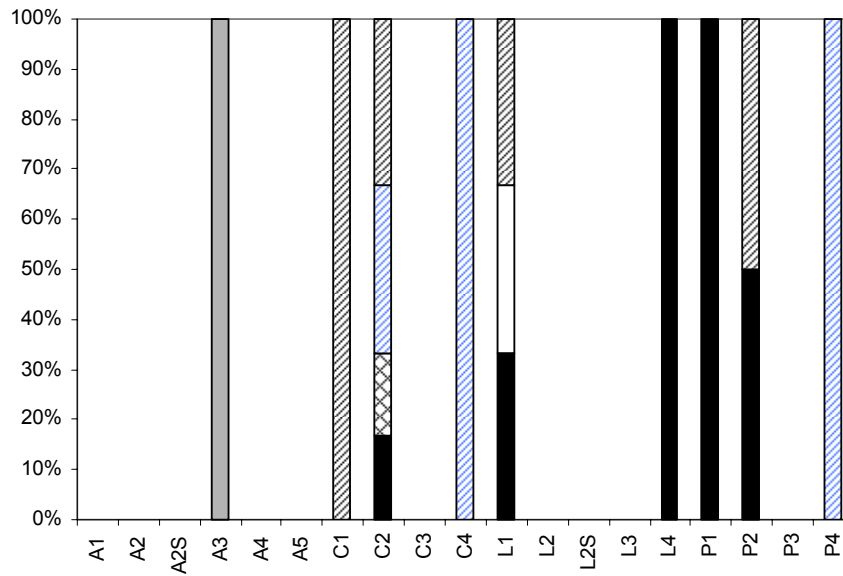
Período seco:

- A1 encontrou-se o táxon Gomphidae;
- A2 encontrou-se o táxon Gomphidae;
- A2S encontrou-se os táxons Coenagrionidae e Gomphidae;
- A3, A4 e A5 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- C1 encontrou-se o táxon Libellulidae;
- C2 e C4 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- C3 encontrou-se o táxon Gomphidae;
- L1 encontrou-se os táxons Libellulidae e Calopterigidae;
- L2 e L4 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- L2S encontrou-se o táxon Libellulidae;
- L3 encontrou-se os táxons Libellulidae e Calopterigidae;
- P1 e P3 não foi encontrado nenhum táxon de Odonata;
- P2 encontrou-se o táxon Libellulidae;
- P4 encontrou-se os táxons Gomphidae e Zygoptera não identificado.

Em geral, a riqueza de Odonata foi maior no período chuvoso e a composição de espécie nas estações de amostragem foi similar entre os períodos amostrados. A estação C2 foi a que apresentou o maior número de táxons (4).

As famílias mais comuns foram Libellulidae e Gomphidae.

A.



B.

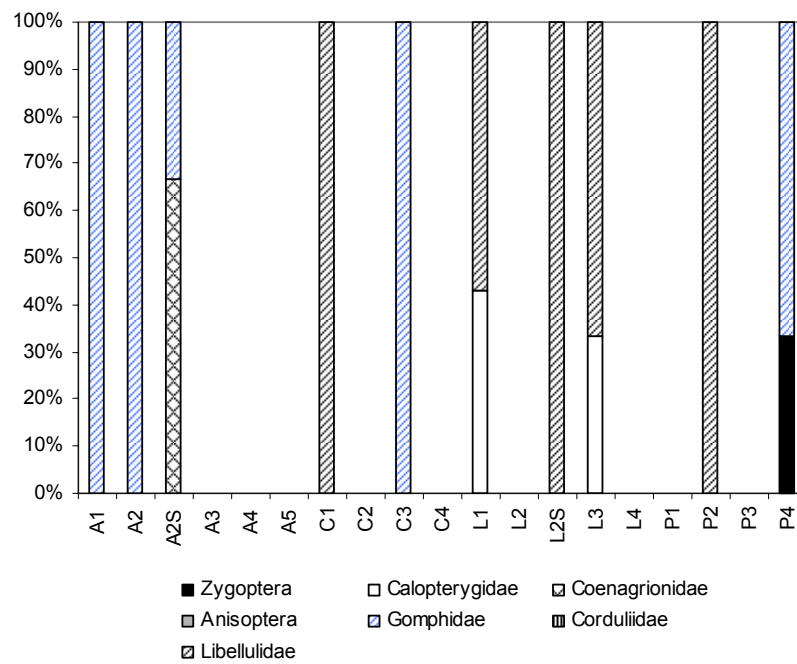


Figura 63: Abundância relativa dos táxons de Odonata encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

### 5.5.7. Coleoptera

Conforme observado na Figura 64, a ordem Coleoptera ocorreu apenas nas estações A2S, C2, C4, P1 e P2, em ambos os períodos, e nas estações C1, L2, L2S e P4 no período seco. A maioria das estações com a presença desta ordem se caracteriza por serem trechos de baixa ordem.

A maior abundância de Coleoptera foi registrada na estação C2 (659 ind./m<sup>2</sup>), no período seco. O período seco apresentou maior abundância quando comparado com o chuvoso, com exceção para a estação C4.

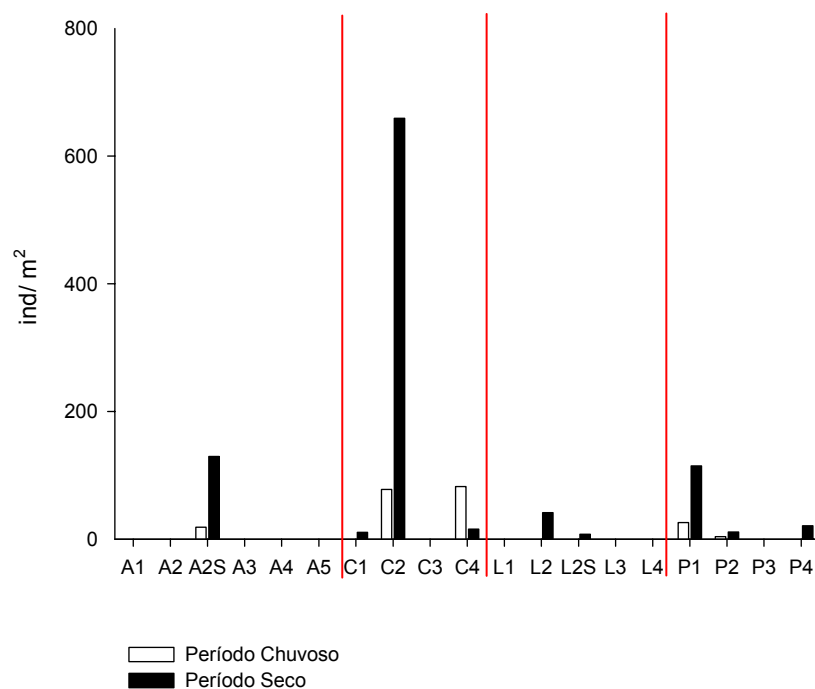


Figura 64: Abundância total de Coleoptera nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a lista dos táxons de Coleoptera encontrados em cada estação de amostragem, bem como suas abundâncias relativas (Fig. 65A, Fig. 65B).

Período chuvoso:

- A1, A2, A3, A4 e A5 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- A2S encontrou-se o táxon *Heterelmis*, *Microcylloepus*, *Macrelmis* e adulto de *Heterelmis*;
- C1 e C3 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- C2 encontrou-se os táxons *Macrelmis*, Elmidae não identificado e Psephenidae não identificado;
- C4 encontrou-se o táxon Elmidae não identificado e *Hexacylloepus*;
- L1, L2, L2S, L3 e L4 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- L4 encontrou-se o táxon Zygoptera não identificado;
- P1 encontrou-se o táxon Elmidae não identificado, *Heterelmis* e *Microcylloepus*;
- P2 encontrou-se o táxon *Macrelmis*;
- P3 e P4 não encontrado nenhum táxon de Coleóptera.

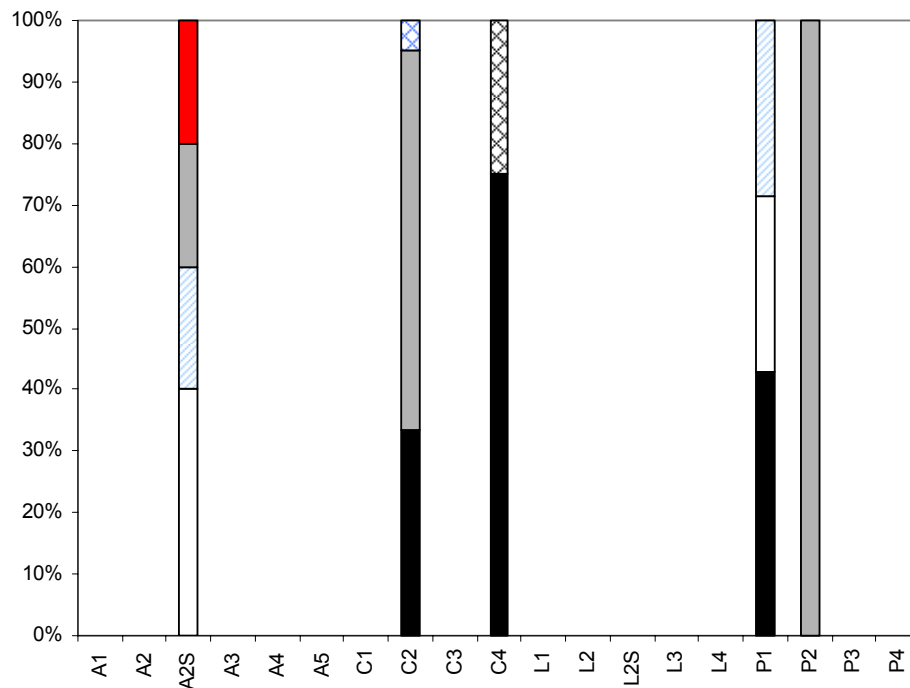
Período seco:

- A1, A2, A3, A4 e A5 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- A2S encontrou-se os táxons *Heterelmis*, *Macrelmis*, Elmidae não identificado, *Microcylloepus*, *Psephenus*, e adulto de *Microcylloepus*;
- C1 encontrou-se o táxon *Gyretes*;
- C2 encontrou-se os táxons *Macrelmis*, Elmidae não identificado, Psephenidae não identificado, *Heterelmis*, *Psephenus*, adulto de *Heterelmis* e adulto de *Macrelmis*;
- C3 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- C4 encontrou-se o táxon Dryopidae;
- L1, L3 e L4 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- L2 encontrou-se o táxon *Berosus*;
- L2S encontrou-se o táxon *Berosus*;
- P1 encontrou-se os táxons *Microcylloepus*, *Heterelmis*, *Austrolimnius*, *Hexacylloepus*, Larva E, *Mycrociloepus* e *Xenelmis*;
- P2 encontrou-se o táxon *Macrelmis*;
- P3 não encontrado nenhum táxon de Coleoptera;
- P4 encontrou-se os táxons *Hexacylloepus* e larva D.

A riqueza de Coleoptera foi maior no período seco e a composição de espécie, nas estações de amostragem foi similar entre os períodos amostrados, com exceção para C4. As estações com maior riqueza de Coleoptera foram C2 e P1 (7 táxons) no período seco.

O gênero *Berosus* esteve restrito às estações L2 e L2S.

A.



B.

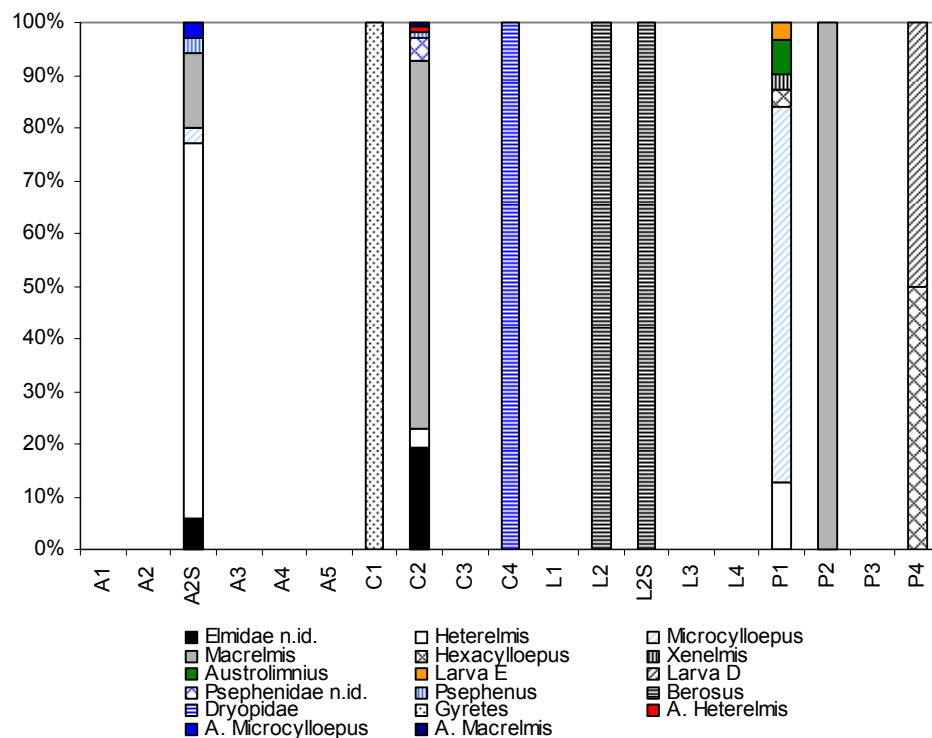


Figura 65: Abundância relativa dos táxons de Coleoptera encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

### 5.5.8. Oligochaeta

Oligochaeta foi o grupo de maior abundância depois de Chironomidae e teve representantes na maioria das estações de amostragem, com exceção para A1, A2, A3, A4, C3 e P3 (Fig. 66).

A maior abundância observada foi em L2 (42809 ind./m<sup>2</sup>), no período seco. Em geral, o período seco apresentou abundância mais elevada de Oligochaeta do que o chuvoso.

O rio Lavapés foi o que apresentou a maior abundância de Oligochaeta e o rio Araquá a menor.

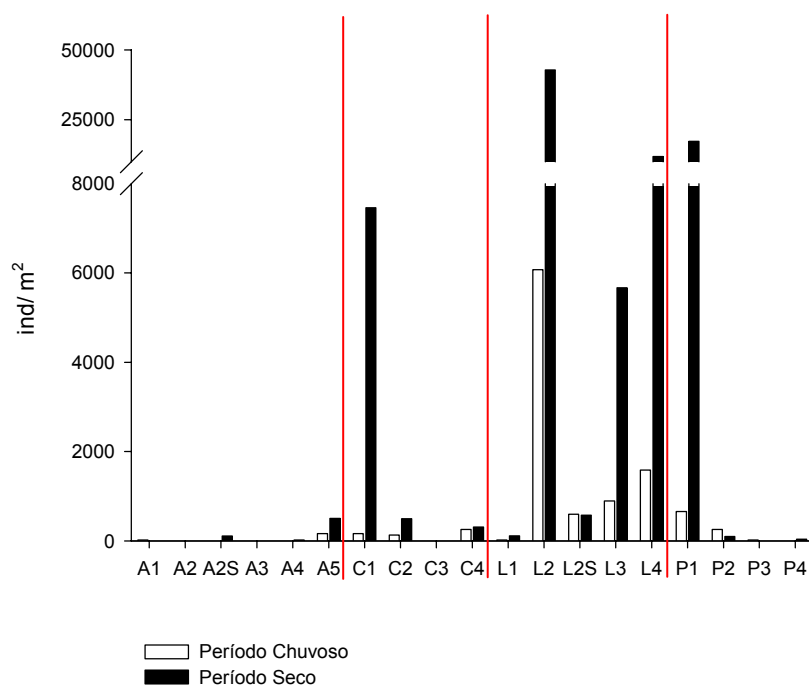


Figura 66: Abundância total de Oligochaeta nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

A seguir é apresentada a composição dos Oligochaeta em cada estação de coleta, bem como a abundância relativa dos táxons (Fig. 67A e 67B).

Período chuvoso:

- A1 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- A2 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta;
- A2S encontrou-se os táxons *Homochaeta*, Tubificidae não identificado e *Haplotaxis aedeochaeta*;
- A3 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta;
- A4 encontrou-se o táxon *Pristinella*;

- A5 encontrou-se o táxon *B. sowerbyi*;
- C1 encontrou-se os táxons Lumbriculidae não identificado, *Homochaeta* e *Pristina*;
- C2 encontrou-se os táxons *Allonais* e *Pristina*;
- C3 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta;
- C4 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- L1 encontrou-se os táxons *Pristinella* e Lumbriculidae não identificado;
- L2 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Pristina*, Naididae não identificado, *B. sowerbyi* e *Dero*;
- L2S encontrou-se os táxons *Allonais*, *Stylaria*, Naididae não identificado e *Dero*;
- L3 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Allonais* e *B. sowerbyi*;
- L4 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, Tubificidae não identificado e *Pristina*;
- P1 encontrou-se os táxons *Nais*, *Pristina*, Alluroididae não identificado, *Stephensoniana* e *Dero*;
- P2 encontrou-se os táxons *Nais*, *Stylaria*, Naididae não identificado, *Pristina*, *Dero* e *Pristinella*;
- P3 encontrou-se os táxons *Homochaeta*;
- P4 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta.

Período seco:

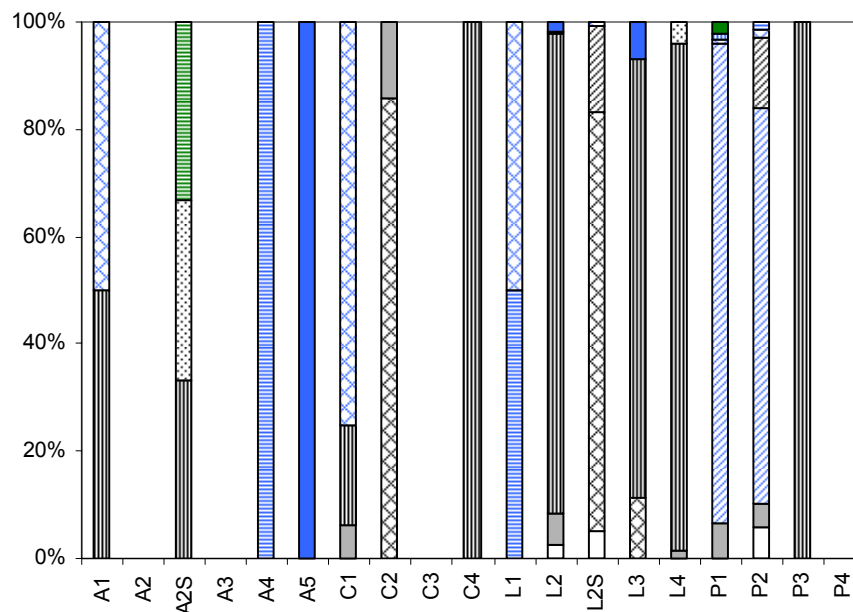
- A1 encontrou-se o táxon Naididae não identificado;
- A2 encontrou-se o táxon *Stylaria*;
- A2S encontrou-se o táxon *Allonais*;
- A3 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta;
- A4 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- A5 encontrou-se o táxon *B. sowerbyi*;
- C1 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Allonais*, *Pristina*, *Slavina* e Alluroididae não identificado;
- C2 encontrou-se os *Allonais* e Naididae não identificado;
- C3 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- C4 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- L1 encontrou-se o táxon *Homochaeta*;
- L2 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Pristina*, *Stylaria*, *Allonais*, *Dero*, Oligochaeta não identificado e Alluroididae não identificado;
- L2S encontrou-se os táxons *Pristina*, *Allonais*, Naididae não identificado, *Nais*, *Homochaeta* e *Dero*;

- L3 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Pristina*, *Pristinella*, Naididae não identificado e *B. sowerbyi*;
- L4 encontrou-se os táxons *Homochaeta*, *Pristina*, *B. sowerbyi*, *Dero* e *Slavina*;
- P1 encontrou-se os táxons *Allonais*, Naididae não identificado e *Pristina*;
- P2 encontrou-se os táxons *Allonais*, *Homochaeta*, Naididae não identificado e *Pristina*;
- P3 não foi encontrado nenhum táxon de Oligochaeta;
- P4 encontrou-se os táxons *Homochaeta* e *Allonais*;

O número de táxons de Oligochaeta foi maior no período chuvoso. Apenas poucos táxons se repetiram entre os períodos. A estação P2, no período chuvoso, foi a que apresentou o maior número de táxons (6).

O gênero que mais ocorreu foi *Homochaeta*.

A.





B.

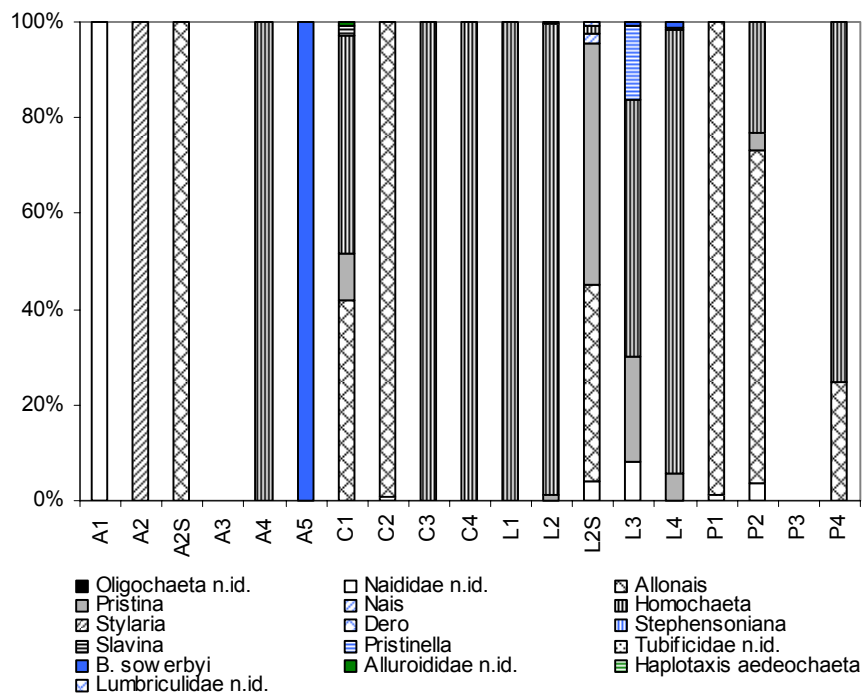


Figura 67: Abundância relativa dos táxons de Oligochaeta encontrados nas diferentes estações dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

#### 5.5.9. Riqueza

A Figura 68 apresenta o resultado de riqueza macroinvertebrados bentônicos nas estações de amostragem nos períodos seco e chuvoso.

No período seco a riqueza foi maior, exceto para A4, C4 e L1. A maior riqueza (53 táxons) foi observada na estação C2 no período seco, e a menor ocorreu no período chuvoso na estação A2 (5).

Os menores valores de riqueza ocorreram nas estações do rio Araquá. O rio Capivara apresentou a maior riqueza. O rio Lavapés apresenta número de táxon semelhante entre as diferentes estações, com menor valor para L4. E o rio Pardo é o segundo rio com os maiores valores de riqueza.

De forma geral, as estações mais à montante (A2, A2S, C1, C2, L1, L2, L2S, P1 e P2) foram as que apresentaram a maior riqueza, porém, também é importante destacar a estação P4 no período seco.

No rio Araquá encontrou-se riqueza de 50 táxons no período chuvoso e 57 no período seco, desta forma houve um aumento de 14% na riqueza entre as épocas analisadas. No rio Capivara a riqueza no período chuvoso foi de 70 táxons e no seco de 78 táxons, com aumento de 11,5%. No rio Lavapés encontrou-se 50 táxons no período chuvoso e 62 no seco, cujo aumento corresponde a 24%. E no rio Capivara

observou-se riqueza de 59 táxons no período chuvoso e 75 no seco, com aumento de 27,1%.

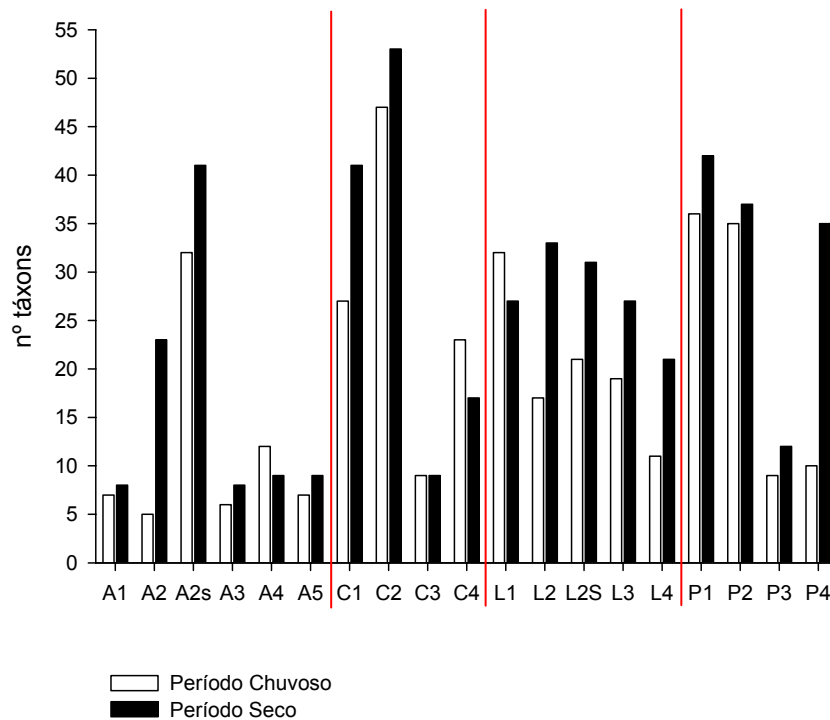


Figura 68: Riqueza de táxons de macroinvertebrados bentônicos nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco de 2007.

#### 5.5.10. Diversidade

A diversidade e a equitabilidade calculada para as diferentes estações de amostragem, no período chuvoso (A) e seco (B), estão apresentadas na Figura 69.

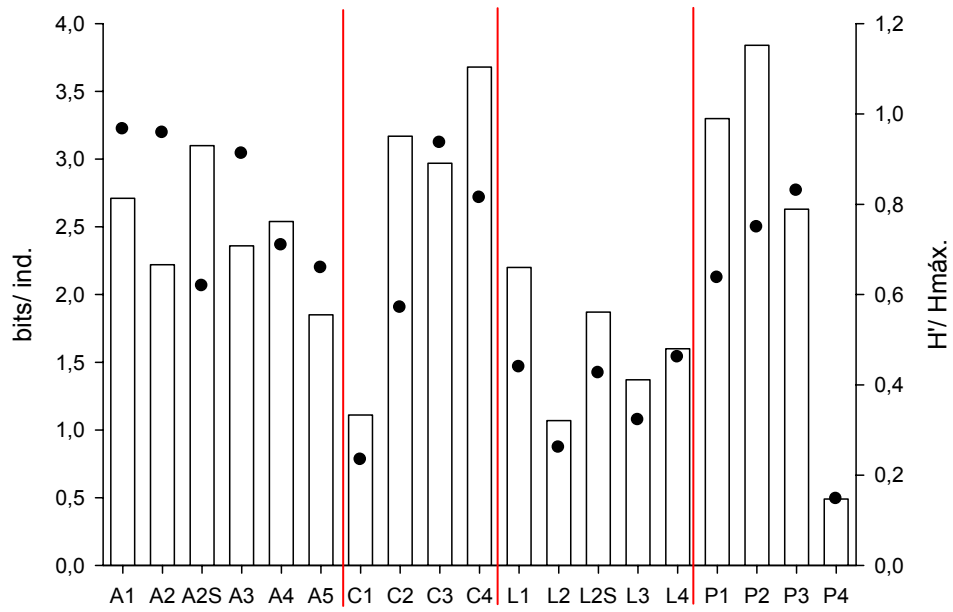
No período chuvoso (Fig. 69A) a maior diversidade foi encontrada na estação P2 (3,84 bits/ind.), que foi a maior registrada para ambos os períodos. A menor foi na estação P4 (0,49 bits).

No período seco (Fig. 69B) a maior diversidade foi encontrada na estação C2 (3,82 bits) e a menor na estação L4 (1,3 bits).

Com relação à equitabilidade, no período chuvoso houve variação de 0,966 (A1) a 0,147 (P4) e no período seco de 0,98 a 0,297, nas estações A1 e L4, respectivamente.

Os rios Capivara e Pardo foram os que apresentaram os maiores valores de diversidade. Nesses rios também foi possível observar que a equitabilidade apresentou um padrão crescente, que ficou mais claro no período seco. Nas estações do rio Lavapés encontrou-se os menores valores de diversidade, tanto no período chuvoso como no seco.

A.



B.

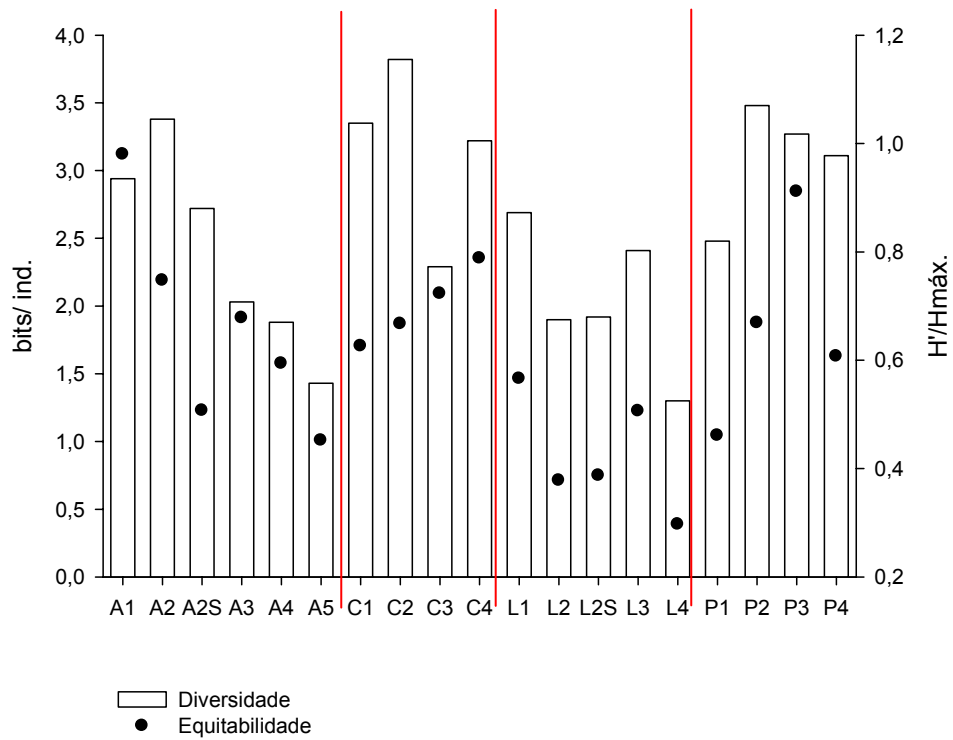


Figura 69: Diversidade de macroinvertebrados bentônicos nos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (A) e seco (B) de 2007.

---

Na Tabela VIII está apresentada a ocorrência de cada táxon nas estações amostradas nos períodos chuvoso e seco. Sendo que as estações estão ordenadas na tabela, de acordo com a abundância, de forma decrescente. Assim, a primeira estação listada na tabela foi aquela que apresentou a maior abundância do táxon.

Os táxons mais freqüentes foram Chironomidae, Oligochaeta e Nematoda.

Tabela VIII: Táxons encontrados e suas ocorrências nas estações de amostragem nos períodos chuvoso (chuv) e seco.

Táxons	Estações de Amostragem															
	L1seco	L1chuv	C1chuv	C1seco	C4seco	A4seco	P1seco	L4seco	A4chuv	L3chuv	C4chuv	P4seco	A2seco	P2chuv	L3seco	
Ostracoda	C2seco	P3chuv	A1seco	A2Sseco	A2chuv	L2Schuv	P2seco	A1chuv								
Nematoda	C1seco	L2chuv	L2seco	A5seco	L1chuv	C1chuv	L3chuv	A5chuv	P4seco	L1seco	L3seco	C4seco	P4chuv	L4seco	P1seco	
	P1chuv	L2Schuv	C2seco	C2chuv	L2Sseco	A2Sseco	P2seco	L4chuv	A1chuv	A4seco	P2chuv	A4chuv	A4seco	P2chuv	A4chuv	
	C3chuv	P3chuv														
Oligochaeta	L2seco	L2chuv	P1seco	L4seco	C1seco	L3seco	L4chuv	L3chuv	P1chuv	L2Schuv	L2Sseco	A5seco	C2seco	C4seco	C4chuv	
	P2chuv	A5chuv	C1chuv	L1seco	A2Sseco	C2chuv	P2seco	L1chuv	P4seco	A1chuv	P3chuv	P4chuv	A1chuv	P3chuv	P4chuv	
	A2seco	A4seco	A2Schuv	A4chuv	C3chuv	A1seco	C3seco	P3seco								
Bivalvia	L3chuv	C4seco	P4seco	C1seco	A4chuv	A4seco	L1chuv	P3chuv	P4chuv	A1seco	C2seco	A1chuv	C4chuv	A3seco	C3seco	
	A2Schuv	C2chuv	P2chuv													
Collembola	C4seco	L3seco	C1seco	C2seco	C1chuv	L3chuv	C2chuv	C3chuv	C3seco	L4seco	L2Sseco	L1chuv	A2Sseco	P1seco	A2chuv	
	A2Sseco	P1seco	A2chuv	L2seco	L2Schuv											
Hydracarina	C1seco	C1chuv	P4seco	L1chuv	L1seco	P1seco	P2seco	C2chuv	C2seco	P1chuv	A4chuv	C4chuv	A4seco	C4seco	P2chuv	
	C3chuv	L3chuv	P3chuv	L2chuv	A2chuv	A2seco	A2Sseco									
Gastropoda	L1chuv	L4seco	C4seco	A2Schuv	L2Sseco	P2seco										
Hirudinea	C1seco	L1chuv	L2seco	L3chuv	L3seco	L1seco	A5seco	C1chuv	C2seco	C4chuv	A3seco	L4seco	P1seco	P2seco	L2Sseco	
Planaria	L1seco	C1seco	A2Sseco	C2seco	L4seco	C4seco	L1chuv	P1chuv	P2chuv	P2seco						
Hydrozoa	L2Schuv	P2chuv	A2Sseco	C2seco	L2Sseco											
Hemiptera	P4chuv	L3chuv	C2chuv	P1seco	P2seco	A1chuv	C4chuv	C2seco	P2chuv	L1chuv	A1seco	A3seco	C1seco	L3seco	P4seco	
	A2Schuv	L2chuv	L2Schuv													
Ortoptera	P1chuv															
Odonata	C1seco	A2seco	L1seco	C2chuv	L1chuv	L3seco	P4seco	C1chuv	L4chuv	P4chuv	A2Sseco	A3chuv	C4chuv	A1seco	C3seco	
	P1chuv	P2chuv	A2Schuv	L2Sseco	P2seco											
Trichoptera	L2Sseco	C2seco	A2Sseco	C1seco	C2chuv	P1seco	P1chuv	P2seco	C4chuv	A2Schuv	P2chuv	C1chuv	L1seco	L1chuv	L2Schuv	
	L4seco	P4seco	L2seco													
Ephemeroptera	C2seco	P2seco	C2chuv	A2Sseco	A2Schuv	P2chuv	C1seco	P1seco	L4seco	P1chuv	C1chuv	C4chuv	L1seco	P4chuv	A2seco	
	L2Sseco															
Plecoptera	C2seco	P4chuv	C2chuv	P2seco												
Megaloptera	C2chuv	C2seco	A2Schuv	P1chuv	P2chuv											
Coleoptera	C2seco	A2Sseco	C4chuv	C2chuv	P1seco	L2seco	P4seco	P1chuv	C1seco	L4seco	A2Schuv	C4seco	P2seco	L2Sseco	P3chuv	
	P2seco	L2Sseco	P3chuv	L1seco	P2chuv											
Chironomidae	L2chuv	C1seco	P4chuv	P1seco	L2Sseco	L2seco	L3seco	L3chuv	L2Schuv	C2seco	A2Sseco	L1seco	C2chuv	P4seco	P1chuv	
	C1chuv	A2seco	L4seco	P2seco	A4chuv	C3seco	A2Schuv	A5seco	L1chuv	L4chuv	C4seco	P2chuv	C3chuv	C4chuv	P3seco	
	A3seco	A3chuv	P3chuv	A2chuv	A5chuv	A1seco										
Ceratopogonidae	C1seco	L4seco	L1seco	P4seco	L1chuv	A2Sseco	P1seco	C1chuv	C3seco	C4seco	P3seco	A5seco	A2Schuv	C2seco	A5chuv	
	C4chuv	L3chuv	P2chuv	A2seco												

Táxons	Estações de Amostragem															
Psycodidae	C2chuv	L1chuv	P1chuv	C2seco	A2Schuv											
Simuliidae	C1seco	L2Sseco	C1chuv	A2Sseco	P1seco	P2seco	L2Schuv	P1chuv	C2seco	A2Schuv	P2chuv	C2chuv	L1seco	A2seco	L2seco	
	L3seco	P4seco														
Chaobouridae	A5chuv															
Empididae	C1chuv	A2Sseco	P3chuv	C2chuv	P1chuv	P2seco	A3seco	P1seco	L2Schuv							
Tipulidae	C1seco	L3chuv	P4chuv	P1seco	C2chuv	C2seco	L1chuv	P1chuv								
Cyclopoida	L2seco	A4seco	L4seco	C1seco	P1seco	A2seco	L3seco	C4seco	L1chuv	P4seco	L1seco	L4chuv	P3seco	L2Sseco	C1chuv	
	P3seco	L2Sseco	C1chuv	P2seco	C4chuv	P1chuv	A4chuv	L2chuv	P2chuv	C2seco	L2Schuv	A2Sseco				
Calanoida	A5chuv	C4seco	P2chuv	A5seco	L4seco	P2seco	P1chuv	C1seco	L3seco	L2Schuv	P1seco	L2seco				
Harpacticoida	C1seco	A2seco	L1chuv	P1chuv	L1seco	P3seco	P4seco	L2seco	L2chuv							
Cladocera	L4seco	C4seco	C1seco	P1seco	L4chuv	P2chuv	P1chuv	C4chuv	A4seco	L3seco	P2seco	A5chuv	C1chuv	L3chuv	C2seco	
	L2Schuv															
Culicidae	L4seco	L2Sseco														
Crustacea	L1chuv	L4seco														
Stratiomyidae	C1chuv	L4seco														
<i>Chironomus</i>	L2chuv	L4seco	C1seco	L2seco	L4chuv	C1chuv	A5seco	L3seco	C4seco	C3seco	P3seco	P2chuv				
<i>C. gr. decorus</i>	L2chuv	L2Schuv	L2seco	L3chuv	A5seco	L3seco	L2Sseco	L4chuv	L4seco	P1seco	A5chuv	C1chuv	C3chuv	A4chuv	P4seco	
<i>C. gr. riparus</i>	L2seco	L2Sseco	L4seco													
<i>C. gr. salinarius</i>	P1seco															
<i>Cryptochironomus</i>	L3seco	L3chuv	P4seco	L2seco	A2seco	C2chuv	A1chuv	A2chuv	C3chuv	C4chuv	L1chuv	A4seco	P1seco	P1chuv		
<i>Endotribelus</i>	A2seco	C4chuv	P1seco													
<i>Harnischia</i>	P4chuv	P4seco	C4chuv	C4seco	A2seco	A4seco	A1seco	P1seco								
<i>Parachironomus</i>	L3seco	L2seco	P1seco	A5seco	P2chuv											
<i>Paratendipes</i>	C3chuv	A3chuv														
<i>P. (Polypedilum)</i>	A2Sseco	L2seco	A2seco	C2seco	C2chuv	L2Sseco	P4seco	C4chuv	L1seco	P1seco	A1seco	A3seco	P1chuv			
	P1chuv															
<i>P. (Tripodura)</i>	L3chuv	L3seco	A4chuv	P4seco	C1seco	P1seco	C4seco	A2seco	A2Schuv	C3chuv	L4chuv	P4chuv	A1seco	P3seco	A2chuv	
<i>P. gr. fallax</i>	C1seco															
<i>Robackia</i>	P4chuv	C3seco	C3chuv	P4seco	A3chuv	A3seco	A2chuv									
<i>Stempellinella</i>	A4chuv	P4seco														
<i>Stenochironomus</i>	L1seco	A4chuv	L1chuv													
<i>Cladopelma</i>	P4seco															
<i>Aedokritus</i>	P4seco															
<i>Beardius</i>	P4seco															
<i>Caladomyia</i>	P4seco	L1seco	P1seco	C1seco	A2seco	P2seco	P1chuv	A3chuv	A2Sseco							
<i>Tanytarsus</i>	L4seco	P3seco	A2seco	C2seco	C4chuv	A2Sseco	C1chuv	L1chuv	P3chuv	A5seco	L3seco	P4seco	A2Schuv	C2chuv	P2chuv	
<i>Rheotanytarsus</i>	C1seco	P1seco	L1seco	P1chuv	C1chuv	A2Sseco	L2Sseco	L3seco	C2seco	A2Schuv	P4seco	L2Schuv	L2seco	A2seco	C2chuv	
	L1chuv	C4chuv	P2seco	L2chuv												
Orthocladinae n.id.	C1seco	P4chuv	P1seco	P3chuv	L1seco	C2chuv	A2Sseco	L2seco	L2Sseco							

Táxons	Estações de Amostragem															
<i>Cricotopus</i>	P1seco A2Schuv	C1seco	L2seco	L2Sseco	L2Schuv	C2seco	C2chuv	P1chuv	A2Sseco	P2seco	A2seco	L1seco	L2chuv	P2chuv	C1chuv	
<i>Corynoneura</i>	L1seco L2chuv	A2Sseco	C1seco	A2seco	L2seco	C2seco	L2Sseco	L1chuv	C2chuv	A2Schuv	L3seco	P1seco				
<i>Onconeura</i>	L2Sseco A3seco	L2seco P3seco	C1seco L2chuv	P1seco	C2chuv	C2seco	C1chuv	P1chuv	A2Sseco	P2seco	P2chuv	L2Schuv	L3seco	A2Schuv	P4seco	
<i>Lopescladius</i>	P4chuv	P4seco	C2seco	A2Schuv	C3chuv	C3seco	A2seco	C2chuv	A1chuv	L3chuv	A2chuv					
<i>Nanocladius</i>	C1seco	P1chuv														
<i>Parametriocnemus</i>	C1seco	L1seco	C1chuv	L2seco	A2Sseco	L2Sseco										
<i>Eukiefferiella</i>	L2Sseco	A2Sseco														
<i>Rheocricotopus</i>	A2Sseco	L2seco	L2Sseco													
<i>Gymnometriocmenus</i>	L1seco															
Tanypodinae n.id.	L4seco	L2seco	A2Sseco													
<i>Ablabesmyia</i>	L1chuv															
<i>Alotanypus</i>	L1chuv															
<i>Coelotanypus</i>	P3chuv	P3seco														
<i>Djalmabatista</i>	P4seco	A4chuv	P3seco													
<i>D. pulcher</i>	C3seco	P4seco	A3seco	A3chuv	P3seco											
<i>Labrundinia</i>	L1seco	L1chuv														
<i>Larsia</i>	C1seco C4chuv	L1seco P1chuv	A2Sseco C2chuv	P1seco L3chuv	A2seco L2chuv	A4chuv A2Schuv	L4seco L2seco	L3seco L2Sseco	C1chuv	C2seco	P2seco	L1chuv	P4seco	C4seco	P3seco	
<i>Nilotanypus</i>	C2seco	C2chuv														
<i>Procladius</i>	L1seco	L1chuv														
<i>T. punctipennis</i>	L4chuv	L4seco														
<i>Thienemannimyia</i>	P1seco	P1chuv	C2seco	L2Sseco	A2Sseco	L2seco	C2chuv									
<i>Zavrelimyia</i>	L3chuv															
<i>Clinotanypus</i>	L3seco															
<i>Monopelopia</i>	L4seco															
Elmidae n.id.	C2seco	C4chuv	C2chuv	P1chuv	A2Sseco											
<i>Heterelmis</i>	A2Sseco	C2seco	P1seco	A2Schuv	P1chuv											
<i>Microcylloepus</i>	P1seco	P1chuv	A2Sseco	A2Schuv												
<i>Macrelmis</i>	C2seco	C2chuv	A2Sseco	P2seco	A2Schuv	P2chuv										
<i>Hexacylloepus</i>	C4chuv	P4seco	P1seco													
<i>Xenelmis</i>	P1seco															
<i>Austrolimnius</i>	P1seco															
Larva E	P1seco															
Larva D	P4seco															
<i>Psephenidae n.id.</i>	C2seco	C2chuv														
<i>Psephenus</i>	C2seco	A2Sseco														

Táxons	Estações de Amostragem														
<i>Berosus</i>	L2seco	L2Sseco													
<i>Dryopidae</i>	C4seco														
<i>Gyretes</i>	C1seco														
Baetidae n.id.	C2seco	C2chuv	A2Schuv	A2Sseco	C1seco	P1seco	L4seco	P2chuv	P1chuv	L1seco	P2seco	A2seco			
<i>Camelobaetidius</i>	P2seco	C2chuv													
<i>Baetodis</i>	C2seco	A2Sseco	A2Schuv	C2chuv	P1seco										
<i>Caenis</i>	C1seco	A2seco													
<i>Leptophlebiidae n.id.</i>	C2seco	C2chuv	P2chuv	P2seco	C4chuv	A2Schuv									
<i>Askola</i>	C1chuv	C4chuv													
<i>Thraulodes</i>	C2seco	C2chuv	P2seco												
<i>Farrodes</i>	C2seco	C2chuv	P2seco												
<i>Leptohyphidae n.id.</i>	C2seco	P2seco	P2chuv	C2chuv	A2Sseco	L4seco	A2Schuv	P1seco							
<i>Tricorythopsis</i>	C2seco	C2chuv	P2seco												
<i>Leptohyphes</i>	C2chuv	C2seco													
<i>Traverhyphes</i>	C2seco	P2seco	A2Sseco	P2chuv	A2Schuv	C2chuv									
<i>Euthyplocia</i>	P2chuv														
<i>Naididae n.id.</i>	L3seco	L2chuv	P1seco	L2Schuv	L2Sseco	P2chuv	A1seco	C2seco	P2seco						
<i>Allonais</i>	P1seco	C1seco	C2seco	L2Schuv	L2Sseco	C2chuv	A2Sseco	L3chuv	L2seco	P2seco	P4seco				
<i>Pristina</i>	L3seco	C1seco	L4seco	L2seco	L2Sseco	P1chuv	L4chuv	C2chuv	P2chuv	P1seco	C1chuv	P2seco			
<i>Nais</i>	P1chuv	P2chuv	L2Sseco												
<i>Homochaeta</i>	L2seco	L4seco	C1seco	L3seco	L4chuv	L3chuv	C4seco	C4chuv	L1seco	C1chuv	P4seco	P2seco	P3chuv	A4seco	L2Sseco
	A1chuv	C3seco	A2Schuv												
<i>Stylaria</i>	L2seco	L2Schuv	A2seco	P2chuv											
<i>Dero</i>	L2seco	L4seco	L2Schuv	P1chuv	P2chuv	L2Sseco									
<i>Stephensoniana</i>	P1chuv														
<i>Slavina</i>	C1seco	L4seco													
<i>Pristinella</i>	L3seco	A4chuv	L1chuv	P2chuv											
Tubificidae n.id.	L4chuv	A2Schuv													
<i>B. sowerbyi</i>	A5seco	A5chuv	L2chuv	L4seco	L3chuv	L3seco									
Alluroididae n.id.	C1seco	P1chuv	L2seco												
<i>Haplotaxis aedeochaeta</i>	A2Schuv														
Lumbriculidae n.id.	C1chuv	A1chuv	L1chuv												
<i>Anacroneura</i>	C2seco	C2chuv	P2seco												
Zygoptera	L1chuv	L4chuv	P4seco	C2chuv	P1chuv	P2chuv									
Calopterygidae	L1seco	L1chuv	L3seco												
Coenagrionidae	A2Sseco	C2chuv													
Anisoptera	A3chuv														
Gomphidae	P4seco	A1seco	C3seco	C4chuv	P4chuv	C2chuv	A2Sseco								



Táxons	Estações de Amostragem												
	C1seco	L1seco	L3seco	L1chuv	C1chuv	C2chuv	P2chuv	L2Sseco	P2seco				
Libellulidae	C1seco	L1seco	L3seco	L1chuv	C1chuv	C2chuv	P2chuv	L2Sseco	P2seco				
Trichoptera n.id.	C2seco	A2Sseco	P2seco										
<i>Hydroptilidae n.id.</i>	P1chuv	C2seco	A2Schuv										
<i>Neotrichia</i>	C2seco												
<i>Maytrichia</i>	P1seco												
<i>Rhyacopsyche</i>	P1seco	P1chuv	C2seco	C1seco	P2seco	A2Schuv	A2Sseco						
<i>Hydroptila</i>	C1seco												
Hydropsychidae n.id.	C2chuv	P2chuv	L2Schuv	P2seco	P1chuv	A2Schuv	A2Sseco	L2Sseco					
<i>Smicridea</i>	L2Sseco	C2seco	A2Sseco	C1seco	C2chuv	P1seco	A2Schuv	P2chuv	P2seco	P1chuv	C1chuv	L2Schuv	L2seco
<i>Leptonema</i>	C1chuv	P2seco											
<i>Dolophilodes</i>	C2seco												
<i>Wormaldia</i>	C2seco												
<i>Chimarra</i>	C2seco												
<i>Mexitrichia</i>	C2chuv	C2seco											
<i>Protoptila</i>	C2chuv	C2seco											
Leptoceridae n.id.	C1seco	C2chuv	L1chuv	L1seco	P4seco	P2chuv	P1seco						
<i>Cernotina</i>	C4chuv												
<i>Grumicha</i>	C4chuv												

## 5.6 Índices bióticos em base a comunidade de macroinvertebrados bentônicos

Para a análise da comunidade de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores foram aplicados os índices bióticos que são apresentados na Tabela IX.

Com relação à porcentagem das ordens de Insecta Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (% EPT) na amostra, as estações A1, A2, A3, A4, A5, C3, L1, L2, L3, L4, P3 e P4 não apresentaram indivíduos desses táxons ou a abundância dos mesmos foi muito baixa. Nas estações A2S no período chuvoso e C2 no período seco a % EPT foi alta, superior à metade da amostra. Na estação P2 a porcentagem de EPT também foi alta nos dois períodos estudados.

As riquezas de EPT foram maiores no período seco, principalmente nas estações C2 e P2.

A maior razão entre a abundância de indivíduos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera pela abundância de indivíduos da família Chironomidae (EPT/C) foi encontrada na estação P2, no período chuvoso. Na estação A2S, C1, C4, L1, P1, P3 houve uma grande diminuição no valor desse índice durante o período chuvoso para o seco e nas estações C2 e L2S um aumento do período chuvoso para o seco.

Considerando a razão entre a abundância de indivíduos da família Chironomidae e a abundância total (C/T), os maiores índices foram encontrados em P4, A3, L2S e L3, respectivamente. Os menores índices foram observados nas estações A5, L1, C4 e C1, respectivamente. Houve uma tendência de diminuição dos valores desse índice no período de seca, principalmente para as estações do rio Lavapés.

O índice que relaciona os indivíduos do gênero *Chironomus* com o somatório de indivíduos de Chironomidae mostra que nas estações A5, L2 e L4 a composição desta família era basicamente formada pelo gênero *Chironomus*, especialmente no período chuvoso.

A relação entre a abundância de Oligochaeta e a abundância total dos macroinvertebrados bentônicos não apresentou muita diferença entre o período chuvoso e seco. As estações com as maiores razões O/T foram L4, C4, L2, A5 e A1.

Tabela IX: Índices bióticos em base a comunidade de macroinvertebrados bentônicos: porcentagem das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (% EPT); riqueza de EPT (Riq. EPT); razão entre a abundância de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera pela abundância família Chironomidae (EPT/C); razão entre a abundância de Chironomidae pela abundância total de organismos (C/T); razão entre a abundância do gênero *Chironomus* e a família Chironomidae (C/C); e razão entre a abundância de Oligochaeta e abundância total de organismos (O/T).

Estações	% EPT		Riq. EPT		EPT/C		C/T		C/C		O/T	
	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco
A1	0	0	0	0	0	0	0,22	0,33	0	0	0,222	0,111
A2	0	1	0	2	0	0,011	0,75	0,74	0	0	0	0,004
A2S	62	10	10	8	2,519	0,283	0,25	0,36	0	0	0,010	0,007
A3	0	0	0	0	0	0	0,90	0,78	0	0	0	0
A4	0	0	0	0	0	0	0,70	0,03	0,019	0	0,013	0,022
A5	0	0	0	0	0	0	0,03	0,08	1,000	0,077	0,165	0,164
C1	0	1	3	6	0,036	0,017	0,06	0,49	0,048	0,001	0,006	0,064
C2	25	60	16	20	0,371	1,866	0,68	0,32	0	0	0,019	0,026
C3	0	0	0	0	0	0	0,77	0,78	0,176	0,028	0	0,028
C4	11	0	4	0	0,500	0	0,21	0,04	0	0,006	0,329	0,128
L1	0	0	1	2	0,091	0,006	0,03	0,42	0	0	0,003	0,009
L2	0	0	0	1	0	0,001	0,78	0,24	0,995	0,026	0,215	0,659
L2S	0	4	2	2	0,002	0,100	0,85	0,37	0,226	0,006	0,079	0,014
L3	0	0	0	0	0	0	0,84	0,63	0,021	0,008	0,069	0,326
L4	0	1	0	2	0	0,065	0,11	0,08	0,591	0,050	0,786	0,748
P1	5	1	5	7	0,079	0,023	0,63	0,48	0	0,001	0,150	0,464
P2	46	35	9	15	3,077	1,136	0,15	0,31	0,038	0	0,199	0,029
P3	0	0	0	0	0	0	0,25	0,59	0	0,037	0,083	0
P4	0	0	1	1	0	0,003	0,99	0,75	0	0,002	0	0,008

## 5.7 Protocolo de Avaliação de Habitat

As estações com a maior pontuação, a partir da aplicação do protocolo, foram C2 (70), C1 (66), P1 (69), P2 (69) e P4 (65). Com exceção da última, as demais representam trechos de montante.

As menores pontuações foram obtidas para as estações A1, A4, L1 e P3, e na estação A5 não houve pontuação nenhuma, pois as questões não se aplicam as características desta estação.

Os rios Capivara e Pardo foram os que apresentaram maior pontuação com a aplicação do protocolo de avaliação ambiental, e os rios Lavapés e Araquá as menores.

A pontuação máxima que pode ser atingida é de 100, caracterizando a melhor condição de habitat, porém, nenhuma das estações de amostragem superou 70 pontos.

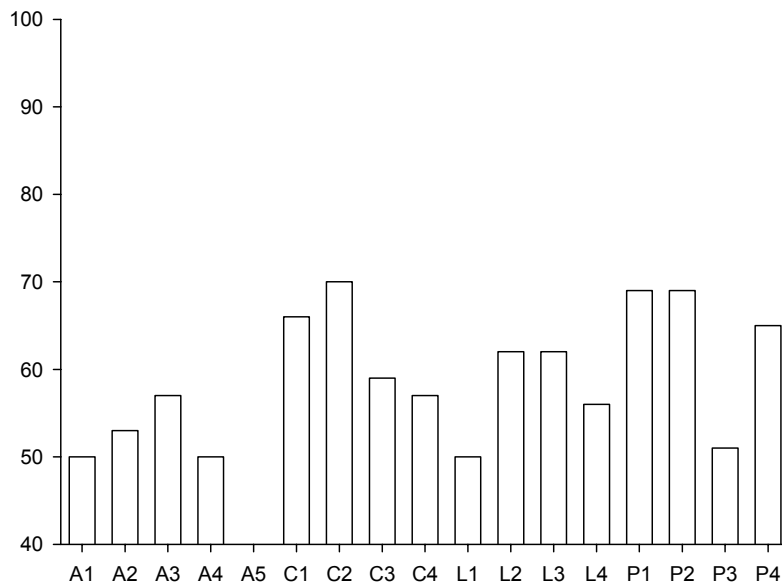


Figura 70: Resultado da pontuação obtida pelos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo na aplicação do protocolo de avaliação ambiental.

## 5.8 Análise de Correlação Canônica

A análise de correlação canônica (ACC) realizada com os dados obtidos nos períodos chuvoso e seco, conjuntamente, explicou 15,6% da variância no eixo 1, 13,0% no eixo 2 e 10,5% no eixo 3, somando 39,1% (Figura 73 A). Na análise feita somente com os dados do período chuvoso (Figura 73 B) a explicação no eixo 1 foi de 17,2%, no eixo 2 de 14,4% e no eixo 3 12,7%, somando-se 44,3%. Com os dados do período seco (Figura 73 C) a explicação da ACC foi de 22,8% no eixo 1, 16,5% no eixo 2 de e 10,0% no eixo 3, somando 50,0%. A variância explicada pelas análises realizadas foi relativamente baixa, contudo é possível destacar alguns aspectos importantes.

Nas análises de correlação canônica foi possível identificar 3 grupos:

- No quadrante superior esquerdo foram agrupadas as estações A5 (chuvoso e seco), L4 (chuvoso e seco) C4 e L3 (seco) e os táxons Chaoboridae, Calanoida e Culicidae. As variáveis ambientais correlacionadas negativamente com o eixo 1 foram transparência, vazão, matéria orgânica no sedimento, porcentagem de água no sedimento, granulometria e nitrogênio e fósforo total no sedimento (Figura 73 A). No período chuvoso o agrupamento foi formado apenas pela estação A5 e por Calanoida (Figura 73 B) posicionados negativamente no eixo 1. As variáveis que identificaram este lado do eixo foram coliformes termotolerantes, porcentagem de água no sedimento e nitrogênio total no sedimento (Tabela X). No período seco (Figura 73 C) o grupo foi formado pelas estações A1 e A3 com Hemiptera, que

estiveram relacionados negativamente no eixo 1 com transparência, vazão, matéria orgânica no sedimento, granulometria e nitrogênio e fósforo total no sedimento.

- No quadrante superior direito estiveram posicionadas as estações L2 (chuvoso e seco) P2 (chuvoso e seco), A2 (chuvoso e seco), P1 (chuvoso e seco), C1 (chuvoso), C2 (chuvoso e seco) e, principalmente, os táxons Megaloptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Simuliidae, Plecoptera e Trichoptera e as variáveis oxigênio dissolvido e a velocidade de corrente. No período chuvoso esse agrupamento foi formado pelas estações P1, P2, A2 e C2, pelos táxons Megaloptera, Ephemeroptera, Simuliidae, Ortoptera, Planaria, Hydrozoa e Trichoptera (Figura 73 B) e pelas variáveis pH, velocidade, matéria orgânica no sedimento e fósforo total no sedimento. No período seco o agrupamento foi representado pelas estações L2, P2, A2 e C2, com os táxons Megaloptera, Ephemeroptera, Coleoptera, Simuliidae, Plecoptera, Hydrozoa, Psychodidae e Trichoptera que estiveram relacionados positivamente com o eixo 1 juntamente com o pH, clorofila *a* e velocidade (Figura 73 C).

- O terceiro grupo pôde ser discriminado somente nas análises feitas com os períodos chuvoso e seco separadamente. Este esteve relacionado negativamente com o eixo 1. No período chuvoso esse grupo foi formado pelas estações A1, A4, L1, L3, C3 e P3 e os táxons Bivalvia, Hirudinea, Collembola, Harpacticoida e Ostracoda (Figura 73 B); e no período seco foi formado pelas estações A4, A5, L1, L3, L4, C3, C4, P3 e P4 e os táxons Ceratopogonidae, Nematoda, Cyclopoida, Calanoida, Cladocera, Gastropoda, Culicidae, Collembola, Harpacticoida e Ostracoda (Figura 73 C).

Na análise realizada com os períodos chuvoso e seco:

- Os táxons que melhor se relacionaram positivamente com o eixo 1 foram Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Megaloptera, Coleoptera, Chironomidae, Psychodidae, Simuliidae, Empididae. As variáveis ambientais que se relacionaram melhor com o lado positivo do eixo 1 foram oxigênio dissolvido e velocidade.
- Os táxons que estiveram relacionados negativamente com eixo 1 foram Chaoboridae e Calanoida. As variáveis ambientais que se relacionaram melhor com o lado negativo foram transparência, vazão e matéria orgânica, porcentagem de água e nitrogênio total no sedimento e granulometria.

- No eixo 2 os táxons Oligochaeta, Chaoboridae e Calanoida estiveram relacionados positivamente. As variáveis que estiveram maior relação com o lado positivo foram clorofila-a, matéria orgânica e fósforo total no sedimento.
- O lado negativo esteve mais relacionado com Bivalvia e oxigênio dissolvido.

No período chuvoso:

- Os táxons Ephemeroptera, Trichoptera, Megaloptera, Hydrozoa, Simuliidae, Psychodidae e as variáveis pH, velocidade da correnteza estiveram relacionados positivamente com o eixo 1.
- Os táxons Bivalvia, Ostracoda, Nematoda, Hidracarina, Hirudinea e a porcentagem de água no sedimento se relacionaram negativamente com o eixo 1.
- No eixo 2 os táxons Cladocera, Calanoida e as variáveis clorofila a, silicato, vazão, matéria orgânica no sedimento, fósforo total no sedimento, porcentagem de água e nitrogênio total no sedimento se relacionaram positivamente.
- Os táxons Hidracarina, Chironomidae e as variáveis oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes se relacionaram negativamente com o eixo 2.

No período seco:

- Os táxons Ostracoda, Bivalvia, Odonata, Ceratopogonidae, Cyclopoida, Cladocera e as variáveis vazão, matéria orgânica, nitrogênio total do sedimento, granulometria, transparência estiveram relacionados negativamente com o eixo 1.
- Os táxons Plecoptera, Megaloptera, Coleoptera, Psychodidae, Simuliidae, Ephemeroptera, Hydrozoa, Trichoptera e as variáveis pH, clorofila a e velocidade da correnteza estiveram relacionados positivamente com o eixo 1.
- No eixo 2, os táxons Nematoda, Oligochaeta, Psychodidae Cyclopoida e Cladocera e as variáveis ambientais transparência, vazão, granulometria e matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo total do sedimento, se relacionaram negativamente.
- Os táxons Bivalvia, Odonata, Chironomidae, Empididae, Hemiptera, Hirudinea e as variáveis ambientais oxigênio dissolvido, silicato e velocidade da correnteza se relacionaram positivamente com o eixo 2.



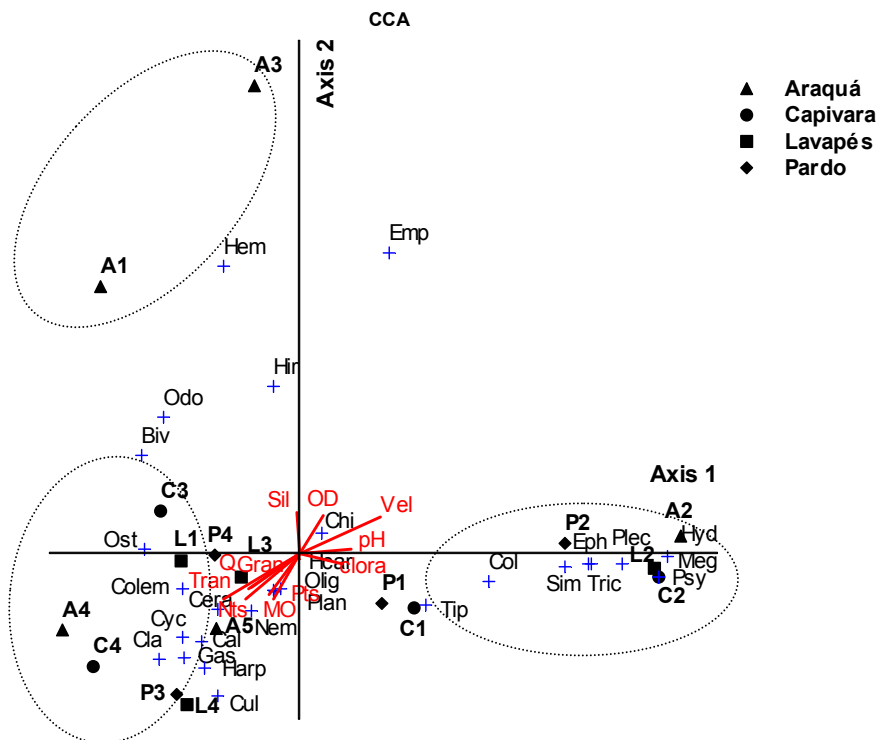


Figura 73: Análise de ACC com dados dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso e seco (A), chuvoso (B) e seco (C) de 2007. Ver texto para as abreviações.

Tabela X: Valore de correlação dos táxons com os eixos 1 e 2 da ACC para análise realizada com os períodos chuvoso e seco (C e S), com o período chuvoso (C) e com o período seco (S).

Táxon	Eixo 1 (C e S)	Eixo 1 (C)	Eixo 1 (S)	Eixo 2 (C e S)	Eixo 2 (C)	Eixo 2 (S)
Ostracoda (Ost)	-0,015	<b>-0,363</b>	<b>-0,521</b>	-0,123	-0,286	-0,003
Nematoda (Nem)	-0,205	<b>-0,572</b>	-0,228	<b>0,387</b>	<b>0,574</b>	<b>-0,346</b>
Oligochaeta (Olig)	-0,014	-0,078	-0,265	<b>0,530</b>	<b>0,550</b>	<b>-0,427</b>
Bivalvea (Biv)	-0,113	<b>-0,635</b>	<b>-0,587</b>	<b>-0,574</b>	-0,232	<b>0,460</b>
Colembolla (Colem)	0,113	-0,216	-0,294	0,130	-0,048	-0,129
Hidracarina (Hcar)	0,247	<b>-0,392</b>	-0,099	-0,081	<b>-0,335</b>	-0,192
Gastropoda (Gas)	-0,008	0,081	-0,232	0,163	-0,211	-0,283
Hirudinea (Hir)	-0,045	<b>-0,344</b>	-0,097	-0,007	-0,142	<b>0,618</b>
Planária (Plan)	0,201	0,268	-0,083	0,198	0,125	-0,146
Hydra (Hyd)	<b>0,357</b>	<b>0,333</b>	<b>0,758</b>	<b>0,319</b>	0,166	-0,023
Hemiptera (Hem)	<b>0,304</b>	-0,142	-0,187	-0,247	0,080	<b>0,865</b>
Ortoptera (Ort)	0,185	0,189		0,136	-0,010	
Odonata (Odo)	0,292	0,273	<b>-0,344</b>	-0,075	-0,213	<b>0,433</b>
Trichoptera (Tric)	<b>0,723</b>	<b>0,724</b>	<b>0,947</b>	<b>0,354</b>	-0,153	-0,070
Ephemeroptera (Eph)	<b>0,705</b>	<b>0,795</b>	<b>0,698</b>	<b>0,327</b>	-0,123	-0,054
Plecoptera (Plec)	<b>0,369</b>	0,253	<b>0,546</b>	0,013	-0,180	-0,035
Megaloptera (Meg)	<b>0,564</b>	<b>0,733</b>	<b>0,428</b>	0,155	-0,190	-0,047
Coleoptera (Col)	<b>0,609</b>	0,216	<b>0,527</b>	0,251	-0,249	-0,130
Chironomidae (Chi)	<b>0,432</b>	0,042	0,263	0,178	<b>-0,440</b>	0,421
Ceratopogonidae (Cera)	-0,070	0,165	<b>-0,364</b>	0,201	0,215	-0,336
Psychodidae (Psy)	<b>0,432</b>	<b>0,452</b>	<b>0,428</b>	0,055	-0,273	-0,047
Simuliidae (Sim)	<b>0,582</b>	<b>0,517</b>	<b>0,805</b>	<b>0,362</b>	-0,166	-0,078
Chaoboridae (Chao)	<b>-0,546</b>			<b>0,606</b>		
Empididae (Emp)	<b>0,492</b>	-0,217	0,149	0,093	-0,264	<b>0,768</b>
Tipulidae (Tip)	0,193	0,002	0,165	-0,079	-0,194	-0,110
Cyclopoida (Cyc)	-0,040	-0,118	<b>-0,482</b>	0,136	-0,006	<b>-0,470</b>
Calanoida (Cal)	<b>-0,412</b>	0,131	-0,241	<b>0,696</b>	<b>0,871</b>	-0,289
Harpacticoida (Harp)	0,005	-0,231	-0,167	-0,076	-0,116	-0,264
Cladocera (Cla)	-0,158	0,229	<b>-0,372</b>	<b>0,376</b>	<b>0,437</b>	<b>-0,383</b>
Culicidae (Cul)	-0,019		-0,119	0,249		-0,268
Crustacea (Crus)	-0,121			-0,011		
Stratiomidae (Stra)	-0,009			0,179		



Tabela XI: Valores de correlação das variáveis ambientais com os eixos 1 e 2 da ACC para análise realizada com os períodos chuvoso e seco (C e S), com o período chuvoso (C) e com o período seco (S).

Variáveis	Eixo 1 (C e S)	Eixo 1 (C)	Eixo 1 (S)	Eixo 2 (C e S)	Eixo 2 (C)	Eixo 2 (S)
Temperatura água (Temp)	-0,186			0,282		
pH	0,246	<b>0,442</b>	<b>0,426</b>	0,174	-,026	0,041
Oxigênio Dissolvido (OD)	<b>0,449</b>	0,140	0,201	<b>-0,363</b>	<b>-0,315</b>	<b>0,409</b>
Condutividade (K)	-0,227			0,146		
Potencial óxido- redução (ORP)	-0,111			0,058		
Material em suspensão inorgânico (Msi)	<b>-0,311</b>			-0,263		
Material em suspensão orgânico (Mso)	-0,203			0,168		
Turbidez (Turb)	-0,307			-0,145		
Clorofila-a (clora)	-0,117	0,207	<b>0,357</b>	<b>0,378</b>	<b>0,398</b>	-0,136
Coliformes totais (Ctot)	0,109			-0,097		
Coliformes termotolerantes (Cterm)	0,047	-0,170	-0,096	-0,140	<b>-0,357</b>	0,131
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	<b>-0,302</b>	-0,17	-0,028	0,104	0,288	0,013
Nitrogênio total (Nt)	-0,117	0,057	0,216	<b>0,358</b>	<b>0,295</b>	-0,168
Amônia (NH4)	0,123			0,262		
Nitrito (NO3)	-0,085			0,224		
Nitrato (NO2)	-0,026			<b>0,313</b>		
Fósforo total (Pt)	0,099	0,280	0,242	<b>0,300</b>	0,037	-0,069
Fósforo total dissolvido (Ptd)	0,160			0,215		
Fósforo total dissolvido inorgânico (Ptdi)	0,118			0,135		
Fósforo total dissolvido orgânico (Ptdo)	0,102			<b>0,373</b>		
Silicato (Sil)	-0,028	0,213	-0,028	-0,048	0,04	<b>0,439</b>
Porcentagem de luminosidade (Lux)	-0,239			0,136		
Transparência da água (Trans)	<b>-0,573</b>	-0,233	<b>-0,640</b>	0,073	<b>0,364</b>	<b>-0,438</b>
Velocidade (Vel)	<b>0,521</b>	<b>0,472</b>	<b>0,676</b>	0,074	-0,186	<b>0,343</b>
Vazão (Q)	<b>-0,400</b>	-0,231	<b>-0,407</b>	0,063	<b>0,358</b>	<b>-0,302</b>
Matéria orgânica do sedimento (MO)	<b>-0,440</b>	0,227	-0,258	<b>0,463</b>	<b>0,582</b>	<b>-0,429</b>
Porcentagem de água no sedimento (As)	<b>-0,408</b>	<b>-0,354</b>	-0,113	0,048	<b>0,672</b>	-0,035
Nitrogênio total do sedimento (Nts)	<b>-0,650</b>	-0,224	<b>-0,461</b>	<b>0,336</b>	<b>0,605</b>	<b>-0,496</b>
Fósforo total do sedimento (Pts)	-0,296	0,219	-0,226	<b>0,462</b>	<b>0,419</b>	<b>-0,477</b>
Granulometria fi (Gran)	<b>-0,445</b>	0,037	<b>-0,434</b>	0,141	0,259	<b>-0,382</b>

## 5.9 Análise de agrupamento

Na análise de agrupamento foi utilizada a lista de táxons representados na Figura 53. Através da Figura 71, que apresenta os resultados da análise de agrupamento realizada entre todas as estações amostradas nos períodos chuvoso e seco, é possível identificar três agrupamentos principais. Estes são formados pelas estações A2ch, C3ch, L2ch, L4ch, L2se e L3se; P1ch, P2ch, P2se, P1se e C1se; e A4ch, A4se, P4se, P3ch, C4se e L4se. Além desses é possível identificar 7 agrupamentos menores: A4ch e A4se; A5ch e A5se; L2Sch e L2Sse; P2ch e P2se; C2ch e C2se; L2se e L3se; e A2ch e C3ch. As demais estações não apresentaram agrupamentos claramente organizados.

De acordo com essa análise, as estações mais semelhantes foram A2ch e C3ch e a mais diferente foi A1ch e A3se.

As estações A1, A2, A3, C1, C3, C4, P3, P4 e L1 foram muito diferentes entre os períodos chuvoso e seco. Mostrando que a sazonalidade, nestes locais, tem grande importância na determinação da composição da comunidade.

Procurou-se fazer uma análise de agrupamento com os grupos EPT e com Oligochaeta, mas ambos não apresentaram padrões claros de agrupamento.

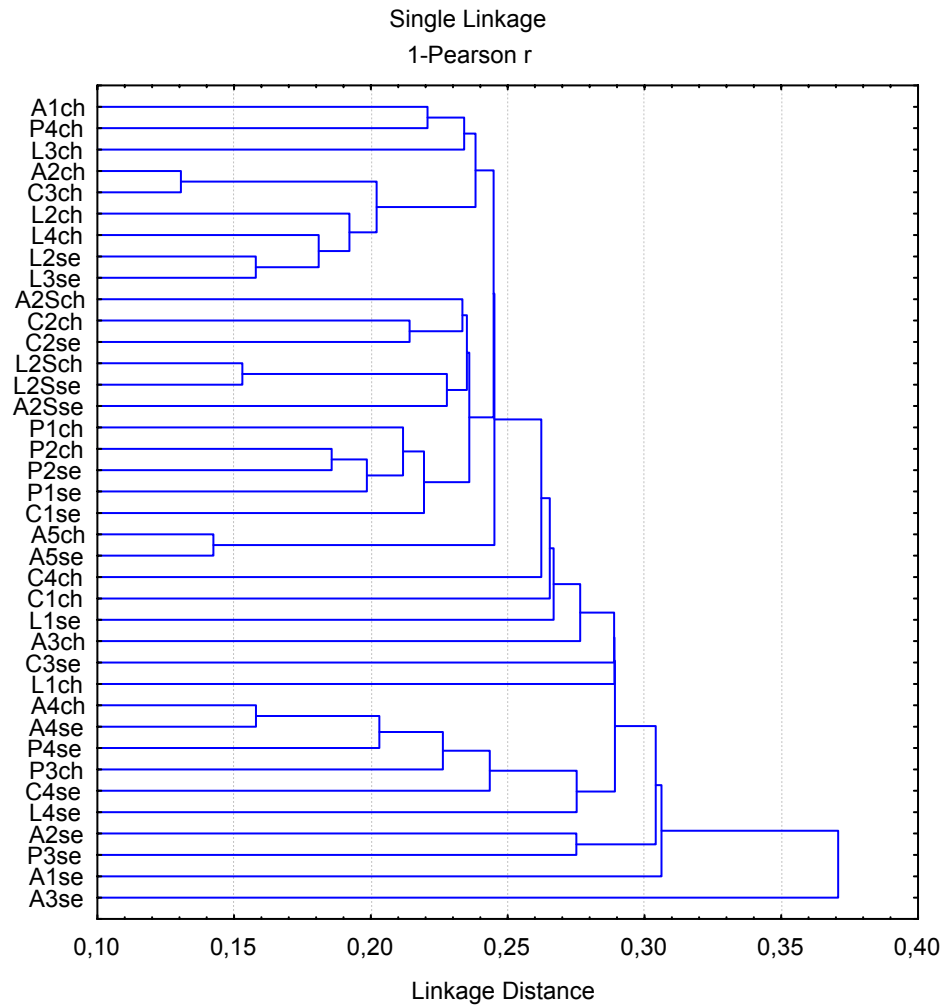


Figura 71: Análise de agrupamento das estações de amostragem com base na fauna de macroinvertebrados bentônicos dos rios Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo nos períodos chuvoso (ch) e seco (se) de 2007. Ver texto para as abreviações.

## 6. Discussão

### 6.1 Características da água e do sedimento

Nos estudos limnológicos e das comunidades de rios e riachos é importante que sejam consideradas as características gerais do ambiente, tais como as condições de margem, uso do solo no entorno e integridade da vegetação ripária, a fim de auxiliar na compreensão da estrutura e funcionamento do ecossistema.

Schäfer (1984) considera que os conhecimentos hidrológicos, por exemplo, são indispensáveis para a interpretação das condições ambientais.

Nas bacias estudadas no município de Botucatu e região a largura e profundidade aumentaram no sentido jusante em todos os rios. Desta forma os trechos de baixa ordem (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup>) apresentaram, em geral, os menores valores e os trechos de 4<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> ordem os maiores. Essas variáveis morfológicas estão muito relacionadas com características específicas do terreno em que a bacia se encontra.

Em estudos de rios de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> ordem, na bacia do rio Carmo, São Paulo (Melo & Froehlich, 2001), bacia do rio Grabia, Polônia (Bis *et al.*, 2000), bacia do rio Macaé, Rio de Janeiro (Silveira *et al.*, 2006) e bacia do rio Illinois, Aekansas (Brown & Brussock, 1990) foram encontrados padrões similares, mostrando que a ordem do riacho é determinante para as características morfométricas.

Segundo Brigante *et al.* (2003) a velocidade da correnteza é de fundamental importância para a ecologia de sistemas fluviais, sendo responsável, em cada trecho, pelo tempo de permanência das partículas, pelo transporte de materiais até seu ponto de deposição ou assimilação biológica e pela permanência de espécies animais e vegetais. A velocidade reflete a natureza diversificada do relevo sobre o qual se instala o leito do rio.

No presente estudo observou-se que nos trechos mais à montante (A1, A2, C1, C2, L2, P1 e P2), ainda no alto da cuesta, as corredeiras são freqüentes. Posteriormente, no sentido longitudinal, a velocidade diminui podendo até formar áreas de várzea, como aquelas encontradas em A3, A5 e L4. Brigante *et al.* (2003), encontrou uma tendência muito parecida no rio Mogi-Guaçu, SP.

A vazão de rios aumenta no sentido jusante, conforme recebe a contribuição de diversos corpos de água ao longo de seu curso. Os rios com grandes bacias de drenagem possuem alta densidade de afluentes, o que geralmente gera maior vazão. O rio de Pardo, que apresentou valores mais altos de vazão, possui a maior bacia de drenagem entre os rios estudados. Este rio é responsável pelo

abastecimento do município de Botucatu e de uma série de outros municípios até a sua foz na região de Ourinho, SP. O rio Lavapés possui a menor vazão e encontra-se numa bacia com baixa densidade de afluentes devido as características de relevo. Em estudos realizados em rios de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> ordem na bacia do rio Grabia, Polônia (Bis *et al.*, 2000), bacia do rio Macaé, Rio de Janeiro (Silveira *et al.*, 2006) e bacia do rio Illinois, Aekansas (Brown & Brussock, 1990) Oliveira *et al.* (1999) na bacia do rio Almas, Goiás, também foram encontradas variações de valores de vazão similares, demonstrando que a ordem do riacho é determinante para tal variável.

Segundo Bis *et al.* (2000) a vazão afeta significativamente a disponibilidade de alimento, retenção de matéria orgânica e a quantidade de clorofila- *a* no rio Grabia, Polônia.

A partir da análise das características hidrodinâmicas se observa que as diferenças entre os períodos seco e chuvoso na região de Botucatu foram importantes. A pluviosidade mais intensa no verão, em decorrência da sazonalidade, determinou maiores valores de largura, profundidade, velocidade e vazão encontrados no mês de março.

Os dados de pluviosidade para o ano de 2007 mostram que a coleta referente ao período chuvoso (março) ocorreu após quatro meses de chuvas intensas e a coleta representativa do período seco ocorreu após o maior período de estiagem do ano (agosto), de acordo com o planejamento inicial do trabalho. Melo & Froehlich (2001) também escolheram períodos semelhante, onde os meses de fevereiro a março caracterizaram a época chuvosa e julho e agosto a seca para o estado de São Paulo. Desta forma, a amostragem realizada no fim da estação parece ser estratégica para uma boa caracterização do ambiente que passou por um longo período ou de intensas precipitações ou de estiagem.

Em riachos sem alteração de suas margens a entrada de luz é geralmente muito reduzida, pois a cobertura de dossel sombreia todo o leito do rio e influenciando as condições de desenvolvimento da biota aquática (Hynes, 2001). Porém, os distúrbios antropogênicos na bacia, causam, na maioria das vezes, o deflorestamento das margens e a incidência direta da luz sobre o leito.

A luminosidade medida sobre o canal principal do rio foi total na maioria das estações de amostragem, com destaque para o rio Capivara que não possuiu nenhuma estação com cobertura de dossel. A luminosidade é um dos fatores mais importantes para a produtividade primária e parece ser um fator importante para a

evolução da flora de riachos (Hynes, 2001). Dados sobre incidência e penetração de luz também permitem considerações sobre o estado de preservação de margens, entrada de material alóctone e efeitos da erosão. Harding *et al.* (2006), estudando os efeitos da fragmentação florestal da bacia de riachos na Nova Zelândia, notaram que a luminosidade foi maior em área aberta (sem cobertura de dossel), e esteve relacionada com presença de sedimentos mais finos, valores mais altos de pH e clorofila- *a*.

Nos trechos de baixa ordem, localizados mais à montante, a transparência foi total. Nas estações mais à jusante a luz não penetrou até o fundo da coluna d'água. Isso se deve ao fato destas estações serem mais profundas e com águas mais turvas decorrentes de processos erosivos (A4, P4, L3 e L4 e C4), de poluição (L3 e L4) e presença de macrófitas (L4 e A5). Nos rios Araquá, Lavapés e Capivara, que deságuam no Tietê, as estações mais à jusante recebem a influência da represa de Barra Bonita que aumenta as características lênticas desses trechos e também interfere nas características ópticas (e.g. elevada concentração de fitoplâncton).

A qualidade e a quantidade de luz são determinadas pela radiação solar e afetam a temperatura da água. Nos países tropicais a temperatura permanece relativamente constante ao longo do ano (Pérez, 2003). No entanto, esta generalização precisa ser vista com cuidado, pois nas regiões intermediárias, entre os trópicos e os sub-trópicos, como é o caso de Botucatu, pode haver variações significativas das condições térmicas. Neste estudo a temperatura parece não ter sido determinante na distribuição dos organismos como encontrado para países de clima temperado.

As amostragens do presente estudo foram realizadas no mês de março, com as maiores médias anuais (mín., máx. e média), e no mês de agosto, que apresentou uma das menores temperaturas do ano, no que se refere à temperatura do ar. A temperatura da água variou menos que a do ar, comparando-se os períodos estudados, e se deve ao alto calor específico do meio aquático. A temperatura da água possuiu uma tendência de aumento no sentido jusante. Em sistemas fluviais há uma tendência de aumento da temperatura em direção à jusante, sendo tal padrão encontrado para o rio Mogi Guaçu por Brigante *et al.* (2003). Esta variação ocorre e é esperada mesmo em rios tropicais (Hynes, 2001), mas provavelmente sofre algumas alterações devido a influência do deflorestamento. Um dos efeitos da temperatura na água é a alteração da viscosidade e, conseqüentemente, a água mais quente carrega menos silte e possuem fluxo mais rápido (Hynes, 2001).

A temperatura é o fator ambiental mais importante que afeta a multiplicação dos microrganismos (Franco & Landgraf, 2002) e também afeta a composição da fauna de forma geral. Esta variável também influencia inversamente a solubilidade do oxigênio dissolvido na água (Hynes, 2001).

O oxigênio dissolvido (OD) é um fator pouco limitante nos sistemas lóticos, pois a turbulência mantém altas as concentrações desse gás na água. Pérez *et al.* (2001) encontraram concentração ótima de OD, nos rios do Parque de Piedras Blancas, Colômbia, e que foram similar às encontradas nos rios estudados na região de Botucatu, exceto para A5, C1, L3 e L4.

O oxigênio dissolvido na água diminuiu à jusante nos rios Araquá, Capivara e Lavapés, pois a turbulência é menor, aumentam processos de decomposição, a temperatura e a influência das características lênticas (reservatório de Barra Bonita). No rio Capivara isso parece ocorrer apenas a partir de C2, pois em C1 a concentração de OD é baixa devido a descarga de efluente de laticínio (segundo informações da população local). A grande variação na concentração de OD no rio Capivara também se deve à influência dos processos erosivos na bacia, que deposita sedimento diminuindo a profundidade, velocidade e turbulência do rio e causa a diminuição da concentração de OD.

No rio Lavapés é interessante notar que o decréscimo de concentração de OD ocorre da estação L2 para L3, pois apesar de já ocorrer descarte de esgoto doméstico em L2 a diminuição de OD não ocorre devido a alta velocidade e turbulência da água. Porém, quando o rio passa a apresentar características mais lênticas o consumo de oxigênio pela degradação da matéria orgânica se torna evidente. Assim, apesar deste rio possuir características como alta velocidade de corrente e turbulência, o mesmo apresenta a menor média para concentração de OD, pois sofre severa poluição orgânica e ação de processo erosivo. A quase totalidade dos processos erosivos de maior porte (ravinas e voçorocas) ocorre nas cabeceiras de drenagem do município (Simões & Cardoso, 1998).

Baptista *et al.* (2007) encontraram uma diminuição da concentração de OD de cerca de 3 mg/l em área degradada, quando comparada com área de referência em riachos de mata atlântica. Strieder, *et al.* (2006) também observaram resultados similares, quando a concentração de OD diminuiu até 5 mg/l após impacto de urbanização e curtumes no arroio Peão, RS.

No rio Pardo também ocorre uma fonte de despejo de esgoto de laticínio na estação mais à montante (P1), seguido pela estação P2 que tem alta turbulência.

Este rio possui a maior concentração média para OD entre os demais estudados, pois apresenta o melhor estado de conservação da bacia (Simões *et al.*, 1999), com poucas fontes potenciais de poluição.

A concentração de OD foi maior, e variou menos entre as estações, no período seco. Isso deve estar relacionado com o fato de que nesse período os corpos de água estão mais rasos, com maior turbulência e temperatura. No período chuvoso, o aporte de matéria orgânica tanto de origem natural como antropogênica nos trechos mais profundos aumenta, gerando mais decomposição e consumo de OD.

As estações A5, C4 e L4 apresentam influência da represa de Barra Bonita localizada no rio Tietê, o que determina características lânticas nos locais. Em L4, a influência da barragem associada à grande quantidade de matéria orgânica (esgoto municipal) contribuem ainda mais na redução da concentração de OD nos trechos de jusante.

Lussier *et al.* (2008) observara que em riachos das ilhas Rhode as estações com pouca urbanização foram as que apresentaram maior vazão e concentração de OD. Buss *et al.* (2002) encontraram uma diminuição na concentração de OD sentido jusante, que também representaram as estações de amostragem mais impactadas na bacia do rio Guapimirim, RJ.

A legislação brasileira que trata de qualidade de água parece não contemplar certas características naturais dos ecossistemas lóticos. Desta forma, locais com intensa poluição podem ser considerados “de boa qualidade”. Por isso deve-se fazer uma reavaliação dos padrões estabelecidos que considere as características deste ecossistema.

O pH nos rios estudados foram predominantemente ácidos. Odum (2007) considera que águas ácidas são características de regiões embasadas sobre rochas ígneas e metamórficas. Os riachos podem ser naturalmente ácidos em bacias de drenagem rochosas, com baixa capacidade de “tamponamento”, grande entrada superficial de água e muito processos de decomposição (Allan, 1995). Pennak (1991) considera que pH abaixo 4,4 e acima 8,6 estão fora da tolerância biológica da maioria dos organismos de água doce sendo, portanto, prejudiciais. O pH em torno da neutralidade, isto é, entre 6,5 e 7,5 é o mais favorável para a maioria dos microrganismos (Franco & Landgraf, 2002).

pH ácido também foi encontrado em rios de baixa ordem por Oliveira *et al.* (1999), na Serra dos Pirineus, GO; Callisto *et al.* (2001) na Serra do Cipó, MG;

Nessimian & Sanseverino (1998), em riachos de montanha no RJ e; Suriano & Fonseca- Gessnar (2004) em riachos no parque estadual de Campos do Jordão, SP.

No presente estudo o rio Pardo (bacia do Paranapanema) foi o mais ácido, o que deve estar relacionado com as características do solo que são diferentes dos outros rios estudados e que pertencentes à bacia do Tietê.

A poluição observada para o rio Lavapés (L2) e Araquá (A2), os impactos gerados pela falta de mata ciliar, compactação do solo e agricultura (C2 e C3) parecem aumentar o pH. Strieder *et al.* (2006) observaram que o pH aumentou até 0,2 unidades após fontes de impacto de urbanização e curtumes no arroio do Peão, RS. Harding *et al.* (2006) também observaram que os valores mais altos de pH foram encontrados nas estações mais impactadas, com pouca mata ciliar e em áreas de agricultura.

A bacia do Lavapés apresentou a maior variação desta variável, mostrando que há fontes pontuais que interferem no pH. Baptista *et al.* (2006) observaram que o pH nos trechos de rios de referência variou menos do que nos rios degradados.

A contaminação dos ecossistemas aquáticos com resíduos orgânicos e industriais provoca alteração no pH e rompe o equilíbrio ecológico (Pérez, 2003).

Segundo os padrões da legislação (CONAMA/2005) apenas algumas estações estudadas, incluindo as mais impactadas, estariam com valores de pH apropriados para todas as classes de rios. Isso demonstra novamente que a legislação não está preparada para contemplar a variabilidade das características de sistemas lóticos. Desta forma esses ambientes poderão ser interpretados de forma errônea podendo gerar maiores impactos e perdas para o ecossistema.

Para Pérez (2003), além do pH a condutividade elétrica também é uma das medidas que mais contribuem para a determinação da estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

A condutividade elétrica (CE) é uma medida que se refere ao total de íons dissolvidos na água (Allan, 1995). Segundo Pérez (2003) a condutividade em águas superficiais tropicais de montanha é baixa (águas oligotróficas): entre 10 e 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estudos de Oliveira *et al.* (1999), Callisto *et al.* (2001), Melo & Froehlich (2001), Bueno *et al.* (2003), e Silveira, *et al.* (2006) também encontraram valores de condutividade elétrica com esta amplitude de variação em rios de baixa ordem de ambientes preservados ou com baixo impacto. No presente trabalho as únicas estações que apresentaram valores de CE nesta faixa foram aquelas representativas de zonas de montante (C1, L1 e P1) e as do rio Pardo.



Nas estações A2, L3 e L4, que sofrem impacto de fontes de poluição, foi onde se observou os maiores valores de condutividade elétrica, que chegaram a  $340 \mu\text{S/cm}$ . Gralhóz & Nogueira (2006) num estudo realizado na bacia do rio Araquá (dados de 1996 e 1997) encontraram valores de  $495 \mu\text{S/cm}$ . Atualmente (presente estudo) a condutividade elétrica encontrada neste rio não foi tão alta, pois uma estação de tratamento de esgotos foi instalada ao final dos anos 1990. No rio Pardo, a estação P1, onde aporte de esgoto de uma planta de laticínios, apresentou a maior CE.

Em geral, considera-se que, quanto mais poluída estiverem as águas, maior será a condutividade em função do aumento do conteúdo mineral (Brigante *et al.*, 2003). Em rios poluídos da bacia do Rio Mondego, Portugal, que foram considerados de baixa qualidade segundo o índice biótico BMWP, Ferreira *et al.* (2004) encontraram valores de condutividade elevados, acima de  $550 \text{ ms/cm}$ . Lussier *et al.* (2008) encontraram correlação positiva entre o aumento da urbanização e CE.

No período chuvoso a condutividade elétrica foi maior. Isso está relacionado com o aumento da quantidade de íons na água já, que esses ambientes possuem poucos mecanismos de retenção (baixa permeabilidade e compactação do solo e deflorestamento) ocorrendo assim, lavagem da área da bacia de drenagem com escoamento direto no rio. Moretto & Nogueira (2003) em um estudo nos rios Capivara e Lavapés também observaram esse resultado.

A condutividade elétrica apresentou uma tendência de aumento em direção à jusante nos rios Capivara e Lavapés. Isto reflete os impactos cumulativos longitudinalmente, da agricultura, deflorestamento e erosão na bacia e, especificamente para o Lavapés, o lançamento de efluentes domésticos e industriais.

Os rios Lavapés e Araquá parecem ser os mais atingidos por fontes pontuais de poluição ao longo dos seus cursos, visto que apresentam as maiores variações longitudinais (desvio-padrão). Buss *et al.* (2002) encontraram um padrão crescente de CE em direção à foz na bacia do rio Guapimirim, RJ, sendo que os as estações de coleta mais a jusante foram as de pior qualidade.

Sob condições naturais, as variáveis que aumentam a condutividade elétrica diminuem a diversidade de espécies. O aumento de sais na água provocado pelas atividades humanas provoca o mesmo efeito. Desta forma, a condutividade é, em geral, uma medida útil como indicador da qualidade de água (Pérez, 2003).

A legislação brasileira não contempla o parâmetro CE, que parece ser importante na detecção de impactos nos ambientes aquáticos continentais.

Outro fator que pode indicar lançamento de efluentes domésticos e industriais na bacia de drenagem é a turbidez. A turbidez é a opacidade da água produzida pelo material particulado em suspensão.

A maioria dos rios brasileiros são naturalmente turvos, em decorrência da natureza geológica de sua bacia de drenagem. As fortes chuvas tropicais que carregam componentes do solo exposto, agricultados, carreando partículas de argila, silte, fragmentos de rocha e óxidos metálicos do solo pra dentro do ambiente aquático, contribuem diretamente para o aumento da turbidez (Brigante *et al.*, 2003). Deixar o solo exposto e sujeito à erosão é o motivo mais freqüente de aumento da turbidez provocado pelo homem (Pérez, 2003).

A turbidez foi muito maior no período chuvoso, o que está relacionado com o aporte de material alóctone. Junqueira *et al.* (2000) encontraram, na bacia rio das Velhas, MG, valores de turbidez muito similares aos observados neste estudo.

Os valores de turbidez estabelecidos pela legislação são altos, pouco restritivos, para esse tipo de ambiente.

A turbidez alta afeta o diretamente o meio, reduzindo a transparência. Também provoca obstrução das guelras dos peixes, danifica os ovos e afeta a população de macroinvertebrados bentônicos e de coluna d'água (Brigante *et al.*, 2003).

O turbidez é uma variável que está muito relacionada com o material em suspensão e clorofila- *a* (células fitoplanctônicas).

O material em suspensão foi maior no período chuvoso devido a maior entrada de material alóctone. Essa variável tende a aumentar à jusante, com o aumento das partículas carregadas pela bacia de drenagem nesta região do rio. As áreas mais baixas das bacias de drenagem dos ambientes estudados são ocupadas quase que exclusivamente pela agricultura de monoculturas.

Em geral a porção inorgânica do material em suspensão na água foi maior, porém em locais com fontes poluidoras a porção orgânica aumentou (L2, L3 e L4) chegando a ser predominante (e.g. estação A2). Brigante *et al.* (2003) também encontraram, no rio Mogi Guaçu, predomínio da porção inorgânica e concluíram que esse resultado indica a soma das contribuições tanto natural, representada pelo intemperismo físico e químico das rochas, quanto antrópica, associada à erosão e à lixiviação do solo da bacia de drenagem induzidas pelas atividades humanas.

O rio Lavapés foi o que apresentou maior quantidade de material em suspensão, orgânico e inorgânico, o que é reflexo de poluição orgânica e intensos processos erosivos na bacia.

Assim, o deflorestamento e a agricultura são fontes potenciais de sedimento que se depositam nos fundos dos rios e lagos e destroem o hábitat de numerosas espécies (Pérez, 2003).

No presente estudo o rio Pardo (bacia do Paranapanema) apresentou a menor turbidez e material em suspensão, assim como o pH mais ácido. Essas variáveis devem estar relacionadas com as características do solo que são diferentes dos outros rios estudados e que pertencentes à bacia do Tietê.

A clorofila- *a* foi maior no período seco, provavelmente porque a turbulência é menor. Segundo classificação de Stráskraba et al (1993) *apud* Stráskraba & Tundisi (2000), a maioria das estações amostradas são consideradas oligotróficas, com exceção de A2, A5 e L4.

O rio Cintra (A2) foi o que apresentou a maior concentração de clorofila- *a* que teve origem no perifíton e em inóculos de fitoplâncton oriundos do sistema de tratamento de esgotos (lagoas de oxidação) localizado à montante. Nesta estação a clorofila- *a* foi responsável pelo aumento do valor de turbidez e material em suspensão. Harding *et al.* (2006) encontraram aumento de biomassa de perifíton entre 100 a 600% em área de agricultura e de fragmentos de floresta.

Segundo Hynes (1963) as algas aderidas às rochas e macrófitas aquáticas são a fonte de alimento mais importante para os animais e, são mais importantes na oxigenação da água do que as macrófitas.

As estações A5 e L4 também tiveram concentrações mais elevadas de clorofila- *a*, pois estas estações recebem influência do reservatório de Barra Bonita, gerando um ambiente lêntico propício ao desenvolvimento do fitoplâncton. Adicionalmente, também há grande quantidade de matéria orgânica carregada por esse rios, principalmente o Lavapés.

A maior variação de concentração de clorofila- *a* ocorreu no Rio Araquá, influenciada pela estação A2, que pode ser considerada fortemente eutrófica no período seco, segundo Stráskraba *et al.* (1993) *apud* Stráskraba & Tundisi (2000).

A legislação brasileira para qualidade de água parece ser coerente com relação aos seus limites para variável clorofila-*a*, e que são similares aos limites estabelecidos por Stráskraba *et al.* (1993) *apud* Stráskraba & Tundisi (2000), Porém faltam limites mais específicos para ambientes lóticos.

Segundo Margalef (1983) os menores potenciais redox estão associados a processos de decomposição e de alta quantidade de ferro. As condições mais redutoras foram encontradas em A2, A4, C1 e L2 provavelmente associado ao aumento dos processos de decomposição, visto que nessas estações há fontes potenciais de poluição. As condições mais oxidantes foram encontradas, principalmente, nos rios Capivara e Pardo.

As variáveis clorofila- *a*, sólidos em suspensão, turbidez, transparência e os nutrientes são consideradas por Smith *et al.* (2006) como as primeiras a serem analisadas na avaliação de impactos ambientais em rios. Segundo esses autores o principal fator de deterioração da qualidade da água nos Estados Unidos é o aumento dos níveis de nutrientes, principalmente de nitrogênio e fósforo na água.

Em condições naturais a amônia e o nitrito em sistemas lóticos são completamente transformados na forma nitrogenada mais oxidada, o nitrato. Normalmente as concentrações de nitrato e fosfatos também são baixas, pois tais nutrientes são rapidamente incorporados pelos produtores primários (Hynes, 2001).

A concentração de nitrogênio total encontrada nos rios estudados variou muito. A maior concentração medida foi de 5277 $\mu$ g/l e, as menores em torno de 300 $\mu$ g/l.

As maiores concentrações de nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia foram encontradas no rio Lavapés, nos dois períodos estudados. Isto está diretamente relacionado com o esgoto orgânico lançado neste rio. As concentrações desses nutrientes obtidas nas estações menos impactadas foram maiores do que as encontradas por Marques & Barbosa (2001) em locais de referência na bacia do médio rio Doce. Porém, comparando-se com os dados deste mesmo estudo, verifica-se que para rios com despejos de esgoto as concentrações desses nutrientes foram semelhantes às encontradas no rio Lavapés. Moretto & Nogueira (2003) em um estudo realizado nos rios Capivara e Lavapés observaram as maiores concentrações de nutrientes no rio Lavapés, especialmente no período seco.

As estações A2 e A5 também tiveram valores altos para estas variáveis, exceto para amônia. Em A2 (Córrego Cintra) isto é resultado da recepção dos esgotos do Campus da UNESP do Distrito de Rubião Júnior (Botucatu, SP). Apesar de passar por um sistema de tratamento simples (lagoas de oxidação) a carga remanescente de nutrientes é muito alta, principalmente de nitrogênio total e nitrito. Gralhóz e Nogueira (2006) em um estudo realizado no córrego Cintra antes e após a instalação da estação de tratamento de esgoto, concluíram que apesar da

considerável melhoria na qualidade da água após o tratamento dos efluentes, o grau de eutrofização ainda pode ser considerado elevado.

A estação A5, no baixo rio Araquá, acumula os nutrientes que não foram utilizados pela biota ao longo do rio e também recebe influência do rio Tietê (reservatório de Barra Bonita) que ocasiona tanto o aumento das características lênticas dessa estação como a quantidade de nutrientes. Na represa de Barra Bonita, no rio Tietê, Tundisi *et al.* (2008) encontraram elevadas concentrações de nutrientes, com valores médios de 3479,6 µg/l para o nitrato, 232 µg/l para a amônia e 40,1 µg/l para o fósforo.

Na estação P1, alto rio Pardo, valores relativamente elevados de nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia na água parecem ser devidos ao lançamento de esgoto de um laticínio do município de Pardinho (SP).

O rio Lavapés apresentou altas concentrações de amônia nas estações L2, L3 e L4, que também foi elevada no alto rio Pardo, estação P1. Junqueira & Campos (1998), estudando o rio das Velhas, MG, encontraram maiores concentrações de amônia nas estações mais à jusante, principalmente após a entrada de tributários com grande quantidade desse nutriente. Essas estações foram consideradas com teores excessivos de carga orgânica e classificadas de péssima qualidade de água de acordo com um índice biótico.

As concentrações de nitrato encontradas neste estudo corresponderam a aproximadamente metade da concentração de nitrogênio total, sendo que os menores valores estiveram em torno de 100 µg/l. O nitrato foi a principal forma de nitrogênio dissolvido em praticamente todas as estações amostradas. Na decomposição dos organismos as substâncias protéicas são transformadas inicialmente em amônia, depois em nitritos e por último em nitratos. Dessa forma, em um meio aquático lótico, com presença de oxigênio, se espera encontrar a maioria do nitrogênio como nitrato (Hynes, 2001; Pérez, 2003).

As estações A2, L2, L3 e L4 ultrapassaram os valores menos restritivos de nitrato estabelecidos pelo CONAMA 357/2005 para ambientes lóticos.

Pereira & De Luca (2003), estudando a bacia do rio Maratá, RS, encontraram os maiores valores de nitrato em novembro em local que recebe descarga de esgoto doméstico. E em rios sujeitos à poluição urbana e de curtumes, no sul do Brasil, Strieder *et al.* (2006) encontraram valores altos de nitrato.

O nitrito esteve em torno de 5 µg/l nos rios estudados, mas alcançou a concentração máxima de 250 µg/l na estação L3. As estações que tiveram valores superiores aos

padrões menos restritivos do CONAMA 357 foram A2, L2, L3 e L4. Segundo Esteves (1998) o nitrito é encontrado em baixas concentrações em ambientes oxigenados. Em altas concentrações, o nitrito é extremamente tóxico à maioria dos organismos aquáticos (Esteves, 1998).

Gralhóz & Nogueira (2006) encontraram concentração de até 45000 µg/l de nitrogênio total no rio Cintra. Na estação à jusante do rio Araquá, que recebe as águas do Cintra, as concentrações foram muito menores. Os autores observaram que a amônia foi a substância nitrogenada que mais contribuiu na composição de nitrogênio total com valores próximos a 4500 µg/l no rio Cintra. O nitrito variou de 5 µg/l a 100µg/l com valores maiores nas estações mais à jusante. A concentração de nitrato encontrada foi em torno de 1500 µg/l em todas as estações.

Ferreira *et al.* (2004) observaram, na Bacia do rio Mondego, Portugal, concentrações altas de amônia, nitrito e fosfato em tributários que, apesar disso, foram considerados de qualidade alta ou boa segundo o índice biótico BMWP.

Em um estudo realizado por Bis *et al.* (2000) em rios de 1ª, 2ª, 3ª e 4ª ordem na bacia do rio Grabia, Polônia, as estações que tiveram as concentrações mais altas de amônia e nitrato foram consideradas com alto impacto antropogênico, incluindo a agricultura, o que contribuiu para a baixa riqueza de espécies e a dominância de coletores. Lussier *et al.* (2008) encontraram, em riachos das ilhas Rhode, as maiores concentrações desses nutrientes associados aos maiores índices de urbanização e com pouca cobertura florestal na bacia.

Na bacia do rio Guapimirim, RJ, Buss *et al.* (2002) observaram que as concentrações de amônia, nitrato e fosfato foram crescente no sentido jusante, sendo classificadas como classe 5 (pobre) de acordo com avaliação ambiental da estação.

Pérez (2003) considera que as principais fontes de nitrogênio na água são oriundas de contaminação orgânica e práticas agrícolas, e que a presença de nitrito e amônia é um indício de recente contaminação (orgânica) e que processos redutores quimicamente são predominantes.

Os rios Pardo e Capivara, especialmente o último, apresentaram as concentrações mais baixas de nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia. Desta forma são os rios menos impactados por excesso de nutrientes na água.

As concentrações de nitrogênio total, nitrito, nitrato e amônia na água, geralmente aumentaram no período seco, o que deve estar relacionado ao efeito de concentração. O nitrito, no período seco no rio Lavapés foi menor, pois este

ambiente está respondendo aos efeitos do tratamento de esgoto realizado pela estação de tratamento instalada no município de Botucatu.

Compostos de nitrogênio, e especialmente aqueles de fósforo, são partes fundamentais da maioria das estruturas celulares dos organismos. Uma vez que a disponibilidade desses elementos pode ser menor do que a demanda biológica, as fontes ambientais podem regular ou limitar a produtividade dos organismos em ecossistemas de águas continentais (Carmouze, 1994).

Porém, o excesso de nitrogênio e fósforo desencadeia o processo de eutrofização, o qual se manifesta pelo crescimento excessivo de algas e plantas aquáticas. Sob essas condições, o ecossistema sofre com mudanças drásticas nos seus ciclos e ocorre uma forte redução na diversidade de espécies. Uma vez instalado um processo acentuado de eutrofização, dificilmente este é corrigido. Por esse motivo, a melhor estratégia é o controle e a prevenção da contaminação, mediante o tratamento de resíduos domésticos e industriais e o uso racional de fertilizantes na agricultura (Pérez, 2003).

No presente estudo as concentrações de fósforo total estiveram entre 9,57  $\mu\text{g/l}$  a 657,81  $\mu\text{g/l}$ . Assim, a quantidade de fósforo foi cerca de oito vezes menor do que o nitrogênio. De acordo com Pérez (2003) a quantidade de fósforo é muito menor em comparação com o do nitrogênio, mas os seus efeitos sobre a eutrofização são maiores, pois quantidades muito pequenas podem estimular intensamente o crescimento do fitoplâncton e afetar significativamente a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Marques & Barbosa, estudando bacias tropicais impactadas em Minas Gerais, encontraram concentração média de 30  $\mu\text{g/l}$ , para o rio considerado como de condição de referência, e valores que chegaram a 400  $\mu\text{g/l}$  em rios com impacto de esgoto.

As maiores concentrações de fósforo total e fosfato dissolvido na água foram encontradas na estação A2, seguida pelas estações L2, L3, L4 e P1. Concentrações semelhantes foram encontradas por Junqueira *et al.* (2000) num estudo realizado na bacia do rio das Velhas, MG, em rios classificados como de qualidade péssima com base em índice biótico.

Sandin & Johnson (2004), estudando locais minimamente impactados na Suécia encontrou valores de fósforo total entre 20,2  $\mu\text{g/l}$  e 315  $\mu\text{g/l}$  e concluíram que este elemento era mais limitante que o nitrogênio.

Com relação ao fosfato, a porção inorgânica foi quase sempre maior, exceto para as estações do rio Capivara e a estação L2 no rio Lavapés. No período seco o fosfato foi cerca de duas vezes maior do que período chuvoso, principalmente nas estações A2, L2, L3, L4 e P1 sendo que a porção inorgânica foi sempre maior. Gralhóz & Nogueira (2006) encontraram maior concentração de fosfato no rio Cintra chegando a 18000 µg/l com maior porção na forma inorgânica.

Nos rios Araquá e Lavapés a concentração de fosfato inorgânico foi muito diferente entre as estações de amostragem, mostrando que existem importantes fontes locais de poluição. Para a porção orgânica isso só ocorreu no rio Lavapés, devido ao despejo de esgoto doméstico. No rio Capivara a diferença entre as estações de amostragem foi baixa, pois não há fontes potenciais de poluição ao longo da bacia.

Strieder *et al.* (2006) no arroio Peão, RS encontraram altas concentrações de fosfato devido a efeitos de área residencial e Lussier *et al.* (2008) em estações com maior efeito da agricultura, nas ilhas Rhode.

Ferreira *et al.* (2004) encontraram altas concentrações de fosfato associado a altas concentrações de nitrogênio.

A maioria das estações, exceto L1 e P2, apresentou concentração de fósforo total com valores menos restritivos do que o estabelecido pelo CONAMA 357 para ambientes lóticos.

As estações A2, L2, L3, L4 e P1 também foram as que apresentaram as maiores concentrações de nitrogênio total.

O rio Lavapés apresentou a maior variação da concentração de nutrientes (nitrogênio total, nitrito, nitrato, amônia, fósforo total e fosfato) entre as estações de amostragem devido a fontes pontuais de poluição e relativo bom estado de conservação no ponto de nascente. A menor variabilidade foi detectada no rio Capivara, que não apresenta fontes potenciais de poluição.

Vallente *et al.* (1997) calcularam que o rio Lavapés exporta 270 Kg/dia de nitrogênio total e 29,7 Kg/dia de fósforo total para o rio Tietê, enquanto que o rio Capivara exporta 98 Kg/dia de nitrogênio e 18 Kg/dia de fósforo total. E, desta forma contribuem para agravar a eutrofização na represa de Barra Bonita.

Os nutrientes são variáveis que diferem bastante as estações poluídas das não poluídas. Segundo Odum (2007), a humanidade acelerou de tal forma a circulação de muitos materiais que os processos auto-reguladores que tendem a manter a homeose estão oprimidos, ao passo que os ciclos dos nutrientes tendem



a se tornar imperfeitos ou acíclicos, resultando na situação paradoxal de falta em certos locais e excesso em outros.

O despejo de resíduos doméstico e o uso excessivo de adubos agrícolas são as principais fontes de fósforo e nitrogênio e, por tanto, da eutrofização dos ecossistemas aquáticos. Em geral, os efeitos produzidos por esses nutrientes são similares e geram condições adversas para a maioria dos organismos aquáticos (Hynes, 2001; Pérez, 2003).

Contudo, alguns tipos de algas e macrófitas aquáticas podem ser beneficiados pela eutrofização. Odum (1956) *apud* Hynes (2001) concluiu que riachos poluídos que tem grande enriquecimento de nutrientes são possivelmente as áreas de maior produção primária no planeta.

Além dos nutrientes nitrogênio e fósforo, a sílica presente no ambiente aquático também é um composto de fundamental importância na produtividade primária, pois é utilizada pelas diatomáceas na elaboração de suas carapaças (Esteves, 1998).

As maiores concentrações de silicato foram encontradas nos rios Araquá e Capivara. No período chuvoso a concentração foi maior, principalmente no rio Capivara que deve estar relacionado com os processos erosivos na bacia. Moretto & Nogueira (2003) também encontraram altas concentrações de silicato nos rios Capivara e Lavapés e, segundo esses autores o principal fator responsável por isso foi a perda da vegetação nessas bacias.

No rio Lavapés, nas estações impactadas por esgoto, a concentração de silicato também foi alta. Marques & Barbosa (2001) encontraram, na bacia do médio rio Doce, concentração de silicato cinco vezes maior em locais com impacto de mineração, esgoto doméstico e industrial, em comparação com locais mais preservados.

As concentrações de silicato foram maiores nos rios da bacia Tietê (Araquá, Capivara e Lavapés) do que na do rio Paranapanema (Pardo).

A presença de coliformes termotolerantes na água fornece informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal ou sobre a provável presença de patógenos. Portanto, a análise desta variável é útil para se determinar contaminação por esgoto doméstico. O grupo de coliformes termotolerantes é formado por bactérias dos gêneros *Enterobacter*, *Klebsiella* e, principalmente *Escherichia coli*. As populações de *E. coli* são encontradas no conteúdo intestinal do homem e de animais de sangue quente, em número alto (Landgraf, 2002).

O grupo dos coliformes totais é composto por *Escherichia coli* que tem como hábitat primário o trato intestinal do homem e de outros animais, conforme mencionado anteriormente, e de outras bactérias do grupo das *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*, que estão presentes em ambientes com vegetação e no próprio solo. Conseqüentemente, a presença de coliformes totais não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos (Landgraf, 2002).

Em geral todas as estações apresentaram altos valores de coliformes totais, porém apenas o rio Lavapés (L2, L3 e L4) apresentou uma alta quantidade de coliformes termotolerantes. Nessas estações a quantidade de coliformes termotolerantes foi superior aos padrões menos restritivos do CONAMA 357/2005 e 275/2001, que considera essas estações impróprias. Cabe mencionar que o rio Lavapés, recebia até pouco tempo atrás, praticamente todo o esgoto produzido na área urbana de Botucatu.

Todas as estações dos rios Capivara e Pardo foram consideradas excelentes ou muito boas, em termos microbiológicos.

Os rios Lavapés e Araquá foram os que apresentaram as maiores diferenças nas concentrações de coliformes totais entre as estações amostradas. Porém, para coliforme termotolerante, isso só ocorre no rio Lavapés. Desta forma, fica claro que apenas este rio recebe grande contribuição de esgoto doméstico.

Na estação L2 a quantidade de coliformes termotolerantes diminuiu no período seco que deve estar associado com possível melhoria da qualidade da água após a instalação da estação de tratamento de esgoto.

Pereira & De Luca encontraram alta variação na quantidade de coliformes na bacia do rio Maratá, RS, com os maiores valores nas estações que possuíam descarga de esgoto doméstico.

Strieder *et al.* (2006) também encontraram altos valores de coliformes após o impacto de uma área residencial e de recepção de efluentes de curtume.

Além das análises de coliformes termotolerantes, dados sobre a demanda bioquímica de oxigênio também fornecem uma informação apropriada sobre o estado sanitário da água (Landgraf, 2002).

A demanda bioquímica de oxigênio foi maior no período chuvoso. Nos rios Araquá e Lavapés a DBO foi maior e no rio Pardo menor. O rio Pardo foi o único que não ultrapassou os padrões do CONAMA 357/2005 estabelecido para rios de classe 3.

Junqueira e Campos (1998) encontraram, no rio das Velhas, MG, DBO similar à do presente trabalho nos rios Araquá e Lavapés, e que foram consideradas de excessivo teor de carga orgânica. Strieder *et al.* (2006) também encontraram altos valores de DBO após o impacto de uma área residencial. Buss *et al.* (2002) encontraram maior DBO em locais classificados como pobres. Gralhóz & Nogueira (2006) encontraram alta DBO no rio Cintra.

Nos últimos anos, tem sido cada vez mais importante a análise do sedimento na avaliação da qualidade da dos ecossistemas aquáticos. Tradicionalmente este compartimento tem sido considerado importante nos processos de (geo) acumulação, com significância histórica para a bacia de drenagem. Atualmente, também tem importância reconhecida nos processos de reutilização de materiais autóctone e alóctone e de trocas e/ou interações de diferentes espécies químicas com a coluna d'água e a biota residente (Håkanson & Jansson, 1983; Mozeto *et al.*, 2006).

Segundo Mozeto *et al.* (2006), os sedimentos têm sido considerados ora como fontes, ora como sumidouros de nutrientes e contaminantes, dada a significativa variabilidade das características físicas (granulometria), composição química e propriedades biogeoquímicas encontradas nos substratos dos diferentes corpos de água. Mudroch & Macknight (1994) *apud* Mozeto *et al.* (2006) ressaltam que o estado peculiar de equilíbrio de partição que se estabelece entre os particulados suspensos da coluna d'água, sedimento e biota, é afetado significativamente pelo regime físico-químico que controla a cinética de diferentes reações ou processos que acontecem no sistema. Daí, resultar, a grande complexidade do supra citado compartimento.

A determinação e a interpretação do tamanho da partícula é uma parte fundamental da hidráulica, geomorfologia e sedimentologia. O tamanho do grão do material influencia o processo de sedimentação, capacidade de carreamento, assim como a capacidade do material se ligar aos poluentes, sendo que a área com capacidade potencial de adsorção aumenta significativamente com a diminuição do tamanho da partícula (Håkanson & Jansson, 1983). Mozeto (2006), da mesma forma, destaca que as informações sobre a granulometria subsidiam o entendimento da partição de contaminantes entre as partículas, a água e a biota.

As estações à jusante (A4, A5, C4, L3 e L4), com influência de características mais lênticas do reservatório de Barra Bonita, foram as que apresentaram sedimento com o menor tamanho de partícula, sendo caracterizado como areia fina. A estação

P3 também exibiu muitas partículas finas, pois nesta estação ocorre a captação de água do município de Botucatu e por isso há uma pequena barragem que aumenta o tempo de retenção da água no trecho considerado. As outras estações de coleta têm sedimento do tipo areia média. Na estação L2 o substrato é formado basicamente por uma rocha única. As estações P2 e C2 também possuem a maior parte do leito do tipo rochoso, com predomínio de cascalho grosso. Estas também foram as estações que possuíam maior velocidade de corrente.

Para Allan (1995) o substrato, em geral, tem a tendência de diminuir de tamanho de partícula em direção à jusante. Em muitas regiões de montanha é comum a presença de grandes rochas e cascalho e, em rios à jusante, substrato arenoso. No geral, partículas maiores residem mais tempo num local. A estabilidade do substrato é uma das características mais importantes para a colonização da fauna bentônica, por exemplo.

Em rios e riachos arenosos a turbulência é atenuada pela areia suspensa e isso reduz a capacidade de transporte do fluxo. Assim, a areia é novamente depositada, formando depósitos do tipo dunas que só irão aumentar a resistência do fluxo (Hynes, 2001).

O rio Capivara foi o único que apresentou maior quantidade de sedimento fino, em todas as estações de amostragem, no período chuvoso. Isto deve estar relacionado com processos erosivos mais intensos nesta bacia, com conseqüente aporte de sedimentos carregados dos solos da bacia para dentro do rio.

De acordo com Mozeto (2006), os sedimentos de sistemas de água doce são constituídos de partículas de grande variedade de tamanhos, formas geométricas e composição química. Estas são transportadas pela água, ar ou gelo, dos pontos de origem nos ambientes terrestres e posteriormente depositadas nos fundos dos rios, principalmente nos locais de correnteza baixa ou nula, lagos, represas, áreas alagáveis e oceanos. Além dessas origens, os sedimentos contêm materiais precipitados por um grande número de processos químicos e biológicos, sendo que a proporção de partículas autóctones e alóctones varia grandemente nos diversos ambientes.

Billy et al. (2000) estudando o impacto da agricultura em riachos de cabeceira na França, encontraram significativa variação da granulometria no sentido montante-jusante.

Moretti & Calisto (2005) encontraram, na bacia do rio Doce (MG), composição granulométrica do sedimento dos rios formada de areia média e grossa, e atribuíram

este fato à erosão e remoção de florestas das margens. Segundo Harding et al. (2006) as condições hidrológicas e a morfologia do canal variaram entre riachos de bacias florestadas, com maior tamanho dos grãos, e riachos com fragmentos de floresta e com agricultura, com menor tamanho dos grãos. Na Costa Rica, Ramírez et al. (1998) encontraram maiores proporções de areia em locais relacionados com áreas destinadas à pastagem.

Håkanson & Jansson (1983) consideram que as amostras de sedimento consistem numa mistura complexa de componentes minerais e orgânicos.

Há muitos tipos de matéria orgânica em sistema lóticos desde a fragmentada fina até árvores inteiras, raízes de plantas, algas filamentosas e animais (Hynes, 2001).

Em nosso estudo os trechos com características mais lênticas apresentaram deposição de sedimento fino e também maior percentagem de matéria orgânica, que no caso da estação A5 chegou a 50%. Outras estações também apresentaram percentagem de matéria orgânica considerável: C1, que esteve relacionado com a presença de muitas macrófitas enraizadas encontradas neste trecho. Apesar da porcentagem de matéria orgânica ter sido maior no período chuvoso, foi no período seco que o leito do rio esteve totalmente coberto com a presença dessas macrófitas; nas estações C2, L1 e P1 a matéria orgânica deve estar relacionada ao material alóctone oriundo de pequenos fragmentos florestais encontrados nas proximidades. Nessas estações, possivelmente a velocidade da corrente e o substrato mineral afetaram a distribuição das partículas de detritos orgânicos. A disponibilidade desses detritos é de grande importância para a fauna. Partículas orgânicas pequenas geralmente servem de alimento enquanto que as grandes de substrato (Allan, 1995).

A presença de árvores nas margens dos rios e riachos pode afetar as condições de microhabitat, pois proporciona sombra, conjunto de raízes, e manutenção da estabilidade do banco. A vegetação numa escala maior de centenas de metros é relevante para o fornecimento de matéria orgânica particulada grossa e a sombra numa extensão em escala de quilômetros ao longo do rio pode moderar a temperatura da água (Allan 2004).

Ferreira et al. (2004) observaram que trechos mais à jusante, mesmo em condições preservadas, tiveram partículas minerais mais finas, alta concentração iônica, alta condutividade e alta proporção de matéria orgânica particulada fina.

As estações que possuíram as características mais lênticas também apresentaram maior percentagem de água no sedimento, que chegou a 80% na

estação A5. Segundo Håkanson & Jansson (1983) existe uma relação entre o tamanho da partícula e a capacidade do sedimento em reter água. Em rochas essa porcentagem é zero, em cascalho é menor do que 10%, em areia grossa entre 10 e 20%, em areia fina de 20 a 50% e em silte de 50 a 80%.

Os grãos finos que sempre tem grande quantidade de água associado à sua porosidade dão a esse tipo de partícula alta superfície de contato que aumenta o número de locais reativos com espécies químicas dissolvidas (Håkanson & Jansson, 1983). A partição de nutrientes e contaminantes, por exemplo, se dá nas superfícies das partículas sólidas Mozeto (2006).

A quantidade de nitrogênio foi maior nas estações de foz, com características lênticas (A4, A5, L3, L4 e P3) e nas estações de cabeceira dos rios Capivara e Lavapés que tiveram grande quantidade de macrófitas e algas. Desta forma, o nitrogênio esteve relacionado as características do sedimento, principalmente com a matéria orgânica, e não esteve diretamente relacionado com a quantidade desse nutriente na água.

No período chuvoso a decomposição é maior, pois há maior concentração de oxigênio dissolvido, e o arrasto de material também devido ao fluxo de água mais intenso. Dessa forma, a concentração de nitrogênio do sedimento foi menor nesse período (A4, L3, L4, P3).

Grandes quantidades de fósforo que entram no sistema aquático são metabolizadas na água e depositadas no sedimento. Quando o fósforo chega nesse compartimento ele pode estimular processos biológicos, no próprio sedimento, retornar para a água e acelerar processos de eutrofização.

O fósforo apresentou uma tendência interessante. Nas estações afetadas por esgoto (Araquá e Lavapés) houve uma tendência clara de aumento desse nutriente no sentido jusante. Provavelmente o aporte é muito maior que o consumo e ocorre acumulação no sedimento dos trechos de jusante, também coincidindo com o menor tamanho das partículas.

Nos rios em que não há fontes potenciais de esgoto orgânico (Pardo e Capivara), a tendência é contrária, de diminuição no sentido jusante, uma vez que por esse elemento ser muitas vezes limitante, ele é incorporado rapidamente pela biota ao longo do rio.

Jorcin & Nogueira (2005), estudando sedimentos aquáticos da bacia do rio Paranapanema, encontraram concentrações de nitrogênio e fósforo similares aos valores medidos nas estações mais à jusante deste trabalho. Os autores

encontraram correlação negativa entre a concentração de nutrientes e o tamanho das partículas. O fósforo total foi sempre maior junto com o nitrogênio e a matéria orgânica no sedimento. Esses autores observaram também que a maior concentração de fósforo total na água foi no Rio Pardo, basicamente por causa da alta concentração de sedimento em suspensão, no entanto valores de fósforo no sedimento deste tributário foram baixos. A explicação foi que a velocidade da água é predominantemente alta e evita a deposição local de sedimento fino e matéria orgânica. Assim, a deposição de sedimento fino originado do rio Pardo ocorreu na zona da barragem da represa de Salto Grande, onde o aumento da concentração de nutrientes e a porcentagem de matéria orgânica foram observados. Nesse mesmo trabalho foi observado que o aumento da concentração de nutrientes na bacia está relacionado com a intensa atividade de agricultura na região do médio rio Paranapanema.

De acordo com a resolução CONAMA 357/2005 e com o relatório técnico número 80.401/205, realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), o rio Lavapés foi classificado como pertencente à Classe 4. Rios incluídos nesta classificação são destinados apenas à navegação e harmonia paisagística, pois são destinados ao despejo de efluentes.

Araújo & Santaella (2001) consideram que a idéia de que os dejetos e águas residuárias domésticas e industriais podem ser dispostas em corpos d'água pois têm capacidade de diluir e degradar os resíduos e poluentes neles despejados é primitiva e que deve ser combatida com mais intensidade.

Os padrões observados para as características da água e do sedimento podem ser observadas na análise de componentes principais (ACP).

Na ACP, as variáveis relacionadas com a água estiveram relacionadas com o eixo 1, responsável pela maior porcentagem de explicação da variância, e as variáveis do sedimento com o eixo 2.

As principais variáveis responsáveis pelos agrupamentos foram as relacionadas com os nutrientes da água (nitrogênio e fósforo e suas formas dissolvidas), coliformes termotolerantes e a condutividade elétrica. Essas variáveis agruparam as estações A2, L2 e L3, nos dois períodos de amostragem, e P1 no período seco. Isso mostra que as fontes de poluição são fundamentalmente de origem orgânica, de esgoto doméstico, cuja influência fica mais pronunciada no período seco.

As estações de cabeceira (A1, C1 e P2), sem impacto potencial e com as melhores condições ambientais, sempre se mantiveram agrupadas na ACP e em posição contrária às estações L2 e A2, as mais negativamente impactadas.

Outro agrupamento identificado, porém mais relacionado com as variáveis do eixo 2, foi representado pelas estações A5 e L4. Estes são ambientes de jusante (próximos à foz) e negativamente impactados. No período seco, quando as condições pioram outras estações como L3, A4 e P3 se juntam a esse grupo. A estação C4, apesar de ter fortes características de ambiente lântico, não se juntou a esse agrupamento, pois apresenta melhores condições ambientais.

No período seco os agrupamentos da ACP foram mais evidentes, pois as características locais foram mais persistentes devido à falta de diluição. Assim a chuva mostrou-se como um fator importante para a melhoria da qualidade da água nesses rios estudados.



## 6.2 Macroinvertebrados Bentônicos

Nos anos 1970 e 1980, o estudo de insetos aquáticos passou a ser comum na investigação de questões ecológicas em águas continentais. Segundo Merrit & Cummins (1996) o estudo ecológico de ambientes aquáticos com ênfase nos insetos aumentou muito nas últimas 3 décadas, sendo que o uso de informações sobre este grupo de organismos, como indicadores da qualidade de água, teve início durante os anos 1950 e 1960.

A identificação é o primeiro passo para o entendimento básico da biologia e da ecologia de insetos aquáticos. Portanto, neste estudo procurou-se realizar a identificação até o menor nível taxonômico possível, principalmente para os grupos Insecta e Oligochaeta. Contudo é imperativo destacar a grande dificuldade encontrada, dada a grande diversidade dos organismos e ausência de literatura suficientemente completa e organizada para a resolução dos problemas taxonômicos.

Nos ambientes estudados do município de Botucatu e região, foram encontrados 151 táxons e uma abundância máxima de 116.481 indivíduos por metro quadrado. Um terço dos táxons encontrados pertencem à família Chironomidae, que foi o grupo que apresentou a maior riqueza, seguido por Trichoptera, Oligochaeta e Ephemeroptera.

Segundo Angrisano & Korob (2001) Trichoptera é uma das ordens de inseto mais diversificadas em água doce. Galdean *et al.* (2001) também encontraram maior diversidade a nível de gênero para as ordens Chironomidae e Trichoptera em riachos na Serra do Cipó, MG.

Com relação à abundância, Chironomidae foi o grupo com o maior número de indivíduos, seguido por Oligochaeta e Ephemeroptera. Ribeiro & Uieda (2005) encontraram, entre os macroinvertebrados, a maior abundância representada por Chironomidae, no ribeirão da Quinta, SP. Tumwesigye *et al.* (2000) observaram, no rio Nyamweru, Uganda, maior abundância para Chironomidae seguida de Ephemeroptera.

Segundo Wallace & Anderson (1996) os insetos têm muito sucesso no ambiente aquático continental. Isso pode ser demonstrado pela sua diversidade, abundância, ampla distribuição e habilidade em explorar diversos tipos de habitats.

De acordo com Hynes (2001), a maioria dos macroinvertebrados de riachos vive em estreita associação com o substrato. Muitos táxons possuem certo grau de especialização aos diferentes tipos de substrato. A presença de plantas e algas no

substrato pode alterar significativamente a população animal, principalmente em substrato pouco consolidado onde a ocorrência desses animais é limitada (Hynes, 1963).

Os grupos zoológicos que estiveram representados nas amostras coletadas no presente estudo, bem como algumas características importantes de sua distribuição, foram os seguintes:

- Ostracoda, que esteve presente na com maioria das estações, principalmente no período seco e nas estações com ocorrência de matéria orgânica (folhas e macrófitas). Segundo Chessman & McEvoy (1998) esses organismos foram sensíveis à contaminação por esgoto em rios estudados na Austrália;

- Nematoda esteve presente na com maioria das estações amostradas, principalmente onde havia ocorrência de matéria orgânica originária do excesso de poluição;

- Bivalvia e Collembola estiveram presentes na maioria das estações, de amostragem onde, em geral, havia correnteza fraca ou ausente, substrato arenoso e matéria orgânica;

- Hydracarina esteve presente nas estações com correnteza moderada, substrato com presença de macrófitas ou matéria orgânica e, principalmente, nas estações de cabeceira. Em um estudo realizado por Arunachalam et al (1991) no rio Kallar, Índia, ácaros aquáticos estiveram associados à substratos com macroalgas;

- Gastropoda esteve relacionado, principalmente, com as estações que apresentaram matéria orgânica e correnteza fraca;

- Hirudinea ocorreu, geralmente, nas estações com correnteza fraca ou ausente, matéria orgânica, principalmente aquela originada de poluição, e no período seco;

- Planária ocorreu nas estações de cabeceira, com correnteza moderada e presença de macrófitas ou matéria orgânica;

- Hydrozoa só ocorreu nas estações com substrato rochoso e com correnteza forte;

- Hemiptera foi relativamente freqüente e parece estar relacionado com a matéria orgânica e correnteza franca;

- Ortoptera, Culicidae, Stratiomyidae ocorreram em poucas estações e sem uma relação clara com as características do ambiente;

- Plecoptera apresentou abundância e freqüência de ocorrência muito baixa, representada apenas por um gênero (*Anacroneura*) da família Perlidae. Este esteve

associado às estações de correnteza forte e menos impactadas. Galdean *et al.* (2001) também encontraram indivíduos desse táxon associados a substrato rochoso colonizados por algas. Baptista *et al.* (2007) consideraram que o gênero *Anacroneura* não foi tão sensível como o esperado;

Segundo Stewart & Harper (1996) os Plecoptera estão associados com águas correntes limpas e frias. As larvas parecem ter requerimentos específicos para a temperatura da água, tipo de substrato e tamanho de riacho, que são refletidos na sua distribuição e sucesso ao longo do curso de rios e riachos. A família Perlidae é a de mais ampla distribuição na América do Sul, segundo Romero (2001);

- Megaloptera só ocorreu nas estações com alta velocidade de corrente;
- Ceratopogonidae ocorreu principalmente nas estações com macrófitas ou matéria orgânica;

- Psycodidae só ocorreu nas estações de cabeceira com pouco impacto;
- Simuliidae esteve presente, principalmente, nas estações com alta velocidade de corrente e com aporte de matéria orgânica provida de impacto como lançamento de esgoto doméstico (L2S) ou perifíton (C1). Galdean *et al.* (2001) também encontraram essa família em local rochoso coberto com alga;

- Chaoboridae só ocorreu na estação A5 que apresenta características lênticas e presença de macrófitas. Segundo Courtney *et al.* (1996) Chaoboridae está entre os grupos de ambientes lênticos;

- Empididae ocorreu, principalmente, nas estações de cabeceira com pouco impacto;

- Tipulidae ocorreu nas estações com mais matéria orgânica;
- Cladocera, Cyclopoida e Calanoida ocorreram nas estações com correnteza fraca e matéria orgânica, sendo que os dois primeiros táxons foram mais freqüentes;

- Harpacticoida esteve presente nas estações de cabeceira com velocidade de corrente moderada e matéria orgânica. Arunachalam *et al.* (1991) também encontraram esse táxon associado à folhas;

- Chironomidae ocorreu em todas as estações de amostragem, com maior abundância em locais com muita matéria orgânica, principalmente, quando era originada do lançamento de esgoto doméstico. Segundo Gafner & Robinson (2007), baseados em estudos na Suíça, esse táxon foi o que melhor respondeu ao enriquecimento de nutrientes, com o aumento da abundância. A tribo Chironomini ocorreu principalmente nas estações de cabeceira, com substrato rochoso e alta velocidade da correnteza. Os gêneros encontrados foram:

- *Chironomus*, em especial os indivíduos do grupo decorus que estiveram presentes principalmente no rio Lavapés, nas estações com velocidade de correnteza baixa e aporte de matéria orgânica. A estação L2, que tem características de “poção” e teve grande abundância desse grupo, parece ter sido responsável pela exportação de indivíduos desse gênero para a estação de corredeira, L2S. Nesta estação alguns indivíduos conseguiram se fixar nas fissuras entre as rochas e no perifíton, que era abundante em algumas regiões. Foi possível observar também que esse grupo foi muito mais abundante no período chuvoso. Uma possível explicação para isso seria pelo fato de que no período seco a estação de tratamento de esgoto já estava em funcionamento a mais tempo e possibilitou a melhoria das condições deste ambiente. Assim essa estação também passou a ser colonizada por outros táxons como Trichoptera e Simuliidae, aumentando a competição por recursos. Segundo Pinder & Reiss (1983), o gênero *Chironomus* possui centenas de espécies distribuídas em todo o mundo e, as larvas são predominantes em sedimentos não consolidado em locais de águas paradas;
- *Cryptochironomus* ocorreu em ambientes com características mais lânticas, substrato arenoso e matéria orgânica. Segundo Pinder & Reiss (1983) esse gênero está distribuído no mundo inteiro e ocorrem em muitos tipos de substrato de lagos, pequenos riachos e grandes rios;
- *Endotribelus*, *Polypedilum* gr. *Fallax* e *Gymnometriocnemus* foram encontrados em poucas estações e sem uma relação clara com as características do ambiente. Porém não foram encontrados nos rios que apresentaram as piores condições ambientais;
- *Harnischia* e *Robackia* ocorreram nas estações com correnteza fraca, sedimento arenoso e nos rios com pouco impacto (Cativara e Pardo). Esses gêneros ocorrem em sedimentos pouco consolidados (arenosos) de lagos e grandes rios, sendo que *Harnischia* tem distribuição mundial (Pinder & Reiss, 1983);
- *Parachironomus* também ocorreu nas estações de correnteza fraca e sedimento arenoso, porém em condições mais impactadas (com mais aporte de matéria orgânica). Segundo Pinder & Reiss (1983) esse gênero tem distribuição mundial e ocorrem em águas paradas e correntes em uma ampla variedade de tipos de substrato;

- *Paratendipes* ocorreu nas estações com correnteza fraca e sedimento arenoso, porém com entrada de folhas e troncos que devem ser importantes substratos e fonte de alimento. Esse gênero tem ocorrência na região Afrotropical. As larvas estão associadas às águas paradas e com correnteza e sedimentos não consolidados e arenosos (Pinder & Reiss, 1983);
- *Polypedilum (Polypedilum)* ocorreu, principalmente, nas estações com maior velocidade de correnteza e com entrada de matéria orgânica, geralmente associados ao aporte de esgoto doméstico;
- *Polypedilum (Tripodura)* ocorreu, principalmente, nas estações com menor velocidade de correnteza, sedimento arenoso e com entrada de matéria orgânica.

Segundo Pinder & Reiss (1983) o gênero *Polypedilum* tem distribuição mundial, ocorre em todos os tipos de ambiente e preferem substrato pouco consolidado.

- *Stempellinella* ocorreu nas estações com correnteza fraca, sedimento arenoso e macrófitas. Segundo Pinder & Reiss (1983) esse gênero ocorre em pequenos riachos e lagos e as larvas constroem casulos portáteis;
- *Stenochironomus* ocorreu nas estações com correnteza fraca, aporte de matéria orgânica (folhas) e macrófitas. As larvas desse gênero são minadoras e vivem na vegetação morta e são amplamente distribuídas em zonas temperadas a tropicais (Pinder & Reiss, 1983);
- *Cladopelma*, *Aedokritus* e *Beardius* só foram encontrados em uma estação (P4) que se caracteriza por ser rasa, com correnteza fraca, substrato arenoso e vegetação nas margens que proporciona a entrada de folhas e troncos. Segundo Pinder & Reiss, (1983) o gênero *Cladopelma* tem ocorrência em regiões Afrotropicais e em substratos arenosos e lamosos de lagos e rios.

- A tribo Tanytarsini ocorreu principalmente nas estações de cabeceira dos rios Capivara, Lavapés e Pardo. Estas estações se caracterizam por serem estreitas, rasas, com substrato consolidado, presença de folhas e troncos, macrófitas ou perífiton e pouco impactadas. Os gêneros encontrados foram:

- *Caladomyia*, que ocorreu principalmente no período seco, em estações com correnteza fraca, substrato arenoso e vegetação nas margens que proporciona a entrada de folhas e troncos;

- *Tanytarsus* ocorreu geralmente, nas estações com correnteza fraca, presença de macrófitas e matéria orgânica. Esse gênero tem distribuição mundial e ocorre em todos os tipos de águas continentais (Pinder & Reiss, 1983);
- *Rheotanytarsus* foi o gênero mais freqüente e abundante com ocorrência, principalmente, nas estações de cabeceira e, geralmente, com presença de macrófitas e perifiton. Segundo Pinder & Reiss (1983) esse gênero é distribuído mundialmente. As larvas são construtoras de casulos que, geralmente, ficam presos em rochas e macrófitas submersas e, são encontradas em rios pequenos e largos. Esse táxon foi encontrado em local rochoso por Galdean et al (2001);

- A subfamília Orthoclaadiinae, mais abundante entre os Chironomidae, ocorreu na maioria das estações, principalmente no período seco. Os gêneros encontrados foram:

- *Cricotopus*, *Corynoneura* e *Onconeura*, que ocorreram principalmente nas estações de cabeceira com pouco fluxo de corrente, perifiton ou macrófitas. Assim, teve maior abundância quando ocorreu aporte de matéria orgânica proveniente de contaminação por esgoto. O gênero *Cricotopus* habita todos os tipos de águas continentais e são freqüentemente associados a plantas, incluindo algas. O gênero *Corynoneura* é encontrado em ambientes aquáticos lóticos de fluxo rápido de montanha e ambientes lênticos. Os indivíduos são pequenos e podem ficar sob rochas ou em fissuras nas rochas (Cranston et al., 1983). *Cricotopus*, *Corynoneura* e *Onconeura* foram encontrados em local rochoso com uma camada de alga filamentosa por Galdean et al. (2001) e Motta & Uieda (2005);
- *Lopescladius* ocorreu principalmente em locais com correnteza fraca, substrato arenoso e vegetação nas margens que proporciona a entrada de folhas e troncos;
- *Nanocladius* e *Parametriocnemus* ocorreram em estações de cabeceira, com substrato rochoso e presença de macrófitas ou perifiton. Os indivíduos do gênero *Nanocladius* podem viver em riachos rios e lagos e tem ocorrência em regiões Neotropicais e Afrotropicais. O gênero *Parametriocnemus* também é encontrado em rios e riachos de águas correntes em todas as regiões (Cranston et al., 1983). O gênero *Nanocladius* também foi encontrado por Galdean et al. (2001) em local rochoso;

- *Eukiefferiella* e *Rheocricotopus* ocorreram em estações com substrato rochoso, correnteza forte e entrada de matéria orgânica, principalmente resultante de poluição orgânica. O gênero *Eukiefferiella* habita águas correntes de todo tipo e o gênero *Rheocricotopus* é encontrado associado à plantas e rochas em rios e riachos na região Afrotropical (Cranston *et al.*, 1983).

- A subfamília Tanypodinae foi a menos abundante e freqüente. Ocorreu principalmente no período seco e nas estações de cabeceira, com substrato rochoso e alta velocidade da correnteza. Os gêneros encontrados foram:

- *Ablabesmyia*, *Alotanypus*, *Labrundinia* e *Procladius*, que ocorreram somente na estação L1 caracterizada por ter muito aporte de folhas, ser rasa e com correnteza fraca. Os dois últimos táxons ocorreram tanto no período seco como no chuvoso. *Ablabesmyia* é um gênero cosmopolita. A larva habita ambientes lênticos e lóticos em climas quente e frios. Informações sobre a ecologia das larvas *Alotanypus* são escassas. Indivíduos desse gênero foram encontradas em ambientes de água ácida. Os indivíduos do gênero *Labrundinia* vivem em pequenos corpos de água parada e em rios e riachos, está distribuído por todo o mundo e são, especialmente abundante nos trópicos e sub trópicos. Os indivíduos do gênero *Procladius* preferem substratos lamosos ou corpo de água com fluxo de corrente lento. Esse gênero tem distribuição mundial com muitas espécies (Fittkau & Roback, 1983);
- *Coelotanypus* só ocorreu na estação P3, nos dois períodos amostrados. Esta estação se caracteriza por ser mais lêntica, com matéria orgânica, macrófitas e em um rio pouco impactado. Segundo Fittkau & Roback (1983) os indivíduos desse gênero vivem em sedimento de fundo de rios de fluxo lento;
- *Djalmabatista*, que inclui a espécie *Djalmabatista pulcher* ocorreu nas estações com baixo fluxo de corrente, substrato arenoso e matéria orgânica, principalmente em rios pouco impactados (Cativara e Pardo). A principal área de distribuição desse gênero é a Neotropical e são encontrados em rios e lagos (Fittkau & Roback, 1983);
- *Larsia* foi o gênero com maior freqüência e abundância, e ocorreu principalmente nas estações de cabeceira caracterizadas por correnteza baixa, aporte de matéria orgânica de origem natural. Segundo Fittkau & Roback (1983) esse gênero ocorre em uma grande variedade de hábitat e as larvas são

distribuídas por todo o mundo. Esse gênero também foi encontrado por Galdean *et al.* (2001) em local rochoso;

- *Nilotanypus* ocorreu apenas na estação C2 no período chuvoso e seco que se caracteriza por ter correnteza forte, leito rochoso e ser umas das estações com melhor condição ambiental entre as estudadas. Segundo Fittkau & Roback (1983) indivíduos desse gênero habitam ambientes com fluxo rápido;
- *Tanypus*, representado pela espécie *T. punctipenis*, ocorreu somente na estação L4, tanto no período chuvoso como no seco. Trata-se de ambiente lântico, com muitas macrófitas e matéria orgânica;
- *Thienemannimyia* só ocorreu nas estações de cabeceira, com substrato rochoso e correnteza forte, principalmente quando houve muita matéria orgânica e perifíton. Os indivíduos desse gênero são encontrados, principalmente em riachos de substrato lamoso ou arenoso (Fittkau & Roback, 1983);
- *Zavrelimyia*, *Clinotanypus* e *Monopelopia* ocorreram apenas nas estações do baixo rio Lavapés (L3 ou L4), que têm fortes características lânticas, macrófitas aquáticas e aporte de matéria orgânica originada de esgoto doméstico. Segundo Fittkau & Roback (1983) os indivíduos do gênero *Clinotanypus* preferem sedimento pouco consolidado e águas quentes e lentas de lagos rios e lagos. O gênero *Monopelopia* é comum em pequenos corpos de água e preferem locais pantanosos e com água ácida. *Zavrelimyia* habita sedimentos arenosos ou rico em detritos;

- A ordem Coleoptera ocorreu principalmente nas estações de cabeceira e com alta velocidade de corrente. Segundo Archangelsky (2001) Elmidae é o grupo mais numeroso e comum. A maioria vive em águas correntes com alto teor de oxigênio. Segura *et al.* (2007) observaram que Elmidae foi a família mais representativa e dominante entre os Coleoptera estudados em riachos de baixa ordem em áreas de conservação no estado de São Paulo. Este grupo foi sensível ao despejo de esgoto em rios estudados na Austrália (Chessman & McEvoy, 1998);

Os táxons de Coleoptera encontrados foram:

- *Heterelmis*, *Microcylloepus* e *Macrelmis* que ocorreram nas estações caracterizadas por ser de baixa ordem, com substrato rochoso e correnteza forte. Sendo que os dois primeiros gêneros ocorreram nas mesmas estações;



- *Hexacylloepus* ocorreu principalmente, em estações de fundo arenoso, com características lênticas, matéria orgânica e sem impacto potencial;
- *Xenelmis*, *Austrolimnius* e *Larva E* só ocorreram na estação P1 no período seco, que se caracteriza por ter leito rochoso, corredeira forte e presença de perifíton;
- *Larva D* só ocorreu na estação P4, que se caracteriza por ser rasa, de correnteza fraca, substrato arenoso e vegetação nas margens que proporciona a entrada de folhas e troncos.

Segundo Manzo (2005) os gêneros *Macrelmis*, *Xenelmis*, *Heterelmis*, *Hexacylloepus* e *Microcyllloepus* são típicos da região neotropical.

- Psephenidae, representada pelo gênero *Psephenus*, ocorreu na estação C2, em ambos os períodos estudados, e na estação A2S no período seco. A estação C2 é uma das que apresentou as melhores características ambientais entre os rios estudados, porém a estação A2S recebe esgoto da UNESP, mas as características de leito, rochoso, presença de perifíton e alta velocidade da correnteza podem atenuar esse tipo de impacto para esse gênero. Segundo Archangelsky (2001) Psephenidae são importantes indicadores de qualidade de água e de estabilidade ambiental. Galdean *et al.* (2001) encontraram esse táxon em local rochoso coberto com alga. Segura *et al.* (2007) também encontraram larvas de Psephenidae restritas à locais com água corrente e substrato consolidado;
  - *Berosus* só ocorreu na estação L2, tanto na corredeira (L2S) como na área de poção (L2). Esse gênero parece estar relacionado com o grande aporte de matéria orgânica nessa estação;
  - *Dryopidae* e *Gyretes* ocorreram somente em uma estação caracterizada pela presença de macrófita;
- Ephemeroptera ocorreu, principalmente, nas estações com as maiores velocidades de correnteza e menos impactadas. Segundo Edmunds & Waltz (1996) a ordem Ephemeroptera ocorre numa grande variedade de habitats. A maior diversidade é encontrada sob rochas, em rios de segunda e terceira ordem - riachos de cabeceira. Galdean *et al.* (2001) encontraram esse táxon associado aos locais de substrato rochoso e coberto com alga.

Os táxons encontrados foram:

- Baetidae, representado principalmente, pelo gênero *Baetodis*, ocorreu nas estações de cabeceiras. Segundo Salles *et al.*, 2004 a família Baetidae

compreende um dos maiores e mais bem sucedidos grupos da ordem Ephemeroptera. Os Baetidae atingem a maior diversidade em ambientes lóticos;

- *Caenis* ocorreu apenas na estação C1 no período seco, que é caracterizado por ter leito de cascalho, macrófitas e correnteza moderada;
  - Leptophebiidae ocorreu principalmente nas estações com substrato rochoso e correnteza forte;
  - *Askola* ocorreu nas estações C1 e C4 no período chuvoso, que têm em comum a presença de macrófitas;
  - *Trhaulodes*, *Farrodes*, *Tricorythopsis*, *Leptohyphes* e *Euthyplocia* ocorrem muito associados, nas mesmas estações e com abundâncias similares, e nos rios com as melhores características ambientais (Capivara e Pardo). As estações de amostragem se caracterizam por ter leito rochoso e correnteza forte. O gênero *Euthyplocia* foi o de menor ocorrência. O gênero *Traverhyphes* também teve esse mesmo tipo de ocorrência, porém o gênero também foi registrado em estações mais degradadas como A2S;
  - Leptohyphidae ocorreu principalmente nas estações com substrato rochoso e correnteza forte. Porém, teve ocorrência em estações mais degradadas como A2 e P1 seco e L4;
- A ordem Odonata ocorreu nas estações de cabeceira com velocidade da correnteza moderada e aporte de matéria orgânica originada da vegetação ripária. Segundo Westfall & Tennessen (1996) a larva destes organismos ocupam uma grande diversidade de habitats. Ferreira- Peruquetti & Fonseca- Gessner (2003) observaram diferenças na comunidade de Odonata influenciadas pelas condições locais dos cursos d'água, sendo que a estabilidade do córrego foi mais importante na determinação da comunidade do que o uso do solo.

Os táxons encontrados foram:

- Zygoptera, que ocorreu nas estações que têm aporte de folhas e galhos ou presença de macrófitas;
- Calopterigidae, que ocorreu nas estações com aporte de folhas e galhos ou presença de macrófitas; Segundo Costa *et al.* (2004) Calopterigidae tem hábito lótico ou semi lótico de pequenos riachos;
- Coenagrionidae, que ocorreu em estações de correnteza, com substrato rochoso. Segundo Chessman & McEvoy (1998), este táxon foi sensível ao aporte de esgoto em rios estudados na Austrália;

- Anisoptera foi representado pelas famílias Gomphidae e Libellulidae. Gomphidae ocorreu nas estações com substrato arenoso, correnteza fraca e aporte de folhas e galhos da vegetação marginal. Libellulidae ocorreu principalmente nas estações de cabeceira com aporte de folhas e galhos ou macrófita;
  - Trichoptera ocorreu, principalmente, nas estações com correnteza forte, substrato rochoso. Galdean *et al.* (2001) também encontraram esse táxon em substrato rochoso. Os táxons encontrados foram:
    - Hydroptilidae com os gêneros *Neotrichia*, *Mayatrichia* e *Rhyacopsiche* que ocorreram somente nas estações com substrato rochoso e corredeira forte. O gênero *Rhyacopsiche*, que foi o mais freqüente e abundante. O gênero *Hydroptila*, que também ocorreu em estação de cabeceira, mas com fluxo mais lento e presença de macrófitas;
    - Hydropsychidae foi a família mais abundante e freqüente, principalmente por causa do gênero *Smicridea*;
    - *Smicridea* foi o gênero da ordem Trichoptera mais tolerante. Ocorreu nas estações com leito rochoso, alta velocidade de corrente, aporte de matéria orgânica, principalmente originada de esgoto doméstico, e perfiton. Segundo Angrisano & Korob (2001) *Smicridea* é muito abundante e diversificado na região neotropical. Oliveira & Froehlich (1997) encontraram *Smicridea* em área impactada na bacia do rio Galharada. SP;
    - *Leptonema*, *Dolophilodes*, *Worldia*, *Chimarra*, *Mexitrichia* e *Protoptila* foram pouco freqüentes e abundantes. Os gêneros *Mexitrichia* e *Protoptila* sempre ocorreram juntos, e especialmente na estação C2 nos dois períodos estudados. Esta é umas das estações com melhor condição ambiental. Oliveira & Froehlich (1997), estudando a bacia do rio Galharada, SP, não encontraram *Chimarra* apenas em estação impactada;
    - Leptoceridae só ocorreu nas estações de cabeceira, principalmente na presença de macrófitas;
    - *Cernotina* e *Grumicha* foram pouco freqüentes e abundantes, e estiveram associados leito arenoso, corredeira fraca e presença de macrófitas.
  - Oligochaeta esteve presente na maioria das estações, principalmente onde havia correnteza fraca ou ausente, substrato arenoso e ocorrência de matéria orgânica originária do excesso de poluição. O crescimento de perifíton sobre as rochas também foi muito utilizado por esses organismos para se fixarem e como

fonte de alimento. Carvalho & Uieda (2004) consideraram esse grupo como colonizador oportunista, em um estudo realizado em um riacho da serra de Itatinga, SP.

Os táxons encontrados foram:

- Naididae ocorreu nas estações com grande aporte de matéria orgânica, principalmente aquela provida de esgoto (doméstico ou laticínio), em substrato arenoso ou com a presença de perifíton e com preferência para correnteza fraca. Segundo Brinkhurst & Marchese (1989) os Naididae podem ser parte importante da fauna de pequenos riachos pedregosos;
- *Allonais* ocorreu, principalmente, nas estações de cabeceira, com correnteza moderada e forte, matéria orgânica, principalmente aquela provida de esgoto (doméstico ou laticínio). Os indivíduos desse táxon foram encontrados no perifíton e ocupando casulos de Chironomidae abandonados;
- *Pristina* ocorreu principalmente nas estações com aporte de matéria orgânica, sobretudo aquela provida de esgoto;
- *Nais* e *Stephensoniana* ocorreram apenas em estações com leito rochoso e correnteza forte;
- *Homochaeta* foi o gênero com maior frequência e abundância. Ocorreu principalmente em leito arenoso, de correnteza fraca e com aporte de matéria orgânica, principalmente aquela provida de esgoto. Este gênero foi encontrado em todas as estações do rio Lavapés que recebem o impacto do esgoto doméstico;
- *Stylaria* e *Dero* ocorreram principalmente na estação L2, caracterizada por ter leito arenoso e aporte de matéria orgânica, principalmente aquela provida de esgoto;
- *Slavina* não apresentou uma distribuição clara, mas parece estar associada à estação com grande quantidade de macrófitas;
- *Pristinella* ocorreu principalmente, nas estações com correnteza fraca, leito arenoso e presença de macrófitas;

Tubificidae foi representado pela espécie *B. sowerbyi*, que ocorreu nas estações com as características mais lânticas, sedimento mais fino e maior quantidade de matéria orgânica no sedimento. Segundo Brinkhurst & Marchese (1989) os Tubificidae podem ser encontrados em grandes quantidades em situações de poluição orgânica;

- Alluroididae e *Haplotaxis aedeochaeta* foram pouco freqüentes e abundantes, mas parecem estar relacionados com trechos de baixa ordem, com macrófitas ou perifíton e aporte de matéria orgânica, principalmente provida de esgoto;
- Lumbriculidae ocorreu nas estações de cabeceira dos rios Capivara, Araquá e Lavapés.

#### 6.2.1. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos

Entre os ambientes estudados o rio Araquá foi o que apresentou a menor abundância de macroinvertebrados bentônicos. Isto deve estar relacionado com o substrato predominantemente arenoso e falta de mata ciliar ao longo de seu curso. Adicionalmente este recebe, através da entrada do córrego Cintra (estação A2), o efluente do sistema de tratamento de esgotos do campus Rubião Júnior da Unesp Botucatu, com dois hospitais (de clínicas e veterinário e mais de uma centena dos mais diversos laboratório que manipulam, e descartam, milhares de substâncias química e biológicas. Apenas recentemente (2008) teve início um programa de coleta de resíduos.

No rio Araquá a maior abundância ocorreu no período seco. A estação A1 possui baixa abundância e riqueza. Apesar desta estação não apresentar influência de fontes pontuais de poluição, há intensa prática agrícola e desmatamento das margens. O sedimento do tipo arenoso dessa região parece gerar um hábitat muito pobre com poucas estruturas para a fixação e a alimentação dos organismos. Provavelmente a fauna que é encontrada nesse trecho depende das gramíneas que crescem nas margens dos rios. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi formada, principalmente por Chironomidae do gênero *Cryptochironomus*.

Apesar dos comentários anteriores sobre o córrego do Cintra, a maior abundância e riqueza de táxons no rio Araquá ocorreu na estação A2, principalmente em zona de corredeira onde predominaram Simuliidae e Ephemeroptera do gênero *Baetodis*. Isso ocorreu devido às condições de maior disponibilidade de habitat e alimento proporcionados pelo substrato predominantemente rochoso, presença de fragmentos de vegetação nas margens e abundante perifíton. De acordo com Brown & Brussock (1991), o habitas de corredeira contém abundância, biomassa e riqueza significativamente maiores que áreas de poção. Após a área de corredeira, o poção apresentou a maior abundância e riqueza, com principal ocorrência de Chironomidae - *Polypedilum (Polypedilum)*. Brown & Brussock (1991) observaram que a maioria dos táxons coletados nos

poções do rio Illinois foram mais abundantes nas corredeiras adjacentes. Tal resultado é consistente com a hipótese de Hynes (1970) de que muitos dos organismos que são encontrados nos poções devem ter sido arrastados pela correnteza do seu hábitat de corredeira.

Na estação A3 que teve a comunidade de macroinvertebrados bentônicos formada principalmente, por Chironomidae, com destaque para a espécie *Djalmabatista pulcher*. O desmatamento das margens e o sedimento arenoso parecem ser os principais fatores que influenciam na baixa abundância e riqueza. Contudo, há uma extensa área de várzea que ocorre ao longo deste trecho do rio e que certamente deveria ser melhor preservada, pois há grande influência de uma movimentada rodovia que passa sobre a mesma. Um estudo mais detalhado desta área seria importante para melhorar o conhecimento sobre fauna de macroinvertebrados bentônicos desta bacia.

A estação A4 é caracterizada por sedimento fino, matéria orgânica e baixa correnteza. Parece ser um ambiente mais propício para o estabelecimento da fauna, pois apresentou valores um pouco mais elevados de abundância e riqueza que a estação anterior. A fauna de macroinvertebrados bentônicos foi formada, principalmente, por Copepoda Cyclopoida e Chironomidae - *Polypedilum (Tripodura)* e *Harnischia*.

A característica lântica encontrada na estação A5, com grande quantidade de matéria orgânica e sedimento fino parecem ser as principais características na determinação da fauna. Esta, formada principalmente por Nematoda e Oligochaeta - *B. sowerbyi*, foi mais abundante do que a estação A4, mas com menor riqueza taxonômica.

O rio Capivara também apresentou maior abundância de macroinvertebrados bentônicos durante o período seco, em todas as estações de amostragem. Na estação 1 deste rio, com a maior abundância medida ao longo do estudo e também alta riqueza, o zoobentos foi constituído principalmente por Simuliidae e Chironomidae - *Rheotanytarsus*. Isso deve ter sido influenciado pela presença de macrófitas nesta estação, que chegaram a ocupar todo o rio no período seco, proporcionando estruturas de fixação e recursos alimentares, de forma direta ou indireta (perifiton).

Na estação C2 a abundância não foi tão alta como na estação anterior, porém a riqueza foi a maior entre os rios estudado, tanto na estação chuvosa como na

seca. Isso deve estar relacionado ao leito rochoso e o aporte de material vegetal originado de pequenos fragmentos florestais à montante. A fauna de macroinvertebrados bentônicos foi formada, principalmente por Chironomidae do gênero *Cricotopus* e Ephemeroptera da família Baetidae. De acordo com Stout & Vandermeer (1975) *apud* Ramires *et al.* (1998) as corredeiras são habitats apropriados para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos pela combinação de fatores como substrato estável, fluxo constante da água, elevada concentração de nutrientes e oxigênio e alta disponibilidade de refúgios.

Bueno *et al.* (2003) encontraram maior abundância e riqueza de invertebrados no rio Tainhas, onde há um alto grau de preservação e maior cobertura vegetal a montante do trecho amostrado, que produz uma grande quantidade de folhicho.

As duas estações de cabeceira da bacia do rio Capivara sofrem com os impactos gerados pela falta de vegetação na bacia e processos erosivos intensos. Estes impactos poderiam ser mitigados com um programa de gestão da bacia hidrográfica e que, provavelmente, iria gerar melhores condições ambientais na bacia e para a fauna.

A estação C3, com a comunidade de macroinvertebrados bentônicos formada principalmente por Chironomidae da espécie *Djalmabatista pulcher*, apresentou a menor abundância e riqueza do rio Capivara. Isso deve estar relacionado com o substrato do tipo arenoso e com a falta de vegetação nas margens. Porém a entrada de material vegetal, como folhas e troncos, ainda que em pequena quantidade, conforme observado, deve ser importante para o estabelecimento da fauna por proporcionar substrato de fixação e fonte de alimento, de forma direta e indireta.

Na estação C4 a abundância e a riqueza também foram muito menores, comparado com as estações de cabeceira. Nesta estação o substrato do tipo arenoso e a falta de vegetação nas margens devem limitar o estabelecimento de uma fauna mais diversificada. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi formada principalmente por Oligochaeta, do gênero *Homochaeta*, e cladóceros, e deve ser sustentada pela presença de macrófitas aquáticas e matéria orgânica particulada no sedimento.

O rio Lavapés apresentou as maiores abundâncias no período seco que, assim como a riqueza, foram mais homogêneas ao longo do rio.

Na estação L1 a abundância da fauna, formada principalmente por Ostracoda, foi baixa comparada com as outras estações desse rio, porém o número de táxons foi relativamente elevado, sendo maior no período chuvoso. Isso deve estar relacionado com o fato desse trecho ser pequeno com a menor largura e menor profundidade medida neste estudo. Além disso, o leito foi extremamente alterado (cimentado artificialmente). Porém a vegetação ripária existente, que proporciona material orgânico, deve ser o fator mais importante para a sustentação da fauna.

No rio Lavapés, a estação L2 trecho de poço parece ter proporcionado condições ambientais mais favoráveis para o estabelecimento da fauna que apresentou a maior abundância deste rio e a maior riqueza no período seco. A comunidade de macroinvertebrados bentônicos foi formada principalmente por Hirudinea e Chironomidae dos gêneros *Chironomus* e *Onconeura*. *Chironomus* gr. *decorus* foi o táxon com maior número de organismos neste local. Esses táxons são geralmente encontrados em locais deteriorados com baixa concentração de oxigênio dissolvido (Eriksen *et al.*, 1996; Roldán, 2006; Paggi, 2001), e no caso desta estação há um grande aporte de matéria orgânica originada do descarte de efluentes domésticos do município de Botucatu. As condições que podem ter favorecido a fauna do poço parece ter desfavorecido a fauna de corredeira. Nesse último trecho a abundância formada principalmente por Simuliidae e Chironomidae do gênero *Cricotopus*, e a riqueza devem esta associada ao leito rochoso que proporciona estruturas de refúgio/abrigo e o crescimento de algas perifíticas filamentosas. Nessa estação também foi encontrado indivíduos do gênero *Polypedilum* com deformidade no mento. A ocorrência de deformidades pode ser interpretada como um sinal de efeitos subletais decorrentes da sensibilidade à concentração de contaminantes (Janssens De Bisthoven *et al.*, 1992, 1998 *apud* Callisto & Barbosa, 2000). Callisto & Barbosa (2000) encontraram deformidades nas larvas de Chironomidae (apena 3%), provavelmente devido à metais no sedimento do rio Piracicaba, SP. No caso do rio Lavapés, além de esgotos domésticos, também há recepção de efluentes industriais da zona urbana (e.g. curtume).

Entre os táxons mais abundantes apenas Chironomidae foi encontrado com densidades similares entre poço e corredeira.

A estação L3, que ainda recebe influência de grande aporte de matéria orgânica originada do descarte de efluentes domésticos, teve sua abundância associada principalmente aos Chironomidae - *Polypedilum* (*Tripodura*).



A menor abundância e riqueza do rio Lavapés foram observadas na estação L4. A fauna de macroinvertebrados bentônicos foi formada predominantemente por Oligochaeta do gênero *Homochaeta* e está associada com as condições lânticas encontrada nesta estação (reservatório de Barra Bonita), onde há grande quantidade de matéria orgânica e sedimento fino.

O rio Lavapés possui características físicas muito parecidas com o Capivara, como observado, também, por Moretto e Nogueira (2003), porém os impactos ambientais que ocorrem na bacia do Lavapés, principalmente entrada de esgotos, parecem ser os principais fatores responsáveis pelas diferentes comunidades de macroinvertebrados bentônicos estabelecidas nesses rios.

No rio Pardo as estações mais à montante apresentaram as maiores abundâncias e riquezas de organismos, principalmente a estação P1. Esta estação, com substrato rochoso, desenvolvimento de perifíton e correnteza moderada, apresentou, principalmente no período seco, comunidade bentônica formada por Oligochaeta do gênero *Allonais* e Chironomidae do gênero *Cricotopus*.

A estação P2 também apresentou substrato rochoso, porém com alta velocidade da corrente, e a fauna de macroinvertebrados bentônicos foi formada principalmente por Ephemeroptera da família Leptoheptidae. Galdean *et al.* (2001) e Carvalho & Uieda (2004) observaram que a presença de Leptoheptidae pode ser um indicativo de uma melhor estruturação da comunidade. A correnteza forte, principalmente no verão, parece ser o principal fator limitante para uma maior abundância nesta estação, mas que não limitou a riqueza taxonômica.

A menor abundância e riqueza no rio Pardo foram observadas na estação P3. Nessa estação, caracterizada por substrato arenoso e falta de vegetação ripária, ocorre pouca entrada de material alóctone que trazem elementos importantes para a fixação e alimentação a fauna. A fauna de macroinvertebrados bentônicos foi composta predominantemente de Chironomidae do gênero *Coelotanypus*.

A estação P4, que ainda representa a região do alto rio Pardo, exibiu abundância e riqueza maiores do que a estação anterior. Embora também apresente leito arenoso, os fragmentos de vegetação ripária geram entrada de material alóctone que são importantes para a fauna. O gênero *Lopescladius*, da família Chironomidae, foi o táxon predominante.

Na maioria das estações amostradas a abundância, riqueza e a diversidade foram maiores no período seco. Esse resultado deve estar relacionado com a diminuição da correnteza e com o aporte de nutrientes e matéria orgânica dos

efluentes domésticos. Tais fatores parecem aumentar a biomassa de perífiton e macrófitas que geram mais disponibilidade de estruturas de fixação e alimentação. Isso fez com que a abundância de macroinvertebrados aumentasse cerca de quatro vezes atingindo o máximo valor registrado no estudo (C1).

Oliveira *et al.* (1999), estudando Trichoptera na região serrana do Brasil central, Ribeiro & Uieda (2005) estudando o ribeirão da Quinta (SP) e Tumwesigye *et al.* (2000) no rio Nyamweru, Uganda, observaram que nas regiões de clima tropical, o regime sazonal das chuvas, e conseqüente aumento da velocidade da água e vazão, são os principais determinantes da variação temporal das associações de organismos bentônicos em ambientes lóticos.

Segundo Wallace & Anderson (1996) as mudanças na velocidade decorrente, associado aos diferentes substratos, aumenta a diversidade de hábitat. Substrato arenoso de rios e riachos são habitats pobres porque a deslocamento natural do leito não permite sítios apropriados para a fixação e retenção de recursos para a alimentação.

De forma geral, as estações de montante foram aquelas que apresentaram corredeira forte e substrato rochoso. Devido à falta de mata ciliar nessas áreas a entrada de luz proporcionou o desenvolvimento de macrófitas aquáticas enraizadas e/ou perífiton. Estes vegetais também foram favorecidos pela entrada de nutrientes providos de poluição orgânica. E as estações à jusante foram aquelas que apresentaram substrato arenoso, maior profundidade e largura, velocidade de correnteza baixa e a falta de mata ciliar. Isso explica, basicamente, porque a abundância, a riqueza e a diversidade foram maiores nas estações à montante.

Tumwesigye *et al.* (2000), em estudos no continente africano, também encontraram maior diversidade biótica em rios de baixa ordem. Bueno *et al.* (2003) encontrou resultados parecidos ao do presente estudo, onde a heterogeneidade do substrato rochoso proporcionou maior riqueza e abundância no rio Tainhas, enquanto que o substrato arenoso limitou a distribuição de algumas famílias devido à escassez de refúgio e disponibilidade de alimento no rio Taquara, da mesma região.

No estudo realizado por Bis *et al.* (2000) a cobertura de dossel e, conseqüentemente, a quantidade de entrada de luz solar no leito, influenciou significativamente as variáveis relacionadas com alimento: aporte de folhas, biomassa algal. Benstead & Pringle (2004) observaram, em Madagascar, que o biofilme foi a fonte de alimento mais importante para a fauna em área de agricultura.

Henry *et al.* (1994) observaram que a retirada da mata de galeria no rio Itaúna (SP) teve efeito significativo na diminuição na entrada de matéria orgânica.

Com relação ao sedimento, o grupo predominantes em substrato de areia média, estações A1, A2, A3, C1, C3, L1, L2 e P4, foi Chironomidae. Nessas estações também se observou a ocorrência de outros táxons, porém não chegaram a ser dominantes.

Os grupos predominantes em areia fina (estações A4, A5, C4, L3, L4 e P3) foram Oligochaeta e Nematoda.

Os táxons predominantes em leito rochoso (estações L2S, A2S, P1, P2 e C2) foram Chironomidae, Ephemeroptera e Trichoptera. Nesse ambiente a riqueza para a maioria dos grupos estudados também foi maior.

Suriano & Fonseca- Gessner (2004) observaram maior riqueza de Chironomidae nos riachos mais preservados do parque estadual de Campos do Jordão, SP.

Kaller & Hartman (2004) encontraram correlação negativa entre a riqueza de EPT e partículas finas. Esses autores sugerem que sedimentos finos podem diminuir a diversidade da comunidade de macroinvertebrados.

Nas estações mais impactadas (A2, L2, L3, L4, C1, P1), os táxons predominantes foram Chironomidae, Oligochaeta, Nematoda e Simuliidae.

Hynes (1963) considera que em águas poluídas a família Tubificidae (Oligochaeta) e larvas de Chironomidae, principalmente as vermelhas, são os grupos predominantes.

Marchese & Ezcurra de Drago (2006) consideram que uma comunidade bentônica diversa participa ativamente na depuração dos rios, processando a matéria orgânica de origem humana e de fontes naturais. Portanto, a eficiência deste processo dependerá da diversidade da comunidade e dos nichos que são ocupados. Quanto mais abundante e diversa for a comunidade, mais rápido e completo será o processo de conversão.

Apesar dos impactos gerados pelo aporte de esgoto doméstico levarem ao aumento da abundância e a riqueza de macroinvertebrados bentônicos (Bis *et al.*, 2000; Junquera *et al.*, 2000; Callisto *et al.*, 2001), não quer dizer que o ambiente passou a ter condições melhores. Isso pode ter ocorrido para alguns táxons, mas o índice de diversidade aplicado mostra que a comunidade bentônica dessas estações também são impactadas, principalmente no rio Lavapés que apresentou baixos valores.

O aporte de esgoto parece favorecer a diversidade enquanto proporcionar melhores condições de habitat para fauna de macroinvertebrados (desenvolvimento de macrófitas, algas filamentos e perifíton), como observado nas estações C1 e P1. Porém, quando esse impacto é maior, como o que ocorreu com o rio Lavapés que por muitos anos recebeu todo o esgoto da área urbana do município de Botucatu sem nenhum tipo de tratamento, a comunidade de macroinvertebrados passa a apresentar baixa diversidade.

A maioria das paisagens naturais tem uniformidade moderada, com algumas poucas espécies comuns em cada nível trófico ou grupo taxonômico, e numerosas espécies raras. Em geral, a atividade humana, direta ou indiretamente, aumentam a dominância e reduzem a uniformidade e a variedade (Odum, 2007).

A alta diversidade e equitabilidade encontrada no rio Araquá ocorreu devido ao baixo número de indivíduos encontrados na maioria das estações. Os maiores índices de diversidade foram encontrados nos rios Capivara e Pardo. Isto demonstra que esses rios, apesar de sofrerem alguns impactos ambientais, principalmente relacionados com erosão, falta de mata ciliar e produção de monocultura, ainda apresentam alta diversidade de macroinvertebrados bentônicos. Regionalmente são ambientes estratégicos para preservação/recuperação.

A aplicação de índices bióticos em base às informações da comunidade de macroinvertebrados bentônicos mostrou-se eficiente na separação entre estações com melhor qualidade ambiental daquelas com qualidade ruim.

Os melhores índices na identificação das estações com melhor qualidade ambiental parece ser o de % de EPT e EPT/C. O índice % de EPT é mais confiável quando analisado com a riqueza de EPT, pois a presença de grupos mais tolerantes, como o gênero *Smicridea*, pode superestimar a importância desse índice.

O índice que melhor identificou as estações com pior qualidade ambiental foi C/C.

Os outros índices analisados (EPT/C, C/T e O/T), que levam em consideração a abundância total ou a abundância total de Chironomidae, podem superestimar as estações que possuíam abundância muito baixa.

Desta forma os táxons, Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera e *Chironomus* gr. *decorus* foram os melhores indicadores da qualidade ambiental dos rios das bacias do Araquá, Capivara, Lavapés e Pardo. Assim como observado em outros ambientes (Hynes, 1963; Eriksen *et al.*, 1996; Paggi, 2001; Resh, 2006, Baptista *et al.*, 2007).

O protocolo aplicado nas estações de amostragem para avaliação do habitat corroborou com os resultados obtidos para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, principalmente nos ambientes de melhor qualidade. Assim, os rios Pardo e Capivara foram os que apresentaram as maiores pontuações. A pontuação obtida para o rio Lavapés foi alta comparada com os resultados obtidos para a fauna que mostraram que esse rio é o mais deteriorado. Isso ocorreu porque o protocolo subestima as questões relacionadas com aporte de efluentes, sendo necessárias algumas adequações.

Esse protocolo parece ser muito útil em análises rápidas da qualidade do ambiente, porém nenhuma estação amostrada apresentou pontuação máxima, visto que todas apresentaram algum tipo de impacto negativo. Desta forma, a utilização de condições de referências ou locais de referência seria importante para conhecer melhor os impactos sofridos nas bacias estudadas. Hugues (1995), Norris & Thoms (1999) e Chessman & Royal (2004) sugerem a utilização de condições ou locais de referência. Segundo Hughes (1995), quanto mais se demorar para a determinação de condições apropriadas de referência e na seleção e preservação de relevantes locais de referência, mais difícil será para definir as condições aceitáveis e o uso de avaliação biológica para impedir mais deterioração dos nossos sistemas aquáticos.

Os resultados das análises de correspondência canônica (CCAs), efetuadas para tentar identificar os fatores ambientais que mais interferem na estrutura e funcionamento das assembléias de macroinvertebrados, mostraram que as variáveis relacionadas com o sedimento apresentaram as melhores correlações. Existiu uma forte relação entre a fauna e as concentrações de nitrogênio no sedimento e também com a granulometria. De acordo com Hynes (2001) a maioria dos macroinvertebrados de riachos vive em estreita associação com o substrato e muitos táxons possuem certo grau de especialização ao tipo de substrato.

Através das CCAs foi possível evidenciar pelo menos dois agrupamentos. Um deles esteve relacionado com características lênticas (estações A5 e L4): velocidade fraca, sedimento fino, alta concentração de matéria orgânica e nutrientes no sedimento. Os principais grupos zoológicos associados foram os Copepoda Calanoida e Chaoboridae, típicos de ambientes lênticos (Courtney et al., 1996). Outro agrupamento (P2, C2, A2S e L2S) esteve relacionado com velocidade da correnteza e os táxons Coleoptera, Simuliidae, Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Psycodidae, Hydrozoa e Megaloptera, que são grupos

reconhecidamente associados à substrato rochoso e alta velocidade de corrente (Evans & Neunzig, 1996; Resh, 2006, Edmunds & Waltz, 1996; Hynes, 2001; Stewart & Harper, 1996; Pérez, 2003).

As análises realizadas no período chuvoso e seco mostraram tendências um pouco diferentes, pois a comunidade é muito influenciada pelos padrões de pluviosidade. No período seco as abundâncias foram maiores, as correlações mais altas e os agrupamentos mais evidentes.

As análises de agrupamento também mostraram haver forte relação entre os táxons e o substrato. Assim, as assembléias de macroinvertebrados bentônicos foram mais semelhantes e estáveis, entre os períodos chuvoso e seco, nas estações de cabeceira com substrato rochoso (A2S, C2, L2S, P1, P2). Para esses locais as variações sazonais parecem ser menos influentes, predominando as características locais do habitat.

As estações de amostragem com presença de macrófitas, correnteza fraca, matéria orgânica, sedimento fino e que estiveram localizadas mais à jusante também apresentaram comunidades de macroinvertebrados bentônicos mais semelhantes e estáveis (A5, A4).

Outro agrupamento importante foi constituído entre as estações de pior qualidade ambiental, principalmente do rio Lavapés, e que se mantiveram agrupadas devidos a características que foram importantes para a composição da fauna: sedimento fino, matéria orgânica associada ao aporte de esgoto doméstico e correnteza fraca.

A análise de agrupamento também mostrou que diferenças sazonais foram importantes para a composição de fauna, principalmente, nas estações com falta de estabilidade do sedimento, comum em substrato arenoso e sem vegetação aquática e/ou mata ciliar (A1, P4, A2, L4, P3, C4, L1, C3, A3 e C1). Nessas estações, os distúrbios gerados pelas chuvas no verão parecem ser determinantes para a organização das comunidades de macroinvertebrados bentônicos.

## **7. Conclusões**

No presente estudo foram identificadas sete características importantes nas bacias dos rios Araquá, Lavapés, Capivara e Pardo:

### **1. Variação longitudinal**

A diminuição da velocidade da correnteza e do tamanho da partícula em direção à jusante, associado com os impactos gerados pela poluição orgânica e erosão excessiva, ocasionaram diferenças significativa entre os trechos superiores e inferiores. Essa variação foi evidenciada nas características da água, do sedimento e da fauna de macroinvertebrados bentônicos.

### **2. Variação sazonal**

A variação da pluviosidade foi o fator mais importante em termos de sazonalidade. O aumento da quantidade de água no período chuvoso ocasionou mudanças nas características da água, do sedimento e da comunidade de macroinvertebrados bentônicos.

### **3. Poluição orgânica**

O despejo de efluentes domésticos, de planta de laticínio e da Unesp (ETE Campus Rubião Júnior) foram os principais impactos ambientais observados. Os efeitos da poluição orgânica foram evidenciados nas características da água, do sedimento e da fauna de macroinvertebrados bentônicos.

### **5. Deflorestamento e processos erosivos**

Todas as bacias estudadas têm grande parte da área de drenagem sem a presença de vegetação original. Porém a bacia rio Capivara é a mais impactada. Esse impacto ocasiona o aumento de processos erosivos cujos efeitos foram observados nas características da água e do sedimento.

### **4. Disponibilidade de habitat**

De forma geral, as variações longitudinais, sazonais, a poluição orgânica e o deflorestamento foram os principais aspectos relacionados com a disponibilidade habitat.

O tipo de substrato à montante favoreceu a disponibilidade de habitat. As variações sazonais foram responsáveis pela geração de distúrbios que diminuiram a

disponibilidade de habitat. A entrada de poluição orgânica foi responsável pela geração de novos habitats (macrófitas, algas filamentosas e perifiton). O deflorestamento proporcionou alteração do habitat, com a diminuição de estruturas geradas pelo aporte de material vegetal alóctone e aumento do habitat gerado pelo material vegetal autóctone.

## **6. Influência desses rios nas bacias do Tietê e Paranapanema**

As características da água e do sedimento dos rios estudados mostram que os tributários de grandes rios, no caso Tietê e Paranapanema, podem contribuir (exportar) com elevadas cargas de matéria orgânica e nutrientes, além de incrementar significativamente a diversidade biológica da rede hidrográfica como um todo.

Os grandes rios também podem gerar impactos nos tributários. Neste estudo, a diminuição de fluxo no rio Tietê (represa de Barra Bonita) influenciou as características da água e do sedimento da porção inferior de seus tributários (Araquá, Capivara e Lavapés).

## **7. Comunidade de macroinvertebrados bentônicos**

A abundância, riqueza taxonômica e diversidade podem ser consideradas altas, apesar dos impactos ambientais detectados. Neste estudo foi difícil determinar a real situação dos ambientes (estado de degradação) com base na comunidade de macroinvertebrados bentônicos, visto que nenhuma das estações pode ser considerada de referência. Provavelmente já não há condições de total integridade de habitat para essa região. Assim, a determinação de locais de referência e, principalmente, condições de referência para ambientes lóticos dessa região, é fundamental para uma avaliação mais detalhada.

Finalmente, o estudo permitiu verificar que a legislação ambiental é uma ferramenta muito importante para a preservação ambiental. Contudo, os resultados obtidos mostraram que a principal legislação ambiental brasileira, no que se refere aos recursos hídricos (CONAMA/357), estabelece limites e padrões que são muitas vezes inapropriados para o conjunto de ambientes lóticos. Tal conclusão se baseia no fato de que essa resolução não leva em consideração aspectos importantes como a qualidade do sedimento, condutividade elétrica da água, processos ecológicos, disponibilidade de habitat para a fauna bentônica e avaliação da



---

comunidade de macroinvertebrados bentônicos, além de ser pouco restritiva para variáveis que estão estritamente relacionadas com poluição orgânica. Desta forma, essa legislação pode gerar interpretações erradas sobre a classificação e enquadramento desse tipo de ambiente. Assim faz-se necessário a revisão desses padrões para ambientes lóticos.

Esse estudo é mais um indicativo da real necessidade de mudança de paradigmas sócio-econômico-culturais e, de forma mais específica, da preservação dos recursos naturais, que vem sendo o refém das escolhas, políticas, econômicas e sociais feitas pela humanidade nas últimas décadas.

## 8. Referências Bibliográficas

- ALLAN, J. D. 1995. **Stream Ecology Structure and function of running waters**. Oxford. Chapman & Hall.
- ALLAN, J. D. 2004. Influence of land use and landscape setting on the ecological status of rivers. **Limnetica**. 23 (3-4): 187-198.
- ANGRISANO, E. B. & KOROB, P. G. 2001. Trichoptera. In: FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ, E. (eds). **Guia para La determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán, Argentina. Editorial Universitária de Tucumán.
- APHA **Standard Methodos for the Examination of Water and Wastewater**. 1992. Greenberg, Lenore. S., Clesceri, Andrew, D. E. (eds). 18 th ed. Washington, DC: APHA.
- ARAÚJO, J. C & SANTAELLA, S. T. 2001. Gestão da qualidade. In: **Gestão de águas princípios e práticas**. CAMPOS, N. & STUDART, T. (eds.). ABRH. Porto Alegre.
- ARCHANGELSKY, M. 2001. Coleoptera. In: FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ, E. (eds). **Guia para La determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos**. Tucumán, Argentina. Editorial Universitária de Tucumán.
- ARUNACHALAM, M.; MADHUSOODANAM NAIR, K. C.; VIJVERBERG, J.; KORTMULDER, K. & SURIYANARAYANAN, H. 1991. Substrate selection and seasonal variation in densities of invertebrates in stream pools of a tropical river. **Hydrobiologia** 213: 141-148.
- ATLAS DAS U.C. AMBIENTAL DO ESTADO DE SP, SP: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000. Vários autores.
- AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAÚJO, R. & ITO, A. E. 1998. **Manual de hidráulica**. São Paulo, Edgar Blücher.
- BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; EGLER, M.; GIOVANELLI, A.; SILVEIRA, M. P. & NESSIMIAN, J. L. 2007. A multimetric index based on benthic macroinvertebrates for evaluation of atlantic forest stream at Rio de Janeiro state, Brazil. **Hydrobiologia**. 575: 83-94.
- BARBOUR, M. T., GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D. & STRIBLING, J.B. 1999. Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish, second edition. EPA, Washington.
- BENSTEAD, J. P. & PRINGLE, C. M. 2004. Deforestation alters the resource base and biomass of endemic stream insects in eastern Madagascar. **Freshwater biology**. 49: 490-501.
- BILLY, V. C.; REYES-MARCHANT, P; LAIR, N. & VALADAS, B. 2000. Impacto f agricultural practices on a small headwater stream: terrestrial and aquatic characteristics and self-purifying processes. **Hydrobiologia**. 421: 129-139.
- BIS, B.; ZDANOWICZ, A. & ZALEWSKI, M. 2000. Effects os catchment properties on hydrochemistry, habitat complexity and invertebrate community structure in a lowland river. **Hydrobiologia**. 422/423: 369-387.
- BISPO, P. C. e CRISCI-BISPO, V. L. 2006. Ephemeroptera. In: COSTA, C., IDE, S. e SIMONKA, C. E. (Eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto. 55-60.
- BRASIL. CONAMA. Resolução n ° 274 de 29 de novembro de 2000.
- BRASIL. CONAMA. Resolução n ° 357 de 17 de março de 2005.
- BRIGANTE, J. & ESPÍNDOLA, E. L. E. **Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu** (Eds). Rima. São Carlos.
- BRINKHURST, R. O. & M. R. MARCHESE, 1989. **Guide of the freshwater aquatic Oligochaeta of South and Central America**. Col. Climax 6, Santo Tomé: 179 pp.
- BRUSCA, R. C. & BRUSCA, G. J., 2002. **Invertebrates**. 2. ed. Sinauer, Sunderland: 936pp.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; SILVEIRA, M. P. NESSIMIAN, J. L. & DORVILLÉ, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrates assemblages in a river basin in south-east Brazil. **Hydrobiologia**. 481: 125-136.

- CAIRNS, J. JR. & PRATT, J. R. 1993. A history of biological monitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M. & V. H. RESH (eds), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman & Hall, New York.
- CALLISTO, M.; BARBOSA, F. A. R & MORENO, P. 2000. Macrobenthic diversity on different habitats in an altitudinal lake surrounded by *Eucalyptus* plantations and secondary Atlantic Florest (southeast Brazil). **Acta. Limnol. Bras.** 12: 55-61.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M. & PETRUCIO, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnol. Bras.** 14 (1),
- CALLISTO, M.; MARQUES, M. M. & BARBOSA, F. A. R. 2000. Deformities in larval *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) from the Piracicaba river, southeast Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 27: 2699-2702.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. & BARBOSA, F. A. R. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó southeast Brazil. **Rev. Brasil. Biol.** 61(2): 259-266.
- CARMOUZE, J. P. 1994. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos: fundamentos teóricos, métodos de estudo e análise química**. Editora Edgar Blücher: FAPESP.
- CARVALHO, E. M. & UIEDA, V. S. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Rev. Brasil. Biol.** 21 (2): 287-293.
- CHESSMAN, B. C. & McEvoy, P. K. 1998. Towards diagnostic biotic indices for river macroinvertebrates. **Hydrobiologia.** 364: 169-182.
- CHESSMAN, B. C. & ROYAL, M. J. 2004. Bioassessment without reference sites: use of environmental filters to predict natural assemblages of river macroinvertebrates. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, 23(3): 599-615
- COFFIMAN, W. P. and FERRINGTON Jr., L. C. 1996. CHIRONOMIDAE. Cap. 26. In: Merritt, R. W. and Cummins K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3<sup>rd</sup> ed.. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America. 635-754.
- COLE, G. A. 1979. **Textbook of limnology**. 2nd. ed. Saint Louis. The C.V. Mosby Company. 426pp.
- COSTA, C. & IDE, S. 2006. Coleoptera. In: COSTA, C., IDE, S. e SIMONKA, C. E. (Eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto. 107-146.
- COSTA, C. & IDE, S. 2006. Odonata. In: COSTA, C., Ide, S. e SIMONKA, C. E. (Eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto. 61-66.
- COSTA, J. M.; SOUZA, L. O. I. & OLDRINI, B. B. 2004. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). **Publicações Avulsas do Museu Nacional** – n. 99 – Rio de Janeiro: Museu Nacional.
- COURTNEY, G. W., TESKEY, H. J., MERRIT, R. W. and FOOTE, B. A. 1996. Part One; Larvae of Aquatic Diptera. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3.ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- CRANSTON, P. S., OLIVER, D. R. & SÆTHER, O. A. 1983. The larvae of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses. In: WIEDERHOLM, T (ed.). **Chironomidae of the Holarctic region** part 1. Larvae. Entomologica scandinavica supplement. Sandby.
- DALY, H. V. 1996. General Classification and Key to the Orders of Aquatic Insects and Semiaquatic Insects. Cap. 9. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3.ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- DA-SILVA E. R.; SALLES, F. F. & BAPTISTA, M. S. 2002. As brânquias dos gêneros de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) ocorrentes no estado do Rio de Janeiro. **Bioneotropica**.

- DIAS L. G.; SALLES F. F.; POLEGATTO C. M.; SILVA R. M. & FROEHLICH, C. G. 2007. Novos registros de Ephemeroidea (Insecta: Ephemeroptera) para o estado de São Paulo. **Biota Neotropica**.
- DONALD, P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais de qualidade de água. Cap. 2. 2004. In: **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. CULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R. & PÁDUA, C. V. (orgs.). Curitiba. Editora UFPR. 664p.
- EDMUNDS Jr., G. F. and WALTZ R. D. 1996. Ephemeroptera. Cap. 11. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3<sup>rd</sup> ed.. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America. 126-163.
- ERIKSEN, C., H.; RESH, V., H. & LAMBERTI, G., A. Aquatic insect respiration. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3<sup>rd</sup> ed.. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- ESTEVES, F. A., 1998. **Fundamentos de Limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro. Interciência.
- EVANS, E. D. & NEUNZIG, H. H. 1996. Megaloptera and Aquatic Neuroptera. Cap. 16. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3. ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- FERRAREZE, M. F., NOGUEIRA, M. G.; VIANNA, N. C. 2004. Transporte de nutrientes e sedimentos no Rio Paranapanema (SP/PR) e seus principais tributários nas estações seca e chuvosa. In NOGUEIRA, M. G., HENRY, R. & JORCIN, A. (eds.). **Ecologia de reservatórios: impactos potenciais, ações de manejo e sistema em cascata**. 2. ed. RIMA. São Carlos.
- FERREIRA- PERUQUETTI, P. S. & FONSECA-GESSNER, A. A. 2003. Comunidade de Odonata (insecta) em áreas naturais de Cerrado e monocultura no nordeste do Estado de São Paulo, Brasil: relação entre o uso do solo e a riqueza faunística. **Rev. Brasil. Biol.** 20 (2): 219-224.
- FERREIRA, V.; GRAÇA, M. A. S.; FEIO, M. J. & MIEIRO, C. Water quality in Mondego river basin: pollution and habitat heterogeneity. **Limnetica**. 23(3-4): 295-306.
- FITTKAU, E. J. & ROBACK, S. S. 1983. The larvae of Tanyptodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses. In: WIEDERHOLM, T (ed). **Chironomidae of the Holarctic region** part 1. Larvae. Entomologica scandinavica supplement. Sandby.
- FRANCO, B. D. G. M. & LANDGRAF, M. 2002. **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, São Paulo.
- GAFNER, K. & ROBINSON, C. 2007. Nutrient enrichment influences the responses of stream macroinvertebrates to disturbance. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, 26 (1): 92-102.
- GALDEAN, N.; CALLISTO, M. & BARBOSA, F. A. R. 2001. Biodiversity assessment of benthic macroinvertebrates in altitudinal lotic ecosystems os serra do Cipó (MG, Brazil). **Rev. Brasil. Biol.** 61 (2): 239-248.
- GOLTERMAN, H. L.; CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M.A, 1978. **Methods for physical & chemical analysis of fresh water**. Blackwell scientific publication, Oxford. 2 ed.
- GRALHÓZ, G. & NOGUEIRA, M. G. 2006. Eutrofização e contaminação crônica de um riacho de cuesta (Córrego Cintra, Botucatu, SP) e avaliação do sistema de tratamento de esgotos. In: TUNDISI, J. G.; TUNDISI, M. T. & GALLI, C. S. (eds). **Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle**. São Carlos. dmd Propaganda e Marketing.
- GROSSO, M. L. 2001. Diptera: generalidades. In: FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ, E. (eds). **Guia para La determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos**. Tucumán, Argentina. Editorial Universitária de Tucumán.
- GUIMARÃES, J. H. e AMORIN, D. S. 2006. Diptera. In: COSTA, C., IDE, S. e SIMONKA, C. E. (Eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto.
- HÅKANSON, L. & JANSSON, M. 1983. **Principles of lake sedimentology**. Springer-Verlag, Berlin.
- HARDING, J. S., CLASSEN, K. & EVERS N. 2006. Can forest fragments reset physical and water quality conditions in agricultural catchments and act as refugia for Forest stream

- invertebrates? **Hydrobiologia** 568: 391-402
- HENRY, R.; UIEDA, V. S.; AFONSO, A. A. de O. & KIKUCHI, R. M. 1994. Input of allochthonous matter and structure of fauna in a Brazilian headstream. **Verh. Internat.** 25: 1866-1870.
- HILSENHOFF, W. L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. **J. N. Am. Benthl. Soc.** 7 (1): 65-68.
- HUGHES, R. M. 1995. Defining acceptable biological status by comparing with reference conditions. In: **Biological assessment and criteria: tools for water resource planning and decision making**. DAVIS, W. S. & SIMON, T. P. (eds). Lewis publishers.
- HYNES, H. B. N. 1963. **The biology of polluted waters**. Liverpool university press.
- HYNES, H. B. N. 2001. **The Ecology of Running Waters**. 1. ed. (1970). Ontario: The blackburn press. 555 p.
- IDE, S. e COSTA C. 2006. Chave de Identificação para as Principais Ordens. Cap. 5. In: COSTA, C., IDE, S. e SIMONKA, C. E. (Eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto. 51-54.
- IPT- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Carta de risco da área urbana de Botucatu, SP. IPT Relatório Técnico n.3, p 369. São Paulo, 1995. 94p.
- JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D., M. 1993. Freshwater biomonitoring using individual organisms, POPULATIONS and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (eds.). Chapman & Hall, New York.
- JORCIN, A. & M. G. NOGUEIRA, 2005. Phosphate distribution in the sediments along a cascade of reservoirs (Paranapanema river, SE, Brazil). In SERRANO, L. & H. L. GOLTERMAN, (eds), **Phosphates in sediments. Proceedings of the 4th International Symposium**. Backhuys Publishers, The Netherlands: 77-86.
- JUNQUEIRA, M. V.; AMARANTE, M. C.; DIAS, C. F. S. & França, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do alto rio das VELHAS (MG/ Brasil) através de macroinvertebrados. **Acta Limnol. Bras.**, 12: 73-87.
- JUNQUEIRA, V. M. & CAMPOS, S.C.M. 1998. Adaptation of the "BMWP" method for water quality evaluation to rio das velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnol. Bras** 10(2): 125-135.
- KALLER, M. D. & HARTMAN, K. J. 2004. Evidence of a threshold level of fine sediment accumulation for altering benthic macroinvertebrate communities. **Hydrobiologia**. 518: 95-104.
- KIKUCHI, R. M. 1989. Caracterização de alguns parâmetros físico-químicos e biológicos do Ribeirão Tanquinho. Monografia UNESP-Botucatu dep de Zoologia.
- KLEINE, P. & TRIVINHO-STRIXINO, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation.. **Acta Limnol. Bras.** 17(1): 81-90.
- KOROLEFF, F. 1976. Determination of nutrients. In: GRASSHOF, K (ed). **Methods of seawater analysis**. Verlag Chemie Weinheim.
- LANDGRAF, M. Microorganismos Indicadores. 2002. In: Franco, B. D. G. M. & Landgraf, M. (eds). **Microbiologia dos Alimentos**. Atheneu, São Paulo.
- LINSLEY, R. K.; Kohler, M. A. & PAULHERS, J. L. H. 1982. **Hydrology for engineers**. International Student edition. Mc Graw- Hill Book Company.
- LOEB, S. L. 1993. An ecological context for biological monitoring. In: **Biological Monitoring of Aquatic Systems**. Loeb, S. L & Spacie, A. (eds). Lewis publishers. Boca Raton.
- LOPRETTO, E. C & G. TELL, 1995. **Ecosistemas de águas continentales. Metodologias para su estudio**. Tomo II. Ediciones Sur. La Plata.
- LUSSIER, S. M.; SILVA, S. N.; CHARPENTIER, M.; HELTSHE, J. F.; CORMIER, S. M.; KLEMM, D. J.; CHINTALA, M. & JAYARAMAN, S. 2008. The influence of suburban land use on habitat and biotic integrity of coastal Rhode Island streams. **Environ. Monit. Assess.** 139:119-136.
- MACKERETH, F. J. H.; HERON, J.; TALLING, F. J. 1978. **Water analysis: some revised methods for limnologists**. Kendall: Titus Wilson & Sons Ltd., (Freshwater Biological Association Scientific Publication, n. 36).
- MANZO, V. 2005. Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with

- distributional data. **Studies on Neotropica fauna and environment**. 40(3): 201-208.
- MARCHESE, M. & EZCURRA de DRAGO, I. 2006 Bentos como indicador de condiciones tróficas Del sistema Del rio Paraná medio. In: **eutrofização na América do sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle**, 255-271. J. G. TUNDISI, T. M. TUNDISI & C, S. GALLI (eds). Instituto internacional de ecologia.
- MARCHESE, M. R. 1995. Annelida Oligochaeta. Cap. 16. In: Lopretto, E. C. y Tell, G. (Eds.). **Ecosistemas de aguas continentales (metodologias para su estudio)**. Tomo II. Ediciones Sur. La Plata.
- MARGALEF, R. 1983. **Limnologia**. Barcelona. Ediciones Omega.
- MARQUES, M. M. & BARBOSA, F. 2001. Biological quality of waters from an impacted tropical watershed (middle Rio Doce basin, southeast Brazil), using benthic macroinvertebrates communities as an indicator. **Hydrobiologia**. 457:69-76.
- MELO, A. S. & FROEHLICH, C. G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblages structure between 2 seasons. **J. N. Am. Benthl. Soc.** 20 (1): 1-16.
- MERRITT, R. W. and Cummins, K. W. 1996. Introduction. Cap. 1. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3 ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- MORETTI, M. S. & CALLISTO, M. 2005. Biomonitoring of benthic macroinvertebrates in the middle Doce river watershed. **Acta Limnol. Bras.** 17 (3): 267-281.
- MORETTO, E. M. 1997. Limnologia comparada das planícies de inundação dos rios Capivara e Lavapés (Botucatu-SP), com ênfase na estrutura das comunidades planctônicas. Monografia (bacharelado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista.
- MORETTO, E. M. & NOGUEIRA, M. G. 2003. Physical and chemical characteristics of lavapés and Capivara rivers, tributaries of Barra Bonita reservoir (São Paulo - Brazil). **Acta Limnol. Bras.** 15(1): 27-39.
- MORLEY, S. A. & KARR, J. R. 2002. Assessing and restoring the health of urban streams in the Puget Sound Basin. **Conservation Biology**. 16 (6): 148-150.
- MORSE, J. C. and HOLZENTHAL, R. W. 1996. Trichoptera Genera. Cap. 18. In: Merritt, R. W. and Cummins K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3.ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- MOTTA, R. L. & UIEDA, V. S. 2005. Food web structure in a tropical stream ecosystem. **Austral Ecology**. 30: 58-73
- MOULTON, T. P. 1998. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. 1998 281-298pp. In: **Ecologia de insetos aquáticos**. Nessimian, J. L. & Carvalho (eds). Série Oecologia, vol. V. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro.
- MOZETO, A. A.; UMBUSZEIRO, G. A. & JARDIM, W. F. 2006. **Métodos da coleta, análises físico-químicas e ensaios biológicos de sedimentos de água doce**. São Carlos: Cuba.
- NESSIMIAN, J. L. & SANSEVERINO, A. 1998. Trophic functional characterization of chironomidae larvae (Dipter: Chironomidae) in a first stream at the mountain region of Rio de Janeiro state, Brazil. **Verh. Internat. Verein. Limnol.** 26: 2115- 2119.
- NORRIS, R. H. & THOMS, M. C. 1999. What is river health? **Freshwater biology**. 41: 197-209.
- ODUM, E. 2007. **Fundamentos de Ecologia**. 5. Ed. São Paulo: Thomson Learning.
- OLIFIERS, M. H.; DORVILLE, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. 2004. A key to Brazil genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. **Zootaxa**. 651: 1-15.
- OLIVEIRA, L. G. & FROEHLICH, C. G. 1997. Diversity and community structure of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a mountain stream in southeastern Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 9: 139-148.
- OLIVEIRA, L. G. 2006. Trichoptera. In: COSTA, C., IDE, S. e SIMONKA, C. E. (eds.) **Insetos Imaturos. Metamorfose e identificação**. Holos, Editora. Ribeirão Preto.
- OLIVEIRA, L.G.; BISPO, P.C. CRISCI, V.L. & SOUSA, K.G. 1999. Distribuição de categorias funcionais alimentares de larvas de Trichoptera (Insecta) em uma região serrana do Brasil central. **Acta. Limnol. Bras.** 11(2): 173- 183.
- PAGGI, C. 2001. Diptera: Chironomidae. In: FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ, E. (eds).

- Guia para La determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos.** Tucumán, Argentina. Editorial Universitária de Tucumán.
- PENNAK, R. W., 1991. **Freshwater invertebrates of the United States. Protozoa to Mollusca.** 3ª ed. John Wiley & Sons, Nova York.
- PEREIRA, D. & DE LUCA, S. J. 2003. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). **Acta. Limnol. Bras.** 15 (2): 57-68.
- PÉREZ, G. R. 2003. **Bioindicación de la calidad del agua en Colombia.** Imprenta Universidad de Antioquia.
- PÉREZ, G. R.; POSADA, J. A. & GUTIÉRREZ, J. C. 2001. Estudio limnológico de los recursos hídricos del parquet de Piedras Blancas. Guadalupe. Colombia.
- PINDER, L. C. V. & Reiss, F. 1983. The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses. In: WIEDERHOLM, T (ed.). **Chironomidae of the Holarctic region** part 1. Larvae. Entomologica scandinavica supplement. Sandby.
- PINDER, L. C. V. 1983. The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region- Introduction. In: WIEDERHOLM, T (ed.). **Chironomidae of the Holarctic region** part 1. Larvae. Entomologica scandinavica supplement. Sandby.
- RAMÍREZ, A, PAABY, P.; Pringle, C. M. & AGÜERO, G. 1998. Effect of habitat type on benthic macroinvertebrates in two lowland tropical streams, Costa Rica. **Rev. Biol. Trop.** 46 Supl. 6: 201-213.
- RESH, V. H. & JACKSON, J. K. 1993. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: **Freshwaer biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. (eds.). Chapman & Hall, New York.
- RESH, V. H. 2006. Multinational, freshwater biomonitoring programs in the developing world: lessons learned from African and Southeast Asina rivers surveys. **Environ Manage** 39: 737-748
- RIBEIRO, L. O. & UIEDA, V. S. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Rev. Brasil. Zool.** 22 (3): 613-618.
- ROLDÁN, G. 2006. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del água. In: TUNDISI, J. G., TUNDISI T. M. & GALLI, C. S. (eds). **Eutrofização na América do sul: causas, conseqüências e tecnologias de gerenciamento e controle.** Instituto internacional de ecologia.
- ROMERO, F. 2001. Plecoptera. In: FERNÁNDEZ, H. R. & DOMINGUEZ, E. (eds). **Guia para La determinación de los artrópodos bentônicos sudamericanos.** Tucumán, Argentina. Editorial Universitária de Tucumán.
- ROSENBERG, D. M. & RESH, V. H. 1996. Use of Aquatic Insects in Biomonitoring. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (eds). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3 ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- ROSENBERG, D. M. & V. H. RESH, 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. In ROSENBERG, D. M. & V. H. RESH (eds), **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** Chapman & Hall, New York.
- SALLES, F. F.; DA- SILVA, E, SERRÃO, J. E. & FRANCISCHETTI C. N. 2004 (A). Baetidae (Ephemeroptera) na região sudeste do Brasil: novos registros e chave para os gêneros no estágio ninfal. **Neotropica entomology.** 33(5): 725-735.
- SALLES, F. F.; DA- SILVA, E.; HUBBARD, M. D. & SERRÃO, J. E.. 2004 (B). As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota neotropica.** 4 (2).
- SANDIN, L. & JOHNSON, R. K. 2004. Local, landscape and regional factors structuring benthic macroinvertebrate assemblages in Swedish streams. **Landscape ecology.** 19: 501-514.
- SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** 1984. UFRGS.
- SEGURA, M. O. FONSECA- GESSNER, A. A. & TANAKA, M. O. 2007. Composition and

- distribution of aquatic Coleoptera (Insecta) in low-order streams in the state of São Paulo, Brazil: influence of environmental factors. **Acta Limnol. Bras.** 19 (3): 247-256.
- SILVA, A. M. M., HENRY, R., CARVALHO, L. R. & SANTINI, J. A. 1998. Capacidade de autodepuração de um curso d'água: um estudo de caso no Rio Pardo (Botucatu, SP). **Acta Limnol. Bras.** 10(2). 83-99.
- SILVEIRA, M. P.; BUSS, D. F. NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. 2006. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a southeastern Brazilian river. **Braz. J. Biol.** 66: 623-632.
- SIMÕES, L. B. & CARDOSO, L. G. 1998. Análise da distribuição da vegetação nativa na bacia do ribeirão Lavapés, Botucatu/SP, através do sistema de informações geográficas. **Energia na agricultura**
- SIMÕES, L. B. 1999. A GIS-based analysis of permanent preservational areas: High Pardo River watershed, Pardinho, SP. In: FOREST99- CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS. Curitiba, Anais. Curitiba: Biosfera (CD-ROM, Bio 1077.pdf).
- SIMÕES, L. B. O Papel da mata ciliar na qualidade de água dos rios. In: **Flora e fauna: um dossiê ambiental**. Ed. Unesp. São Paulo. 2004.
- SIMÕES, M. G. & SIMÕES, L. B. 2004. A evolução da região de Botucatu no tempo geológico. In: **Flora e fauna: um dossiê ambiental**. Ed. Unesp. São Paulo..
- SMITH, A. J.; BODE, R. W. & KLEPPEL, G. S. 2007. A nutrient biotic index (NBI) for use with macroinvertebrates communities. **Ecological Indicators** 7: 371-386.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1995. **Biometry: the principles and practices of statistics in biological research**. Freeman and Company, New York.
- STEWART K. W. and HARPER, P. P. 1996. Plecoptera. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3. ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- STRAŠKRABA, M. & J. G. Tundisi, 2000. **Gerenciamento da qualidade da água de represas**. Diretrizes para o gerenciamento de lagos. v. 9. International Lake Environment Committee & International Institute of Ecology, São Carlos.
- STRICKLAND, J. D.; PARSONS, T. R. 1960. **A manual of sea water analysis**. Bul. Fish. Res. Bel. Can., v. 125.
- STRIEDER, M. N.; RONCHI, L. H.; STENERT, C.; SCHERER, R. T. & NEISS, U. G. 2006. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. **Acta Biologica Leopoldensia**.
- SURIANO, M. T. & FONSECA- GESSNER, A. A. 2004. Chironomidae (Diptera) larvae in streams of parque estadual de Campos do Jordão, São Paulo, Brazil. **Acta Limnol. Bras.** 16(2): 129-136.
- TALLING, J. F. & DRIVER, D. 1963. Some problems in the estimation of chlorophyll a in phytoplankton. In: **Proceedings, Conference of primary productivity measurements in marine and freshwater**. Hawaii, 1961. USAEE. 142-146.
- TORRALBA-BURRIAL, A & OchAran, F. J. 2007. Protocolo para la evaluación del estado ecológico de la red fluvial de Aragón (NE de España) según sus comunidades de macroinvertebrados bentónicos. **Limnetica**, 26 (2): 359-372
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. 1995. **Larvas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo: Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. PPG- ERN/ UFSCAR, São Carlos.
- TUMWESIGYE, C.; YUSUF, S. K. & MAKANGA, B. 2000. Structure and composition of benthic macroinvertebrates of a tropical Forest stream, River Nyamweru, western Uganda. **Afr. Jr. Ecol.** 38: 72-77.
- TUNDISI, J. G. 2003. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez**. IIE. Rima. São Carlos.
- TUNDISI, J. G.; MATSUMURA- TUNDISI, T. & ABE, D. S. 2008. The ecological dynamics of Barra Bonita (Tietê river, SP, Brazil) reservoir: implications for its biodiversity. **Braz. J. Biol.**, 68 (4, Suppl.): 1079-1098.
- UIEDA, V. S. & MOTTA, R. L. 2004. Peixes dos riachos da cuesta de Botucatu. In: **Flora e fauna: um dossiê ambiental**. Ed. Unesp. São Paulo.
- VALDERRAMA, J. G. 1981. **The simultaneous analysis of total nitrogen and**



- phosphorus in natural waters.** Marine Chemistry, v.10.
- VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M. & SILVA A. M. M. 1997. Contribuição da cidade de Botucatu - SP com nutrientes (fósforo e nitrogênio) na eutrofização da represa de Barra Bonita. **Eclet. Quím.** **22**.
- VANNOTE, R.L.; MINSHALL, G.W.; CUMMINS, K.W.; SEDELL, J.R. e CUSHING, C.E. 1980. The River Continuum Concept. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** 37: 130-137.
- WALLACE, J. B. and ANDERSON, N. H. 1996. Habitat, Life History, and Behavioral Adaptations of Aquatic Insects. Cap. 5. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (eds). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3. ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America.
- WARD, J. V. 1998. Riverine landscape: biodiversity patterns, disturbance regimes, and aquatic conservation. **Biological conservation.** 83 (3). 269-278.
- WESTFALL Jr., M. J. and TENNESSEN K. J. 1996. Odonata. In: MERRITT, R. W. & CUMMINS K. W. (eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3 ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America. 164-211.
- WHITE, D. S. and BRIGHAM, W. U. 1996. Aquatic Coleoptera. In: Merritt, R. W. and Cummins K. W. (eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3. ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America. 399-473.
- WIEDERHOLM, T. 1980. Use of benthos in lake monitoring. **Journal WPCF.** Vol. 52 (3). Swedish Environment Protection Board, Uppsala, Sweden. 537-547.
- WIGGINS, G. B. 1996. Trichoptera Families. In: MERRITT, R. W. and CUMMINS K. W. (Eds.). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America.** 3 .ed. Kendall/Hunt Publishing Company, United States of America. 309-349.

## ANEXO 1

Estação de amostragem: .....

### Características da Margem

- Uso e ocupação predominante  
\_\_\_ floresta \_\_\_ pasto, solo descoberto \_\_\_ agricultura \_\_\_ residência \_\_\_ comércio  
\_\_\_ indústria \_\_\_ outros:
- Fontes locais de poluição no corpo d'água  
\_\_\_ sem evidencia \_\_\_ algumas fontes potenciais \_\_\_ fontes óbvias
- Erosão local no corpo d'água  
\_\_\_ nenhuma \_\_\_ moderada \_\_\_ alta

### Vegetação Riparia

Indicar o tipo de espécie dominante e anotar a espécie dominante presente

\_\_\_ árvores \_\_\_ arbusto \_\_\_ grama \_\_\_ herbácea

Espécie dominante presente:

### Características do Riacho

Comprimento médio estimado:

Largura estimada do riacho:

Área de amostragem:

Área em Km<sup>2</sup>:

Profundidade:

Velocidade da superfície:

- Cobertura de Dossel  
\_\_\_ Aberto \_\_\_ parcialmente coberto \_\_\_ coberto
- Marca mais alta da água:
- Proporção dos tipos de morfologia do riacho  
\_\_\_ %corredeira \_\_\_ %rápido \_\_\_ %poção

### Vegetação Aquática

- Indicar o tipo de espécie dominante e anotar a espécie dominante presente  
\_\_\_ enraizada emergente \_\_\_ enraizada submersa \_\_\_ enraizada flutuante  
\_\_\_ alga flutuante \_\_\_ alga aderida
- Espécie presente dominante
- Proporção da cobertura de vegetação aquática %

### Qualidade da Água

Temperatura:

Condutividade:

O.D.:

pH:

Turbidez:

- Odor da água  
\_\_\_ normal, nenhum \_\_\_ esgoto \_\_\_ petróleo \_\_\_ química \_\_\_ peixe

Outros

- Óleo na superfície da água  
\_\_\_ escorregadio \_\_\_ brilho \_\_\_ pqs gotas \_\_\_ mancha \_\_\_ nenhum outros:

### Sedimento

- Odor

\_\_\_normal \_\_\_esgoto \_\_\_petróleo \_\_\_química \_\_\_anaeróbio \_\_\_nenhum Outros:

- Óleo

\_\_\_ausente \_\_\_fraco \_\_\_moderado \_\_\_profuso

- Depósitos

\_\_\_lama \_\_\_serragem \_\_\_fibra de papel \_\_\_areia \_\_\_conchas outros:

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1) Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/ agricultura/monocultura /reflorestamento	Residencial/ comercial/ industrial
2) Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento no seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3) Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderúrgicas, cana lização, retilização do curso do rio)
4) Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5) Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ industrial
6) Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7) Transparência da água	Transparente	Turva/ cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8) Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/ industrial
9) Oleosidade do fundo	Ausente	Moderada	Abundante
10) Tipo de fundo	Pedras/ cascalho	Lama/ areia	Cimento/ canalizado

PARÂMETROS	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
11) Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados: pedaços de troncos submersos: cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados: habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados: disponibilidade de habitats insuficientes: substratos freqüentemente modificados.	Menos de 10% de habitats diversificados: ausência de habitats óbvia: substrato rochoso instável para a fixação dos organismos.
12) Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas: rápidos tão largos quanto o rio e com comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos coma a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes: rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13) Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes: distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes: distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais: habitats formados pelos contornos do fundo: distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos: pobreza de habitats: distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14) Tipos de substratos	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes)	Seixos abundantes: cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho: alguns seixos presentes.	Fundo predegoso: seixos ou lamoso.
15) Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25% e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mias de 75% do fundo coberto por lama.
16) Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama.	Alguma evidência de modificação do fundo,	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou	Grandes depósitos de lama, maior

PARÂMETROS	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
		principalmente como aumento de cascalho areia ou lama: 5 a 30% do fundo afetado: suave deposição nos remansos.	lama nas margens: entre 30 a 50% do fundo afetado: deposição moderada nos remansos.	desenvolvimento nas margens: mais de 50% do fundo modificado: remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17) Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima: rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes: evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens: 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas: acima de 80% modificado.
18) Características do fluxo da água	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio: mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio: ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25% e 75% do canal do rio e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19) Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas: mínima evidência de desflorestamento: todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa: deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação: maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa: deflorestamento óbvio: trechos com solo exposto ou vegetação eliminada: menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa: deflorestamento muito acentuado.
20) Estabilidade das margens	Margens estáveis: evidência de erosão mínima ou ausente: pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis: pequenas áreas de erosão frequentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável: entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável: muitas áreas com erosão: frequentes áreas descobertas nas curvas do rio: erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21) Extensão da mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18m: sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18m: mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12m: influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6m: vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22) Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídas pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos de macrófitas (p. ex. aguapé)

ANEXO 2

Período Chuvoso/2007														
Estações	Temp.	Temp.	Lux	O.D. mg/l	pH	K µS/cm	ORP mV	Material em suspensão		Turb.	Clorofila	Coliformes		DBO
	ar °C	água°C						inorg.	org.			totais	termo.	
Araquá1	26,50	21,01	3800	9,0	5,99	240	199	0,254	0,121	11,9	2,87	6870	275	23
Araquá2	29,50	23,05	5000	9,0	6,50	340	127	0,143	0,198	8,2	17,87	14140	300	21
Araquá3	25,80	22,35	5500	8,5	5,95	190	193	1,170	0,289	25,3	3,26	17330	410	25
Araquá4	36,00	25,2	72000	6,0	5,85	160	150	1,089	0,381	33,0	5,14	120300	390	26
Araquá5	31,50	26,77	70000	4,7	5,62	190	327	0,222	0,328	13,2	14,37	1270	30	27
Capivara1	28,50	25,3	3200	3,2	5,57	60	126	0,645	0,326	19,8	1,12	4610	97	11
Capivara2	34,00	26,8	74000	9,2	6,78	60	241	0,170	0,125	10,8	2,02	4880	249	15
Capivara3	34,00	24,49	88000	7,6	5,50	70	309	1,445	0,494	29,2	0,24	9800	122	18
Capivara4	34,00	24,7	80000	6,6	5,70	150	315	0,328	0,159	16,1	2,42	3650	135	22
Lavapés1	25,50	22,27	1400	7,9	5,26	50	357	0,226	0,227	6,0	1,74	19860	727	12
Lavapés2	29,00	26,26	12000	8,2	6,96	170	248	0,684	0,523	22,9	1,76	120300	26000	19
Lavapés3	38,50	28,66	3900	6,1	5,82	160	295	3,160	1,019	50,1	4,38	48800	3450	18
Lavapé 4	36,50	28,17	80000	5,2	5,87	300	313	0,560	0,486	18,0	27,53	5480	41	22
Pardo1	21,50	19,97	10000	7,4	4,75	35	357	0,503	0,253	16,2	4,04	24190	122	8
Pardo2	26,00	22,14	60000	9,6	5,83	20	330	0,267	0,143	10,5	0,22	613	10	10
Pardo3	29,00	22,32	60000	8,8	4,97	21	381	0,473	0,200	15,1	0,22	2280	150	12
Pardo4	29	21,1	17200	9,4	5,3	24	357	0,628	0,243	24,1	1,24	13000	80	13

Período Seco/2007														
Estações	Temp.	Temp.	Lux	O.D. mg/l	pH	K µS/cm	ORP mV	Material em suspensão		Turb.	Cloro fila	Coliformes		DBO
	ar °C	água°C						inorg.	org.			totais	termo.	
Araquá1	24,90	18,2	60000	9,5	5,43	137	216	0,147	0,131	6,1	4,16	7270	570	9
Araquá2	26,00	18,27	14000	9,3	5,94	235	219	0,030	0,955	7,8	91,20	92100	1700	14
Araquá3	27,00	18,23	10000	9,4	5,36	161	364	0,603	0,223	14	1,69	3650	610	14
Araquá4	28,00	19,26	74000	8,6	5,09	113	159	0,926	0,362	18	2,90	5800	400	13
Araquá5	31,00	23,3	74000	5,6	5,65	166	258	0,288	0,481	11	15,89	12030	130	12
Capivara1	30,00	21,69	70000	6,5	5,42	57	132	0,282	0,202	8	2,72	435	26	8
Capivara2	28,80	18,3	60000	10,5	6,07	85	391	0,139	0,128	4,2	3,31	1570	70	13
Capivara3	27,50	19,5	70000	9,9	7,07	95	380	0,562	0,203	13	2,81	2400	350	14
Capivara4	29,00	20,78	60000	8,9	5,64	107	263	0,727	0,277	15	2,89	12030	300	13
Lavapés1	24,00	20,56	3000	8,6	4,75	54	314	0,609	0,470	4	1,56	1870	50	8
Lavapés2	28,00	22,76	5500	9,5	6,85	154	218	0,126	0,267	6,3	3,28	198600	64900	17
Lavapés3	29,50	20,5	66000	5,7	5,70	288	362	1,206	0,505	19	4,61	15000	7700	18
Lavapé 4	30,00	19,72	50000	5,1	5,49	251	274	0,765	0,481	15	6,97	700	500	15
Pardo1	30,00	20,57	30000	6,3	5,21	81	295	0,102	0,147	6,2	2,15	24190	40	8
Pardo2	30,00	21,8	62000	9,8	5,76	37	284	0,194	0,123	9,4	2,81	261	1	7
Pardo3	25,00	19,47	70000	8,0	4,93	22	290	0,148	0,154	9,1	3,05	866	102	10
Pardo4	26	20,4	10000	10,1	5,6	46	294	0,091	0,098	6,6	2,09	2140	420	8

ANEXO 3

MARÇO/2007					
Estações de amostragem	Granulometria (Φ)	Matéria Orgânica	% Água	Nitrogênio	Fósforo
Araquá1	1,716	0,38	24,30	0,15	0,04
Araquá2	1,716	0,65	8,20	0,00	0,03
Araquá3	1,760	0,85	18,96	0,08	0,13
Araquá4	1,600	2,24	23,14	0,36	0,17
Araquá5	2,360	47,24	85,66	8,39	0,95
Capivara1	2,050	9,96	29,74	1,16	0,60
Capivara2	1,750	7,66	18,28	0,08	0,11
Capivara3	1,983	0,29	16,94	0,07	0,04
Capivara4	3,883	12,38	44,12	1,87	0,58
Lavapés1	1,516	1,29	22,63	0,36	0,05
Lavapés2	1,160	0,68	17,14	0,09	0,14
Lavapés3	1,983	2,09	22,04	0,10	0,38
Lavapé 4	2,483	4,56	28,44	0,29	0,47
Pardo1	1,650	3,05	16,56	0,28	2,04
Pardo2	2,460	7,32	17,95	0,48	0,59
Pardo3	2,260	2,51	24,24	0,23	0,22
Pardo4	1,630	0,70	19,11	0,09	0,07

SETEMBRO/2007					
Estações de amostragem	Granulometria (Φ)	Matéria Orgânica	% Água	Nitrogênio	Fósforo
Araquá1	1,600	0,34	10,30	0,11	0,07
Araquá2	1,630	0,31	4,69	0,02	0,03
Araquá3	1,600	1,18	21,25	0,02	0,15
Araquá4	3,130	12,11	53,91	1,75	0,43
Araquá5	4,360	43,66	45,34	8,00	1,06
Capivara1	1,760	6,56	30,35	0,59	0,47
Capivara2	1,050	1,25	7,63	0,01	0,24
Capivara3	1,530	0,34	42,41	0,08	0,09
Capivara4	1,583	0,81	0,00	0,06	0,12
Lavapés1	1,716	3,76	47,79	0,82	0,08
Lavapés2	1,300	0,89	22,72	0,08	0,15
Lavapés3	3,983	10,27	63,54	0,66	0,53
Lavapé 4	2,800	6,16	29,14	1,73	0,80
Pardo1	2,100	1,64	5,79	0,15	0,27
Pardo2	1,630	1,19	11,96	0,10	0,08
Pardo3	3,800	17,13	56,58	2,22	0,85
Pardo4	1,860	0,05	22,38	0,08	0,11

## ANEXO 4

Período Chuvoso/2007									
Estações de amostragem	Ntotal	Amônia	Nitrito	Nitrito	Ptotal	Fosfato	Fosfato	Fosfato	Silicato
						total	inorgânico	orgânico	
Araquá1	370,20	7,18	221,80	4,93	31,88	27,34	22,58	4,76	15,16
Araquá2	1776,55	19,24	461,50	23,02	268,80	242,97	205,95	37,02	15,25
Araquá3	246,75	15,16	132,65	3,62	34,48	19,78	17,46	2,33	15,05
Araquá4	333,65	10,60	39,82	3,65	28,90	15,26	13,58	1,68	16,13
Araquá5	921,63	4,71	162,00	12,68	36,71	18,32	10,32	8,01	12,01
Capivara1	87,90	44,88	0,00	1,15	56,97	10,24	4,30	5,94	13,02
Capivara2	126,55	42,70	30,28	1,89	21,28	19,99	7,48	12,51	15,95
Capivara3	145,60	8,32	0,24	3,14	23,51	26,96	10,29	16,68	12,59
Capivara4	147,75	3,86	0,00	2,25	27,04	24,97	9,16	15,81	14,67
Lavapés1	153,55	18,48	0,00	1,50	9,57	10,84	7,85	2,99	3,05
Lavapés2	3940,90	1681,68	354,30	181,24	250,05	174,28	94,82	79,46	12,89
Lavapés3	3375,50	227,71	1993,40	292,12	183,00	148,18	109,15	39,03	15,00
Lavapé 4	1590,00	8,60	1297,30	100,95	144,50	46,79	32,51	14,28	12,55
Pardo1	439,05	111,27	138,85	8,36	33,92	20,19	9,35	10,85	6,64
Pardo2	93,73	5,66	0,00	1,56	12,17	10,64	6,73	3,91	4,76
Pardo3	138,70	2,72	6,79	2,16	19,05	14,22	10,84	3,38	3,18
Pardo4	165,70	0,45	0,00	2,25	18,87	11,23	5,80	5,44	10,10

Período Seco/2007									
Estações de amostragem	Ntotal	Amônia	Nitrito	Nitrito	Ptotal	Fosfato	Fosfato	Fosfato	Silicato
						total	Inorgânico	orgânico	
Araquá1	612,45	26,255	466,05	4,9	42,10	38,55	33,51	5,04	16,49
Araquá2	1793,67	54,285	1437,45	117,2	657,81	547,30	535,10	12,20	16,28
Araquá3	293,27	26,345	109,1	3,66	16,12	22,64	21,79	0,85	20,55
Araquá4	269,55	29,445	87,195	2,74	15,44	23,30	19,84	3,46	16,78
Araquá5	923,54	51,38	280,1	10,57	36,03	25,12	14,31	10,82	14,08
Capivara1	197,03	11,815	12,915	1,3463	6,84	8,71	7,96	0,75	8,08
Capivara2	320,77	9,38	79,72	2,0251	17,64	18,16	17,40	0,76	11,18
Capivara3	257,69	13,69	21,325	2,065	14,94	18,32	17,72	0,60	9,82
Capivara4	303,51	29,815	20,395	1,9053	18,99	17,49	15,28	2,21	8,76
Lavapés1	135,84	26,065	18,99	0,71	6,84	10,04	4,70	5,34	3,61
Lavapés2	3519,49	1291,8	1730,1	75,97	207,81	155,15	137,80	17,35	13,35
Lavapés3	4620,96	859,65	2478,6	68,03	519,12	400,45	382,55	17,90	12,13
Lavapé 4	5277,66	580,2	2884,5	44,83	225,02	146,90	132,90	14,00	11,69
Pardo1	1109,54	289,35	858,45	85,56	75,69	77,49	74,53	2,96	8,40
Pardo2	271,17	14,16	23,66	0,7074	5,66	6,56	2,10	4,46	3,98
Pardo3	267,39	12,19	35,805	1,2265	6,84	8,38	5,35	3,03	3,27
Pardo4	211,86	7,785	3,19	2,2248	9,88	10,70	7,31	3,39	6,43

ANEXO 5

MARÇO/2007																		
ÁGUA	Ntotal		Amônia		Nitrito		Nitrito		Ptotal		Fosfato total		Fosfato inorgânico		Fosfato orgânico		Silicato	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	729,8	642,7	11,38	5,89	203,55	158,46	9,58	8,40	80,15	105,50	64,73	99,74	53,98	85,08	10,76	14,89	14,72	1,57
Bacia Capivara	126,9	27,72	24,94	21,86	7,63	15,10	2,11	0,83	32,20	16,68	20,54	7,47	7,81	2,61	12,74	4,87	14,05	1,55
Bacia Lavapés	2265	1728	484,12	804,74	911,25	905,66	143,95	123,13	146,78	101,34	95,02	78,57	61,08	48,64	33,94	33,88	10,87	5,33
Bacia Pardo	209,3	156	30,02	54,21	36,41	68,37	3,58	3,20	21,00	9,19	14,07	4,37	8,18	2,33	5,89	3,42	6,17	2,98

SETEMBRO/2007																		
ÁGUA	Ntotal		Amônia		Nitrito		Nitrito		Ptotal		Fosfato total		Fosfato inorgânico		Fosfato orgânico		Silicato	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	703,28	590,48	39,68	13,62	421,61	517,17	23,74	45,87	128,72	259,57	110,82	214,05	104,87	210,98	5,95	4,53	16,99	2,12
Bacia Capivara	269,75	55,31	16,18	9,26	33,59	30,98	1,84	0,33	14,60	5,44	15,67	4,65	14,59	4,55	1,08	0,76	9,46	1,35
Bacia Lavapés	3388,5	2286,5	689,43	530,35	1778,0	1266,4	47,39	33,81	239,70	210,97	178,13	162,47	164,49	157,90	13,65	5,80	10,19	4,44
Bacia Pardo	464,99	430,56	80,87	139,01	230,28	419,00	22,43	42,09	24,52	34,16	25,78	34,51	22,32	34,87	3,46	0,69	5,52	2,35

MARÇO/2007																		
ÁGUA	Temperatura ar		Temperatura água		O. D.		pH		K		ORP		Material em suspensão		Turbidez		Clorofila-a	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média/DP	Média/DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	29,86	4,13	23,68	2,30	7,44	1,97	5,98	0,32	224,00	70,92	199,20	77,47	0,57/0,51	0,26/0,1	18,31	10,42	8,70	6,94
Bacia Capivara	32,63	2,75	25,32	1,04	6,65	2,54	5,89	0,60	85,00	43,59	247,75	87,83	0,65/0,57	0,27/0,17	18,98	7,75	1,45	0,97
Bacia Lavapés	32,38	6,14	26,34	2,90	6,85	1,44	5,98	0,71	170,00	102,31	303,25	45,11	1,16/1,35	0,56/0,33	24,25	18,64	8,85	12,51
Bacia Pardo	26,38	3,54	21,38	1,08	8,80	0,99	5,22	0,47	25,00	6,88	356,25	20,84	0,47/0,15	0,21/0,05	16,48	5,65	1,43	1,81

SETEMBRO/2007																		
ÁGUA	Temperatura ar		Temperatura água		O. D.		pH		K		ORP		Material em suspensão		Turbidez		Clorofila-a	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média/DP	Média/DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	27,10	2,19	19,31	2,00	8,72	1,58	5,54	0,31	157,67	42,53	227,33	78,46	0,36/0,34	0,38/0,31	10,63	4,47	19,57	35,51
Bacia Capivara	28,83	1,03	20,07	1,48	8,95	1,76	6,05	0,73	86,00	21,32	291,50	121,09	0,43/0,27	0,20/0,06	10,08	4,88	2,93	0,26
Bacia Lavapés	27,88	2,72	20,89	1,31	7,23	2,15	5,70	0,87	186,75	105,00	292,00	61,06	0,68/0,44	0,43/0,11	10,95	7,07	4,10	2,28
Bacia Pardo	27,75	2,63	20,56	0,96	8,55	1,76	5,37	0,37	46,50	25,04	290,75	4,99	0,13/0,05	0,13/0,03	7,84	1,64	2,52	0,48



ANEXO 6

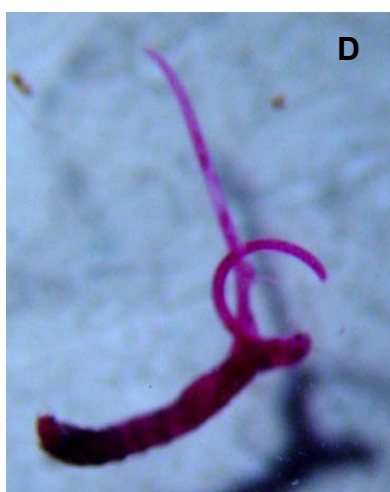
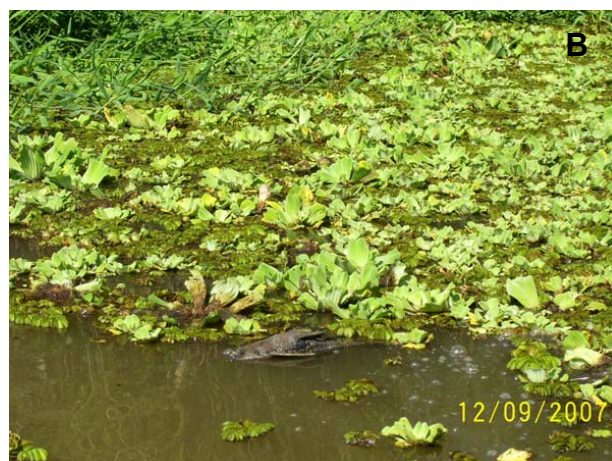
**MARÇO/2007**

SEDIMENTO	Matéria Orgânica		% Água		Nitrogênio		Fósforo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	0,52	1,04	32,05	30,64	178,22	368,43	52,73	78,09
Bacia Capivara	0,40	0,27	27,27	12,62	77,83	88,38	66,38	60,16
Bacia Lavapés	0,11	0,09	22,56	4,62	21,06	13,28	52,25	39,58
Bacia Pardo	0,18	0,14	19,46	3,35	25,73	16,99	55,00	45,04

**SETEMBRO/2007**

SEDIMENTO	Matéria Orgânica		% Água		Nitrogênio		Fósforo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Bacia Araquá	0,58	0,95	27,10	21,62	198,25	344,36	69,52	85,96
Bacia Capivara	0,11	0,15	20,10	19,68	18,58	26,79	45,94	34,41
Bacia Lavapés	0,27	0,20	40,79	18,52	81,96	68,89	78,19	68,56
Bacia Pardo	0,26	0,40	24,18	22,66	63,84	105,58	65,45	71,79

ANEXO 7



A- Foz do Rio Lavapés na estação seca quando todo o rio esteve coberto por macrófitas aquáticas; B - Foz do Rio Lavapés na estação seca com presença de peixes mortos e produção de gases; C – Chironomidae parasitado por Nematoda; D – Deformidade no mento de Chironomidae do gênero *Polypedilum*.



# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)