

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAQUARA – UNIARA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL E**  
**MEIO AMBIENTE**

LUCAS HENRIQUE SAHM

**MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES**  
**EM CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA - SP**

**Orientador: Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni**

ARARAQUARA

2016

LUCAS HENRIQUE SAHM

**MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES EM  
CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA - SP**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente.

Orientador: Dr. Guilherme Rossi Gorni

Araraquara – SP

2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

S138m Sahm, Lucas Henrique

Macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores em Córregos urbanos do município de Bocaina-SP/Lucas Henrique Sahm. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2016.  
75f.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário de Araraquara  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente

Orientador: prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni

1. Macroinvertebrados aquáticos. 2 Biodiversidade. 3. Mananciais urbanos. 4. Avaliação ambiental. I. Título.

CDU 504.03



Centro Universitário de Araraquara

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 - Caixa Postal 68 - Fone/Fax: (16) 3301-7100

[www.uniara.com.br](http://www.uniara.com.br)

## FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: *Lucas Henrique Salm*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, curso de Mestrado, do Centro Universitário de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

### BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni  
UNIARA – Araraquara

Prof. Dra. Regiane Cristina Correa  
USP – São Carlos

Prof. Dr. Juliano José Corbi  
UNIARA - Araraquara

Araraquara – SP, 01 de março de 2016

Aos meus pais  
Luiz Fernando Sahn  
Ana Célia Giachini Sahn

Ao meu irmão  
Jose Alberto Sahn Neto

Aos meus amigos...

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni, pela orientação e conhecimentos transmitidos a mim em campo e em laboratório, e também por servir como exemplo e inspiração para minha formação profissional. Obrigado pela amizade e confiança em desenvolver esse trabalho.

À Professora Dra. Maria Lúcia Ribeiro pela orientação e conhecimentos transmitidos durante a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Juliano José Corbi, pela amizade construída durante esses dois anos e os conhecimentos e ensinamentos transmitidos em laboratório.

À minha amiga e companheira de todas as horas, Nathalie Aparecida de Oliveira Sanches, pelo auxílio e ajuda durante a realização desse trabalho. A esta amiga serei sempre grato, desejando sucesso e felicidade.

Ao meu amigo Diego Ferreira Gomes, pelo auxílio nas atividades de coleta desse Trabalho.

Ao meu amigo Hugo Henrique Lanzi Saulino, pelo auxílio na identificação de alguns organismos.

Ao meu amigo Cesar Feliciano, pelo auxílio em laboratório na queima do sedimento.

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e deram forças. Agradeço meu irmão pela paciência e compreensão sempre.

À dedicada Tia Kika (Izilda Francisca Sahn), de quem recebi apoio de todas as formas e ajuda nesse período em que com ela convivi, um agradecimento maior.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio ambiente da UNIARA, pelos ensinamentos e à Secretaria pelo auxílio.

À turma da classe, pela amizade e companhia, que ao longo desses dois anos foram indispensáveis para a conclusão de nossos estudos.

À Uniara por fornecer o espaço da área de estudo.

À Capes pelo apoio financeiro ao projeto, que possibilitou a realização desse trabalho.

Meu muito obrigado, a todos que de uma forma ou outra, me ajudaram a realizar este trabalho, e que Deus lhes dê saúde, paz e muito amor.

E principalmente a Deus por me conceder o dom de viver.

## RESUMO

A água é de essencial importância para a existência da vida na terra, sendo vital para todo o equilíbrio ecológico. Assim, a boa qualidade dos ecossistemas aquáticos é fundamental para o estabelecimento de comunidades naturais, tornando-se indispensável para a manutenção da biodiversidade aquática. Estudos sobre a dinâmica das comunidades de invertebrados permitem a inferência sobre a produtividade primária e decomposição de ecossistemas aquáticos, possibilitando visualização do estado de degradação ambiental. Entre essas comunidades destacam-se os macroinvertebrados aquáticos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade ambiental de três córregos urbanos, por meio de análises físicas e químicas da água e sedimento, bem como da estrutura da comunidade de invertebrados. Os córregos estão localizados no município de Bocaina (região centro-oeste do Estado de São Paulo) que tem como principais atividades econômicas, a plantação de café e cana-de-açúcar, além da confecção de luvas de raspa de couro. Para isso, as amostras foram coletadas em sete pontos (com 3 réplicas), distribuídos entre o córrego do Himalaia, córrego da Bocaina e Ribeirão da Bocaina. As coletas ocorreram em intervalos sazonais com o auxílio de um amostrador do tipo rede em “D” com malha 0,025mm pelo método de varredura. O material coletado foi triado para separação dos macroinvertebrados aquáticos, e identificado até o nível de família. Foram identificados 1675 exemplares de invertebrados, distribuídos em 28 táxons representados por 8 clados. Os táxons mais abundantes foram Chironomidae que representou 67,82% do total identificado, seguido de Hydrophilidae 15,58% e Calopterygidae 2,39%. Foram medidas, também, seis variáveis em campo: temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, profundidade e largura. A estrutura da comunidade de macroinvertebrados foi analisada por meio das métricas: riqueza de espécies, abundância, índices de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou. Os maiores valores de diversidade e riqueza ocorreram nos pontos mais afastados da cidade, recebendo menor influência antrópica. A similaridade na composição da macrofauna entre as estações amostradas, foi analisada pela análise de agrupamento (UPGMA) de Bray-Curtis e para investigar as possíveis correlações entre as variáveis ambientais e a ocorrência/abundância das espécies foi empregada uma análise de correlação canônica (CCA). Também foram analisadas as concentrações de metais potencialmente biodisponíveis (Cr, Cu, Zn) no sedimento. As maiores concentrações foram registradas no ponto mais à jusante do Ribeirão da Bocaina, onde é evidente a inexistência da vegetação ciliar, presença de atividade agrícola, processos



de erosão e assoreamento. Esse ponto também revelou maior abundância de larvas de Chironomidae (Diptera) que são indicadoras de ambientes impactados. Os córregos urbanos do município de Bocaina não estão devidamente preservados, pois sofrem muitos impactos negativos, necessitando com urgência a implantação de medidas de preservação e recuperação. Assim, esses resultados enfatizam a importância da utilização de macroinvertebrados aquáticos que mostram ser bastante efetivos em estudos ambientais de ecossistemas aquáticos.

Palavras-chave: Macroinvertebrados aquáticos; Biodiversidade; Mananciais Urbanos; Avaliação Ambiental.

## ABSTRACT

Water is of vital importance for the existence of life on earth, it is vital for the whole ecological balance. So, the quality of aquatic ecosystems is essential for the establishment of natural communities, making it indispensable for the maintenance of aquatic biodiversity. Studies on the dynamics of invertebrate communities allow inferences about the primary productivity and decomposition of aquatic ecosystems, enabling visualization of the state of environmental degradation. Among these communities stand out aquatic macroinvertebrates. In this context, this study evaluate the environmental quality of three urban streams through physical and chemical analysis of water and sediment, as well as the invertebrate community structure. The streams are located in the city of Bocaina (center-west region of the State of São Paulo) whose main economic activities, the coffee plantation and cane sugar, in addition to the production of leather gloves zest. For this, samples were collected at seven points (3 replicates), distributed among stream Himalayan stream of Bocaina and Ribeirão Bocaina. Sampling occurred in seasonal intervals with the aid of a network type sampler in "D" mesh 0.025 mm by quick sampler. The collected material was screened for separation of aquatic macroinvertebrates and identified at the family level. We identified 1675 specimens of invertebrates, distributed in 28 taxa represented by eight clades. The most abundant taxa were chironomid which represented 67.82% of the total identified, followed by Hydrophilidae 15.58% and 2.39% Calopterygidae. Measures were also six variables in the field: temperature, conductivity, dissolved oxygen, pH, depth and width. The macroinvertebrate community structure was analyzed by means of metrics: species richness, abundance, Shannon diversity index ( $H'$ ) and evenness Equitability. The greatest diversity and richness occurred in the remotest parts of the city, receiving less influence anthropic. The similarity in the composition of macrofauna between sampling stations was analyzed by cluster analysis (UPGMA) Bray-Curtis and to investigate possible correlations between environmental variables and the occurrence / abundance of species was employed a canonical correlation analysis (CCA ). We also analyzed the concentrations of potentially bioavailable metals (Cr, Cu, Zn) in sediments. The highest concentrations were recorded at the most downstream of Ribeirão Bocaina, where the absence of riparian vegetation is evident presence of agriculture, erosion and siltation. This point also revealed greater abundance of Chironomidae (Diptera) that are indicative of impacted environments. Urban streams Bocaina municipality are not properly preserved, because they suffer many negative impacts, requiring urgent implementation of conservation and recovery measures. Thus, these results emphasize the importance of using aquatic

macroinvertebrates that prove to be quite effective in environmental studies of aquatic ecosystems.

Keywords: aquatic macroinvertebrates; biodiversity; Urban water sources; Environmental Assessment.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização do Município de Bocaina no Estado de São Paulo .....	11
<b>Figura 2</b> – Localização dos pontos de coleta nos três córregos do município de Bocaina (Ponto P1 ao Ponto P7).....	12
<b>Figura 3</b> – Entorno dos locais de amostragem: A, B, C: Depósito inadequado de couro; D: Secagem dos couros em varais .....	14
<b>Figura 4</b> – Visão geral do ponto um (P1) do Ribeirão da Bocaina .....	15
<b>Figura 5</b> – Visão geral do ponto dois (P2) do Ribeirão da Bocaina (A, C, D); Presença de canalização no ponto (B) .....	16
<b>Figura 6</b> – Ponto quatro (P4) - Curso do rio assoreado (A); intenso processo de erosão (B); presença de resíduos (C); Depósito de raspas de couro próximo a nascente (D).....	17
<b>Figura 7</b> – Visão geral do ponto quatro (P4) .....	18
<b>Figura 8</b> – Visão geral do ponto cinco (P5).....	19
<b>Figura 9</b> – Barragem logo após a nascente do Ponto cinco (P5).....	20
<b>Figura 10</b> – Ponto seis (P6) do Córrego Himalaia - Presença de canalização (A); Visão geral do ponto de coleta (B) .....	20
<b>Figura 11</b> – Ponto sete (P7) do Ribeirão da Bocaina - Espuma na água (A, D); Curso do córrego sem mata ciliar (B); Couro estendido no solo para secagem (C) .....	21
<b>Figura 12</b> – Frascos com os sedimentos em fase de digestão de metais em placa aquecedora A; Processo de filtração dos metais B; Balão volumétrico contendo 100 ml da extração de metais C .....	23
<b>Figura 13</b> – Riqueza de táxons dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina- SP .....	36
<b>Figura 14</b> – Total Abundância dos táxons dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina- SP .....	37
<b>Figura 15</b> – Diversidade de Shannon dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina - SP .....	38
<b>Figura 16</b> – Análise de agrupamento entre os pontos amostrais (Correlação cofenética = 0, 9054).....	39

**Figura 17** – Diagrama da Análise de Correspondência Canônica da comunidade de macroinvertebrados e variáveis ambientais. Tag: Temperatura da água; Prof: profundidade; OD: Oxigênio Dissolvido; Larg: largura; CE: Condutividade elétrica.....40

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Limites para cromo Total, cromo trivalente (Cr III) e cromo hexavalente (Cr VI) na legislação brasileira.....	8
<b>Tabela 2</b> – Caracterização ambiental dos pontos amostrais através da aplicação do Protocolo proposto pelo Projeto Temático Biota/Fapesp. (anexo A), (adaptado de SURIANO, 2008)...	25
<b>Tabela 3</b> – Média e desvio padrão das variáveis ambientais (V.A.), (medidas entre dezembro de 2014 a julho de 2015), dos pontos amostrais em cada corpo hídrico da cidade de Bocaina. T. água: Temperatura da água (C°); Cond.: Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) ; O.D.: Oxigênio dissolvido (mg/L); Prof.: profundidade (m) e Larg.: Largura (m) .....	27
<b>Tabela 4</b> – Valores das concentrações de metais no sedimento em cada ponto amostragem em comparação com os valores estipulados pela legislação brasileira Conama nº344/2004.....	28
<b>Tabela 5</b> – Concentração de matéria orgânica no sedimento dos sete pontos amostrais.....	29
<b>Tabela 6</b> – Abundância dos Táxons de macroinvertebrados aquáticos coletados nos córregos urbanos do município de Bocaina (SP) .....	30
<b>Tabela 7</b> – Valores de riqueza e abundância de insetos aquáticos e índice de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade entre os pontos amostrais .....	35

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Macroinvertebrados como indicadores ambientais .....	3
1.2 Influência do uso e ocupação do solo em córregos urbanos de Bocaina - SP.....	5
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	10
2.1 Objetivo Geral .....	10
2.2 Objetivos Específicos .....	10
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	11
3.1 Área de Estudo .....	11
3.2 Caracterização ambiental dos Córregos Urbanos.....	14
3.3 Variáveis Ambientais .....	22
3.4 Análise Química do Sedimento .....	22
3.5 Amostragem e Identificação da Fauna .....	23
3.6 Análise dos Dados .....	24
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1 Caracterização Ambiental.....	25
4.2 Variáveis Ambientais .....	25
4.3 Metais no Sedimento .....	27
4.4 Estrutura Taxonômica da Macrofauna .....	29
4.5 Análises Estatísticas .....	35
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	41
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	42
<b>ANEXO 1</b> .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

Ecosistemas aquáticos de água doce ocupam 0,0093% do volume total de água no planeta e, no entanto, abrigam 12% de todas as espécies animais. Os rios e lagos são as principais reservas de água, desempenhando um papel vital e insubstituível em todo o equilíbrio ecológico, sendo um recurso natural e indispensável à manutenção da vida na terra. No decorrer dos últimos anos, vem se verificando que os recursos hídricos superficiais e subterrâneos danificam-se devido às múltiplas atividades humanas desenvolvidas em grande escala nas bacias hidrográficas, observando-se que o aumento populacional da espécie humana, acompanhado da expansão das atividades industriais e agrícolas, tem modificado drasticamente as características desses ecossistemas (TUNDISI, 1999; RODRIGUES et al. 2001; TUNDISI, 2008).

A degradação dos recursos hídricos tornou-se motivo de preocupação nas últimas décadas, impondo ao ser humano desafios em relação à escassez de água, poluição e degradação ambiental dos ecossistemas aquáticos. Diante desses acontecimentos, existe um crescente interesse por conhecer e monitorar esses ecossistemas, pois o conhecimento ecológico integra o funcionamento do sistema como um todo, desenvolvendo critérios físicos, químicos e biológicos que possibilitam diagnosticar o efeito das atividades antrópicas exercidas nesses ecossistemas (MORRIS & HAKWINS, 2000; MOKAYA & MATHOOKO, 2004; TUNDISI, 2003).

Os corpos d'água devem ser reconhecidos como sistemas abertos envolvendo toda bacia hidrográfica (ODUM, 2007). Portanto, torna-se necessário o monitoramento da qualidade ambiental e da água para preservação desses ecossistemas, minimizando as alterações causadas ao meio ambiente (BRAGA, 2006).

Nesse contexto, o primeiro passo em busca da qualidade ambiental e dos ecossistemas aquáticos é a execução de um planejamento seguido de um gerenciamento e monitoramento desses ecossistemas, tendo como principal objetivo a recuperação (TUNDISI, 2003). Durante várias décadas, o critério de avaliação da qualidade das águas foi analisado apenas pelo ponto de vista químico, físico e bacteriológico, sem considerar a fauna local. Esses critérios indicam somente variações ambientais momentâneas, sendo que a biota aquática pode avaliar mudanças ocorridas ao longo do tempo, fornecendo assim uma caracterização mais completa do ambiente. Essas alterações geralmente são causadas por ações antrópicas provenientes de processos industriais, descarga de efluentes e da prática agrícola (METCALFE, 1989; KARR,



1999).

Segundo Pratt (1976), a utilização de parâmetros físicos e químicos é inadequada para detecção de alterações sutis no ecossistema, principalmente se forem realizadas distante das fontes poluidoras. Por outro lado, a avaliação biológica detecta a presença de poluentes através de efluentes despejados nos ambientes, sejam eles, crônicos ou contínuos e mesmo em baixos níveis de concentração. Isso ocorre devido à capacidade de sensibilização que o organismo possui, em resposta à poluição e contaminação de seu habitat, que alteram funções essenciais do ambiente. Para Buss et al. (2003) outro fator importante é o processo natural denominado bioacumulação, no qual é possível encontrar compostos tóxicos acumulados pelos organismos sendo que na a avaliação físico-química não são detectados. De maneira complementar Rinaldi (2007) aponta que parâmetros físicos e químicos refletem medidas momentâneas do ambiente aquático onde o monitoramento biológico tem características que englobam todo o ecossistema aquático como também seu entorno, fornecendo um indicativo das condições anteriores e atuais.

Assim, a interação entre ambos os métodos de monitoramento possibilita um avaliação do ecossistema aquático mais robusta, proporcionando um melhor diagnóstico da qualidade ambiental do ambiente em estudo (CAIRNS & DICKSON, 1971; EXTENCE & FERGUSON, 1989).

É importante ressaltar que por meio de aplicações e ferramentas de avaliação ambiental é possível diagnosticar a perda real da diversidade, mantendo a integridade dos ambientes aquáticos (MUGNAI et al. 2010).

De acordo com Souza e Tundisi (2003), a utilização e o uso de organismos indicadores na avaliação de impacto ambiental tem sido rotineira, pois eles respondem de maneira diferenciada às modificações no meio, proveniente de origem antrópica e produzem informações que refletem na presença de diversos impactos no ambiente e como estes interagem com a natureza. Estudos científicos apontam que os macroinvertebrados aquáticos são considerados excelentes indicadores biológico da qualidade dos ecossistemas aquáticos, onde melhor reflete o grau de integridade do ambiente (WIEDERHOLM, 1980; ROSENBERG & RESH, 1993; MOULTON, 1998; CALLISTO et al. 2001; DONALD, 2004; KLEINE & TRIVINHO-STRIXINO, 2005).

Além de sua importância como organismos sensores, os macroinvertebrados aquáticos desempenham um papel fundamental no fluxo de energia e ciclagem de nutrientes em ecossistemas límnicos (MORETTI et al. 2007). Os macrobentos tornam-

se elementos fundamentais na estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, onde sua distribuição é influenciada pela composição de vários fatores, como tipo de vegetação, profundidade da lâmina d' água, natureza química do substrato, concentração de oxigênio, disponibilidade de alimento, taxa de competição e predação, entre outros fatores (OLIVEIRA et al. 2005; QUEIROZ et al. 2008). Entre esses organismos aquáticos dois grupos vêm chamando a atenção e diversos estudos evidenciam Chironomidae (Insecta: Diptera) e Oligochaeta (Annelida), como grupos mais diversos e abundantes nos ecossistemas aquáticos continentais (CAMPOS, 1999; CORBI, 2001; PAMPLIN, ROCHA e MARCHSE, 2005).

### **1.1 Macroinvertebrados como indicadores ambientais**

Os macroinvertebrados aquáticos compreendem indivíduos de diversos grupos como platelmintos, anelídeos, moluscos, crustáceos e principalmente insetos. Esses organismos podem ser visto a olho nu e capturados em uma malha que varia de tamanho podendo chegar a aproximadamente até 500 $\mu$ m (MARGALEF, 1983; ESTEVES, 1998). Esses organismos são encontrados em diversas partes dos ecossistemas aquáticos de água doce, habitando sedimento, colona d' água, as raízes de plantas aquáticas, pedras, galhos e folhas, durante todo seu ciclo de vida ou parte dele (APHA, 1989; ESTEVES, 1998).

A comunidade de macroinvertebrados interage em diversos processos com o ambiente aquático, possuindo características relevantes, que segundo Rosenberg, Resh, (1993) e Bicudo & Bicudo (2004), apontam algumas vantagens no uso desses organismos em relação à avaliação da qualidade da água:

- (a) Habitam praticamente todos os ecossistemas aquáticos;
- (b) Capacidade de locomoção limitada, fazendo com que sua existência ou ausência esteja relacionada com as condições do habitat;
- (c) Apresentam facilidade no uso de manipulações experimentais e resultados mais precisos;
- (d) Exibem ampla variedade de tolerância a vários graus de impacto;
- (e) Presentes antes e após eventos antrópicos no ambiente de estudo.

Além disso, os insetos aquáticos atuam como fragmentadores e decompositores da matéria orgânica, sendo importantes elementos de cadeias e redes alimentares (ESTEVES, 1988). Esses organismos podem ser classificados em espécies generalistas

ou especialistas em virtude do local em que vivem e as adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais que apresentam, em relação à sua distribuição no ambiente analisado (NESSIMIAN & CARVALHO, 1998).

De acordo com Goulart & Callisto (2003) e Moretti & Moreno (2006), existe uma grande diversidade de macroinvertebrados que exibem diferentes níveis de tolerância em relação ao tipo de ambiente. Organismos sensíveis estão adaptados a viver em águas limpas com uma grande quantidade de oxigênio, estando frequentemente associados a substratos rochosos, ou à vegetação submersa. Os tolerantes são predadores e vivem preferencialmente nas margens dos rios, também em toda coluna d'água e conseguem sobreviver à concentrações baixas de oxigênio dissolvido. Já os resistentes vivem em diversos tipos de corpos d'água principalmente em águas poluídas, com pouca quantidade de oxigênio ou até mesmo ausência de oxigênio dissolvido na água (GOULART & CALLISTO, 2003).

Além dos insetos aquáticos apresentarem diferentes níveis de tolerância em relação ao ambiente, em seu último estágio de desenvolvimento, tendem a apresentar maior especificidade nutricional, permitindo a classificação desses insetos aquáticos em cinco grupos tróficos funcionais:

- Fragmentadores: alimentam-se de tecido vegetal, podendo ser herbívoro ou detritívoro;
- Coletores: alimentam-se de matéria orgânica particulada fina, podendo ser detritívoros ou filtradores;
- Raspadores: alimentam-se de perifíton grudados à superfície orgânica ou mineral;
- Predadores: alimentam-se de outros invertebrados aquáticos ou de pequenos vertebrados como peixes e anfíbios;
- Parasitos: alimentam-se internamente ou externamente do corpo de outro organismo.

Algumas famílias de macroinvertebrados apresentam diferentes grupos tróficos, como é o caso de larvas da família Chironomidae (Diptera) podendo ser coletores, raspadores, fragmentadores e predadores (TRIVINHO-STRIXINO & STRIXINO 1995; ROQUE et al. 2003).

Tratando-se de organismos aquáticos, a comunidade de macroinvertebrados vem sendo cada vez mais estudada, contribuindo para aumentar o conhecimento ecológico sobre a dinâmica e funcionamento dos ecossistemas aquáticos (ROQUE et al.

2003).

Trabalhos voltados para a avaliação biológica de córregos urbanos ganham importância dentro da gestão ambiental, uma vez que observam a resposta das comunidades a esses ambientes. Devido à importância dos macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores, nos últimos anos vêm crescendo o número de trabalhos voltados ao conhecimento sobre aspectos ecológicos desses organismos e do seu papel no funcionamento de pequenos rios. Autores como Nessimian & Sanseverino (1995); Oliveira & Froehlich (1997); Kikuchi & Uieda (1998); Henriques-Oliveira (1999); Roque (2000); Tumwesigye et al. (2000); Boyero & Bailey (2001); Roque & Trivinho-Strixino (2001); Henriques-Oliveira (2003), se dedicam ao estudo de invertebrados aquáticos pesquisando a distribuição desses organismos, e sua relação com as condições físicas (substrato, fluxo e turbulência), químicas (pH, oxigênio dissolvido) e a disponibilidade de alimento. Além disso, estudos referentes à avaliação da qualidade ambiental, englobando aspectos do manejo e preservação da biodiversidade (Roque & Trivinho-Strixino (1999); Fonseca-Gessner & Guerreschi (2000); Callisto et al. (2001), também vêm sendo desenvolvidos.

## **1.2 Influência do uso e ocupação do solo em córregos urbanos de Bocaina - SP**

A intervenção humana pode ser considerada uma das principais responsáveis pela magnitude e frequência da disposição de metais, no meio ambiente. Devido ao grande desenvolvimento industrial e agrícola da sociedade atual, a contaminação dos ambientes aquáticos e terrestres, se intensifica, seja pela negligência no tratamento de efluentes antes de despejá-los no rio ou por acidentes que propiciam diversos impactos em níveis local e global, levando a um estresse contínuo da natureza, produzindo efeitos agudos ou crônicos à saúde dos ecossistemas e do homem (BRAYNER, 1998; JARDIM, 1983).

Segundo Calmano (1996), em relação aos ecossistemas aquáticos, nos últimos anos, houve um aumento significativo no estoque de metais principalmente de origem antrópica. Nesse cenário, as indústrias de processamento e curtimento de couros destacam-se por serem grandes poluidoras ambientais, principalmente pela presença de cromo, que é empregado durante o curtimento do material.

Conhecida como “capital da luva de raspa”, o município de Bocaina, cidade paulista localizada no centro do estado de São Paulo, possui aproximadamente cerca de

cem empresas, sendo muitos estabelecimentos de “fundo de quintal”, que produzem couro para diversas finalidades como: calçados, camurça, raspas de couro e luvas, confeccionados com esse material. O processo produtivo do couro gera grande impacto ao meio ambiente devido à grande quantidade de resíduos gerados (OLIVEIRA, 2013).

A poluição do meio ambiente por curtumes que utilizam produtos de alta toxidez como cromos, solventes, tintas, vernizes, entre outros materiais, no processo produtivo, são os principais poluidores industriais. Nesse sentido, o cromo proveniente em alguns dos efluentes líquidos e em todos resíduos sólidos é o principal problema ambiental dos curtumes (CONTADOR JR, 2004). A indústria coureira é classificada pela Cetesb (2005), sendo uma das mais poluidoras que existe.

O cromo é um metal que se acumula no organismo devido ao contato direto ou pelo consumo de água e alimentos contaminados, podendo ao longo do tempo causar sérios problemas à saúde. Segundo a norma brasileira NBR 10.004 – Anexo B (2004) da ABNT os resíduos que possuem a presença de cromo são classificados como perigosos “classe I”, e deverão ter tratamento e disposição específicas. Assim, esse resíduo como também os demais resíduos perigosos deverão possuir o Certificado de Movimentação Ambiental do Estado de São Paulo (CARDI), licenciados ou certificado pela Campanha Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB com a função de transporte, tratamento, disposição final, armazenamento ou reprocessamento do resíduo (CETESB, 2005).

Esse metal pesado está presente no meio ambiente e nos efluentes industriais e dependendo de seu estado de oxidação, podem ser classificados de duas formas, como cromo trivalente (III) e cromo hexavalente (VI). O Cr (III) é o mais comum no meio ambiente apresentando baixa solubilidade e mobilidade, sendo um nutriente essencial para alguns seres vivos na utilização de açúcar, proteína e gordura. Já Cr (VI) possui alta solubilidade e mobilidade no solo, sendo tóxico e mutagênico para plantas e microrganismos, e cancerígeno para os seres humanos, possuindo uma posição de destaque dentro da lista de substâncias tóxicas (ATSDR, 2005; LEE, 1991; GREENWOOD & EARNSHAW, 1989).

Há basicamente dois tipos de empresas que processam couro na cidade, um com a finalidade de produzir luvas e aventais de trabalho e o outro, com um percentual menor, que opera o tingimento (OLIVEIRA, 2013). Em ambos os casos, o cromo está presente e, segundo Dallago e Smaniotto (2005), uma parte considerável do couro é perdida na forma de “aparas” não aproveitadas de material curtido, acarretando a lixiviação do cromo para o meio ambiente devido ao descarte irregular desse material.

Dessa maneira, devido ao seu grande potencial poluidor, o efluente líquido proveniente da lavagem de peças, e principalmente do ato de tingir, apresenta grande preocupação ambiental em relação ao ambiente hídrico e terrestre (YENDO, 2002).

Além disso, Bocaina está localizada em uma área de recarga do Aquífero Guarani, um dos mais importantes reservatórios subterrâneos de água doce do mundo, muito sensível à alterações ambientais. Aproximadamente 84% do município está localizado em afloramentos do Aquífero, o que gera uma elevada quantidade de minas de água no local. Sendo assim, a preocupação a cerca das atividades industriais do município aumentam devido ao seu potencial poluidor, que degrada não só os ecossistemas aquáticos e terrestres, mas pode impactar também as águas subterrâneas (OLIVEIRA, 2013).

O resíduo de curtume quando é despejado em um manancial acaba com diversas formas de vida, causando a morte instantânea de muitos organismos como bactérias, plantas e insetos aquáticos (OLIVEIRA, 2013).

Nunca existiu uma lei municipal em Bocaina que controlasse as atividades dos curtumes. O córrego da Bocaina, que deu nome à cidade e que se localiza dentro da cidade, muitas vezes é colorido pelos resíduos de couro provenientes de tingimento, gerando mau cheiro. Além disso, esse córrego desemboca no rio Jacaré Pepira, que faz parte da bacia do Tietê, sendo também afetado pelas atividades econômicas do município (OLIVEIRA, 2013).

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), resolução nº430/2011 vigente no país, destaca-se que qualquer fonte poluidora proveniente de efluentes líquidos e sólidos, poderá ser lançada em corpos hídricos após condições, padrões e exigências disposto nesta resolução e em outras normas (Tabela 1).

**Tabela 1** – Limites para cromo Total, cromo trivalente (Cr III) e cromo hexavalente (Cr VI) na legislação brasileira.

LEGISLAÇÃO	LIMITES
Resolução nº20/1986	Trivalente - 0,50mg/L Hexavalente - 0,05mg/L
Resolução nº397/2008	Trivalente - 1,0 mg/L Hexavaente - 0,1mg/L
CONAMA (Resolução nº430/2011)	Trivalente - 1,0 mg/L – água doce Hexavalente - 0,1mg/L–água doce
NBR 10004	Sólido (extrato lixiviado) - 5mg/ L (Cr Total) - Sólido (extrato lixiviado) Solo - 100 mg/Kg (Cr VI)– Solo
CONAMA (Resolução nº344/2004)	Nível 1* – 37,3 mg/Kg (Cr total) Nível 2** – 90 mg/Kg (Cr total)

\* nível 1 - limiar abaixo do qual se prevê baixa probabilidade de efeitos adversos à biota;

\*\*nível 2 - limiar acima do qual prevê um provável efeito adverso à biota.

Sendo assim, os curtumes têm contribuído de forma significativa na geração de impactos ambientais, por utilizar grande quantidade de produtos químicos, e seus resíduos possuem uma elevada carga de contaminantes, interferindo temporariamente ou permanentemente na manutenção da biota terrestre e aquática.

Como mencionado anteriormente, entre os processos de degradação ambiental, as áreas agrícolas localizadas no entorno do município de Bocaina também geram grandes impactos ambientais nos recursos hídricos da região.

A falta de planejamento da produtividade agrícola no Brasil resulta na destruição em massa dos recursos naturais, principalmente das florestas, tornando esses biomas cada vez mais fragmentados pela ocupação de culturas agrícolas (MARTINS, 2001).

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico da nossa sociedade, a agricultura brasileira e mundial evoluiu em produtividade e áreas cultivadas, como

também no aperfeiçoamento do uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes (ANGELOTTI-NETTO, et al. 2004; ARMAS, et al. 2005).

Nesse cenário, o maior produtor de cana-de-açúcar no Brasil hoje é o estado de São Paulo, que gera grandes quantidades de pesticidas, herbicidas e fertilizantes, causando a degradação das matas ciliares, impactos sobre os recursos hídricos e a ocorrência de metais no sedimento de córregos situados perto ao cultivo da agricultura (CORBI et al. 2006).

Atualmente vários estudos são realizados e desenvolvidos, com o objetivo de analisar e detectar os impactos que a agricultura vem causando nos corpos hídricos. Alguns resultados apontam a importância da mata ciliar nesses ambientes, onde áreas sem vegetação de proteção sofrem influência direta de substâncias químicas provenientes da agricultura (SANTOS, 1999; MARTINS, 2001; ANGELOTTI-NETTO, et al. 2004).

Nesse contexto, elevadas concentrações de substâncias químicas provenientes da agricultura nos ambientes aquáticos podem ocasionar danos irreversíveis na ecologia do ambiente como, por exemplo, problemas de biocumulação em grupos de diferentes níveis tróficos e danos na ecologia de insetos aquáticos (RELYEA & HOVERMAN, 2006).

Portanto, nota-se que Bocaina vive um entrave significativo, envolvendo o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental. Diante desses acontecimentos de origem antrópica, dos curtumes e da agroindústria na biodiversidade local, fica evidente a importância da utilização dos macroinvertebrados aquáticos como bioindicadores em estudos ambientais de ecossistemas aquáticos.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Relacionar a qualidade da água e sedimento de três córregos do município de Bocaina, por meio da comunidade de macroinvertebrados aquáticos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

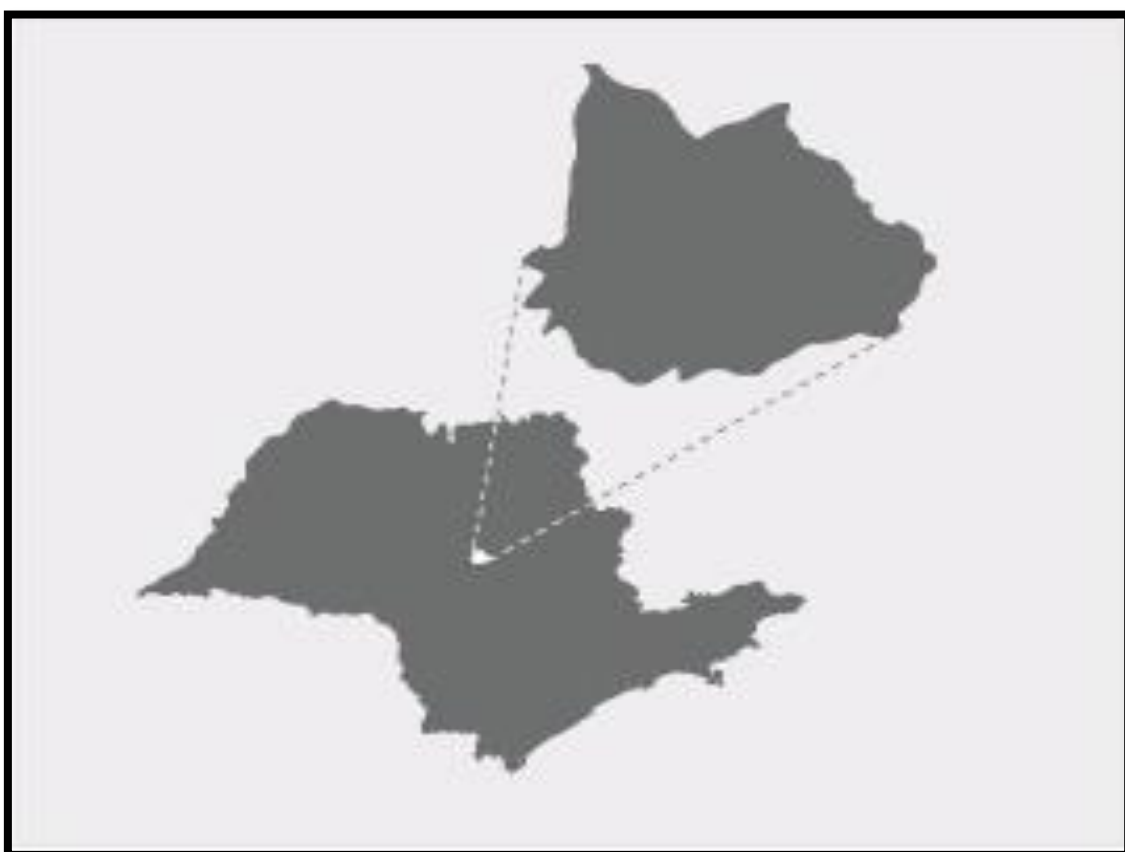
- Verificar as variações espaciais na estrutura e composição das comunidades de macroinvertebrados aquáticos entre os pontos analisados;
- Estabelecer uma relação entre a comunidade aquática e as variáveis físicas e químicas visando diagnosticar as alterações ambientais nos córregos estudados;
- Relacionar os dados obtidos com possíveis impactos do uso e ocupação do solo na região;
- Gerar informações de cunho taxonômico e ecológico que enfatizem a importância da utilização de macroinvertebrados como bioindicadores da qualidade da água e/ou sedimento.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de Estudo

O município de Bocaina está inserido em uma área de 363, 926 km<sup>2</sup>, na região Centro-Oeste do estado de São Paulo, com biomas de Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2010) (Figura 1). O presente estudo foi realizado em três córregos do município, (Córrego do Himalaia, Córrego da Bocaina e Ribeirão da Bocaina), (S 22° 08' 10''; WO 48° 31' 05'').

**Figura 1** – Localização do Município de Bocaina no Estado de São Paulo.



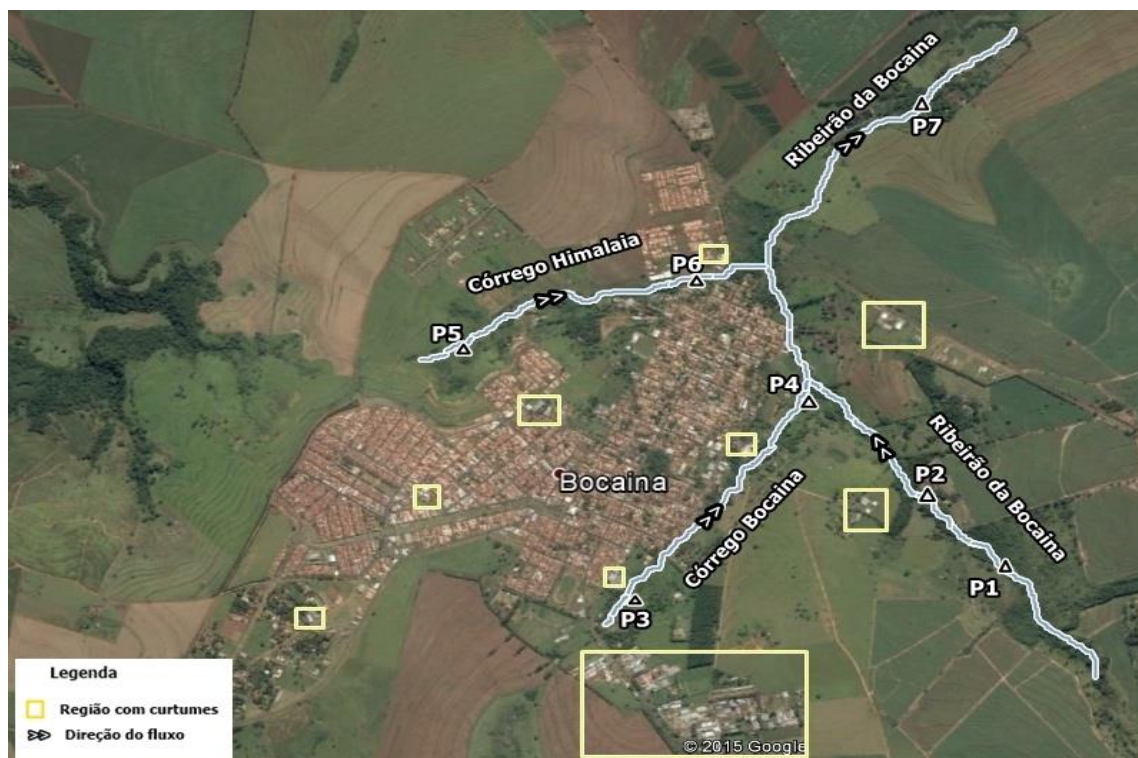
(Fonte: SAHM. L. H, 2015).

O município é banhado por 11 córregos, 7 ribeirões e o Rio Jacaré Pepira situado na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré UGRHI 13. A cidade de Bocaina, pertencente à região Hidrográfica do Paraná, possui 32% da população nacional e o maior desenvolvimento econômico do país, apresentando suas principais fontes poluidoras provenientes de origem doméstica e industrial (ANA, 2005).

As principais atividades econômicas da cidade são a plantação de café e cana-de-açúcar, além da confecção de luvas de raspa de couro e uma usina de açúcar e álcool. Por possuir uma grande quantidade de curtumes a cidade de Bocaina produz diariamente muitos resíduos que apresentam o cromo, gerando contaminação do solo e dos corpos d'água. É comum ver pilhas de raspa de couro amontoadas nas proximidades dos curtumes e dos corpos hídricos do município (CONTADOR JR, 2004).

A pequena cidade de Bocaina tem na fabricação de couro, sua principal atividade econômica. Segundo Oliveira (2013), em 1970 começaram as primeiras atividades envolvendo o setor coureiro na cidade, e por meados de 1980 e 2000 houve um grande crescimento nesse setor. Porém, esse crescimento industrial sem planejamento gerou impactos negativos nos ecossistemas naturais da cidade e principalmente nos mananciais do perímetro urbano. A maioria dos curtumes está instalada próxima aos córregos, recebendo uma influência direta das atividades industriais, como mostra a (Figura 2), nas regiões marcadas em amarelo e também se localizam os pontos de coleta.

**Figura 2** – Localização dos pontos de coleta nos três córregos do município de Bocaina (Ponto P1 ao Ponto P7).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

A grande quantidade de curtumes instalados na cidade de Bocaina produz diariamente muitos efluentes, que por sua vez acabam gerando um alto custo financeiro para as indústrias. Segundo Oliveira (2013), para tratar vinte mil litros de água por dia, é gasto em média, três mil reais por mês (R\$ 3.000,00). No entanto a limpeza dessa água acaba gerando outro problema que é o lodo cromado, resíduo que também deve ser descartado de forma correta, dentro de padrões e normativas, aumentando ainda mais os custos.

Diante disso, nota-se que o município de Bocaina passa por um conflito significativo envolvendo o desenvolvimento econômico das indústrias de couro, e o incentivo à preservação ambiental, através do controle e fiscalização dessas empresas. Esse controle acontece com o intuito de mitigar os impactos negativos ao meio ambiente, e zelar pelo bem estar da comunidade local. Portanto, existem alguns fatores que dificultam e desaceleram o processo de desenvolvimento industrial baseado na sustentabilidade: estabelecimentos de fundo de quintal que são empresas familiares, não possuem fiscalização devido ao alto custo das adequações, estão fora dos padrões e leis ambientais, estão atreladas às questões de interesse político, além dos conflitos que ocorrem devido ao descarte inadequado dos resíduos (OLIVEIRA, 2013).

Nos últimos anos, houve um aumento significativo, por parte da população, da exigência de mudanças e fiscalizações mais severas na gestão ambiental das empresas de couro da cidade (G1, 2014). Segundo relatos de moradores, os córregos da cidade de Bocaina apresentam cores diferentes, com forte odor devido ao despejo de resíduos provenientes do tingimento e processamento do couro (Figura 3).



**Figura 3** – Entorno dos locais de amostragem: A, B, C: Depósito inadequado de couro; D: Secagem dos couros em varais.



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2015).

### 3.2 Caracterização ambiental dos Córregos Urbanos

Para analisar o impacto das atividades antrópicas foram selecionados três córregos do município de Bocaina (Córrego do Himalaia, Córrego da Bocaina e Ribeirão da Bocaina), onde estão localizados 7 (sete) pontos de coleta distribuídos ao longo do curso d' água.



### Ponto um (P1)

O ponto um (P1) - ( $22^{\circ} 08' 44. 2''$  S;  $48^{\circ} 30' 27. 2''$  O), está localizado no Ribeirão da Bocaina e se encontra intensamente assoreado, possui vegetação impactada no entorno, mas não é adequada, segundo o código florestal (Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012) que estabelece o mínimo de 30 (trinta) metros de vegetação ciliar para os cursos d'água de menos de dez metros de largura. Esse ponto se encontra mais afastado da cidade e está localizado em propriedades particulares (chácaras e sítios), com atividade agropecuária em pequena escala (Figura 4).

**Figura 4** – Visão geral do ponto um (P1) do Ribeirão da Bocaina.



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).



### Ponto dois (P2)

O segundo ponto de amostragem (P2) - (22° 08' 47. 6" S; 48° 30' 24. 0" O), pertence ao Ribeirão da Bocaina e se encontra mais afastado do centro urbano. Porém, foi registrada a presença de canalização, possivelmente com despejo de algum efluente no curso do córrego (Figura 5). Esse trecho do Ribeirão da Bocaina está no interior de propriedades particulares e apresenta intenso processo de assoreamento.

**Figura 5** – Visão geral do ponto dois (P2) do Ribeirão da Bocaina (A, C, D); Presença de canalização no ponto (B).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).



### Ponto três (P3)

Este ponto de coleta faz parte do Córrego Bocaina e corresponde a uma nascente (P3) - (22° 08' 55. 2" S; 48° 31' 23. 1" O). O uso predominante do solo no entorno é residencial e industrial, com a presença de indústrias de curtume. A vegetação ciliar no ponto é inexistente e observa-se a ocorrência do processo de erosão e assoreamento, além de apresentar grande quantidade de lixo, jogado pela população (Figura 6). Ainda, próximo a esse ponto, é possível encontrar couro armazenado de forma incorreta, como mostra a (figura 6 D). O mesmo fica empilhado, sem nenhuma proteção, próximo a nascente do córrego, estando suscetível ao processo de lixiviação.

**Figura 6** – Ponto quatro (P4) - Curso do rio assoreado (A); intenso processo de erosão (B); presença de resíduos (C); Depósito de raspas de couro próximo a nascente (D).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).



### Ponto quatro (P4)

Esse ponto de coleta também faz parte do Córrego Bocaina (P4) - ( $22^{\circ} 08' . 08. 6''$  S;  $48^{\circ} 30' 54.8''$  O), e não possui vegetação ciliar, deixando o córrego totalmente exposto à incidência solar. Esse ponto está próximo à residências, indústrias de curtumes e a campos de pastagem. Assim como os outros pontos já caracterizados, o ponto (P4) também apresenta processo de erosão e assoreamento (Figura 7).

**Figura 7** – Visão geral do ponto quatro (P4).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

### Ponto cinco (P5)

Esse ponto de coleta faz parte do Córrego Himalaia (P5) - ( $22^{\circ} 08' 10.3''$  S;  $48^{\circ} 31' 42.6''$  O), e corresponde a uma nascente que está localizada dentro de uma propriedade particular (Chacára), que tem como atividade principal a plantação em pequena escala (Figura 8). O entorno desse ponto também está bem próximo a um condomínio residencial.

**Figura 8** – Visão geral do ponto cinco (P5).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

O local possui um dossel fechado, porém não existe mata ciliar ao longo de todo o curso do córrego. No entorno também ocorrem outras pequenas nascentes, desprovidas de qualquer proteção vegetal. Além disso, como mostra a (Figura 9), logo após o ponto de coleta, os proprietários construíram uma pequena barragem para armazenamento de água.



**Figura 9** – Barragem logo após a nascente do Ponto cinco (P5).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

### **Ponto seis (P6)**

O ponto seis (P6) - ( $22^{\circ} 08' 00.1''$  S;  $48^{\circ} 31' 08.3''$  O), também pertence ao Córrego Himalaia, fica ao lado de uma indústria de curtume e possui vegetação no entorno, advinda de um reflorestamento recente, que impede a incidência solar direta. Esse trecho do córrego também possui canalizações, possivelmente para despejo de algum efluente como mostra a (Figura 10 A). Além disso, esse ponto mais a jusante recebem as águas do ponto cinco, caracterizado anteriormente (Figura 10).

**Figura 10** – Ponto seis (P6) do Córrego Himalaia - Presença de canalização (A); Visão geral do ponto de coleta (B).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

**Ponto sete (P7)**

Esse ponto de coleta faz parte do Ribeirão da Bocaina (P7) - ( $22^{\circ} 07' 21. 1''$  S;  $48^{\circ} 30' 27. 5''$  O), e possui no entorno a predominância de atividades agropecuárias, com extensas áreas de plantações de cana-de-açúcar e café (Figura 11). O gado das propriedades próximas ao córrego, frequentemente, estão em contato com a água, além de outros animais, como as aves da região. Ainda nas proximidades desse ponto é possível encontrar peças de couro estendidas para secagem, totalmente em contato com o solo (Figura 11 C). Adicionalmente, o Ribeirão da Bocaina recebe as águas do córrego Himalaia e Córrego Bocaina e a montante desse ponto existe uma ETE (Estação de Tratamento de Esgoto). A vegetação ciliar é praticamente inexistente, a água tem um odor forte e uma coloração mais escura em comparação aos pontos anteriores, além de trechos com erosão e assoreamento.

**Figura 11** – Ponto sete (P7) do Ribeirão da Bocaina - Espuma na água (A, D); Curso do córrego sem mata ciliar (B); Couro estendido no solo para secagem (C).



(Fonte: SAHM. L. H; SANCHES. N. A. O, 2014).

### 3.3 Variáveis Ambientais

Em campo foram aferidas seis (6) variáveis: temperatura (°C) (Termômetro Incoterm), condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) (CON-300 – Condutivímetro Digital de Bolso), oxigênio dissolvido ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ) (DO-100, Phtek), pH (pH-300 – pHmetro de bolso digital), profundidade (m), largura (m). Além disso, foi aplicado o Protocolo de Caracterização Ambiental proposto pelo Projeto Temático Biota/Fapesp. (anexo A) (adaptado de SURIANO, 2008), para a caracterização dos pontos amostrais.

### 3.4 Análise Química do Sedimento

Amostras dos 7 (sete) pontos de coleta foram acondicionadas em recipientes de polipropileno não tóxico (1000 ml) e foram mantidas refrigeradas até a realização dos procedimentos para análise dos metais.

As amostras de sedimento foram secas a 60 °C, em placas de petri, durante 72 horas. Cada uma das amostras foram ponderadas, com cerca de 3,0 g e foram colocadas em béqueres de 50 ml, juntamente com 1,0 ml de água deionizada, 10,0 mL de HNO<sub>3</sub> (ácido nítrico) e 1,0 ml de água oxigenada. Depois, as amostras foram colocadas em uma placa aquecedora com temperatura de 100 °C para o processo de digestão.

Posteriormente, as soluções foram filtradas e recolhidas em balão volumétrico de 100 ml (Figura 12). Os balões foram mantidos refrigerados até o processo de leitura dos metais (DEPAULA, MOZETO, 2001; CORBI et al. 2010).

Essa leitura dos metais foi realizada no Laboratório de Saneamento Ambiental, vinculado ao Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC-USP) da Universidade de São Paulo, seguindo a metodologia proposta por (APHA 2012).



**Figura 12** – Frascos com os sedimentos em fase de digestão de metais em placa aquecedora A; Processo de filtração dos metais B; Balão volumétrico contendo 100 ml da extração de metais C.



(Fonte: SAHM. L. H, 2015).

### Matéria orgânica no sedimento

As amostras de sedimento foram previamente secas em estufa a 60°C durante 12h. Posteriormente, pequenas porções de 5,00 gramas do sedimento seco foram colocadas em cadinhos de porcelana e levadas à mufla, a uma temperatura de 550 °C durante 5h. Assim, a concentração da matéria orgânica pode ser determinada por perda de massa do sedimento após o processo de queima (MAITLAND, 1979; CORBI et al. 2010).

### 3.5 Amostragem e Identificação da Fauna

As coletas foram realizadas em intervalos sazonais entre os meses de dezembro de 2014 até julho de 2015. Foram realizadas amostras de sedimento próximas da região marginal em sete (7) pontos (com três réplicas cada), utilizando amostrador do tipo rede em “D” com malha 0,025mm pelo método de varredura.

Essas amostras foram acondicionadas em galões plásticos contendo água do próprio ambiente, sendo posteriormente conduzidas ao laboratório. Em seguida, foram

oxigenadas com pequenos compressores de ar para aquário (Boyu Air Pump SC- 3500), para manter os organismos vivos durante o processo de triagem. O material coletado foi lavado sobre peneira granulométrica com malha de 0,21 mm, visando facilitar o processo de triagem. Por fim, pequenas porções da amostra foram colocadas em bandejas plásticas de polietileno sobre transluminador. Os organismos separados foram fixados em álcool 70% (PEIRÓ e ALVES, 2006; ALVES e GORNI, 2007; PEIRÓ e GORNI, 2010).

Os organismos triados foram observados sob lupa e identificados em nível de família de acordo com (STRIXINO et al. 1982; COSTA et al. 2000; FERNANDEZ et al. 2001; MORETTI, 2004; PES et al. 2005; FROEHLICH, 2007; PARKER, 2009; TRIVINHO-STRIXINO, 2011; CALOR, 2011).

### **3.6 Análise dos Dados**

A estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos em cada ponto foi analisada através das métricas: riqueza de espécies, abundância e índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ).

Com o objetivo de verificar a similaridade na composição da macrofauna dentre os pontos amostrados foi empregada uma análise de agrupamento (UPGMA) com o índice de similaridade de Morisita, utilizando-se os dados de abundância. Este índice tem a finalidade de agrupar os pontos amostrados de acordo com a importância das espécies em comum entre os pontos.

A análise de correlação canônica (CCA) foi empregada com intuito de investigar as possíveis correlações entre as variáveis ambientais e a fauna de macroinvertebrados identificadas em cada ponto amostral. Para isso, os dados abióticos e os dados faunísticos foram logaritimizadas  $\log_{10}(x+1)$  com a finalidade de minimizar o efeito de valores discrepantes.

Para a realização das análises foi utilizado o software Palaeontological Statistics (PAST - versão 1.49) (HAMMER et al. 2001).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização Ambiental

Através das análises do protocolo de caracterização ambiental, que tem por finalidade fornecer um panorama qualitativo de cada ponto amostral, ficou evidente que os córregos urbanos do município de Bocaina não têm vegetação ciliar adequada, segundo o código florestal (Lei nº 12.651, 25 de maio de 2012), que estabelece o mínimo de 30 (trinta) metros de vegetação ciliar para os cursos d'água de 10 (dez) metros de largura. Todos os pontos amostrais apresentam uma vegetação de dossel aberto ou parcial, e em alguns trechos analisados notou-se a presença de áreas de pastagem e gramíneas.

Outro fator que influencia muito a biodiversidade local é o processo de erosão e assoreamento dos pontos de coleta, onde todos os trechos analisados apresentam esse processo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Caracterização ambiental dos pontos amostrais através da aplicação do Protocolo proposto pelo Projeto Temático Biota/Fapesp. (anexo A) (adaptado de SURIANO, 2008).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<b>Dossel</b>	Parcial	Parcial	Aberto	Aberto	Fechado	Parcial	Aberto
<b>Sedimento</b>	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso	Arenoso/rochoso	Arenoso
<b>Ocupação do entorno</b>	Chácaras	Chácaras	Ind./Res.	Ind./Res.	Residencial	Ind./Res.	Agropecuária
<b>Erosão local</b>	Elevada	Elevada	elevada	moderada	moderada	moderada	Elevada
<b>Vegetação ripária dominante</b>	árvores	Árvores	gramíneas	gramíneas/arbustos	árvores	árvores	Gramíneas

### 4.2 Variáveis Ambientais

As variáveis físicas e químicas são de grande importância para as comunidades aquáticas, influenciando diretamente a distribuição dos organismos (KLEEREKOPER, 1990).



A temperatura de um ambiente aquático pode influenciar diretamente o ciclo de vida dos macroinvertebrados aquáticos (Franco & Landgraf, 2002), como também ocasiona danos à fauna de forma geral. Nos cursos de água temos uma variação da temperatura pelo ciclo diário e sazonal, ou seja, embora essa variação seja mínima vai haver uma influência direta na comunidade aquática (CORTES, 1982). No geral, os trechos amostrados apresentaram uma temperatura sem muitas variações, sendo a máxima no ponto (P1) com (22,2°) e a mínima no ponto (P6) com (18,4°).

Já a variável condutividade elétrica é um parâmetro que permite avaliar a condição da qualidade da água através da concentração de íons presentes (MENDES & OLIVEIRA, 2004). Além disso, a geologia da bacia de drenagem e regimes de chuvas são fatores que podem influenciar diretamente a composição iônica de um ambiente aquático (ESTEVES, 1998). Valores de condutividade ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) encontrados no presente trabalho, foram maiores no ponto (P6) representando por (306,5) e o menor no ponto (P2) com (47,3).

Em relação aos valores de pH, os corpos de águas continentais apresentam um pH variando entre 6 e 8. Essa variável pode ser considerada umas das mais complicadas para interpretação, devido aos inúmeros fatores que podem influenciá-la (ESTEVES, 1998). Os valores de pH na área de estudo não tiveram muitas variações, permanecendo entre (6,3 e 7,6) nos pontos amostrais.

Além disso, o oxigênio dissolvido na água é um dos gases mais importantes na dinâmica e caracterização de corpos hídricos (ESTEVES, 1998). No presente estudo, os menores valores médios de oxigênio dissolvido (mg/L), foram registrados no ponto (P2) com um valor (2,0), e a mais alta no ponto (P6) com (5,3). A baixa concentração de oxigênio dissolvido é decorrente do processo de decomposição da matéria orgânica morta onde processos químicos e a respiração anaeróbia necessitam de uma grande demanda de oxigênio dissolvido para ocorrer (ALLAN & CASTILLO, 2007). Já as concentrações maiores são mais comuns em córregos menos impactados (ODUM, 2011).

As variáveis profundidade e largura não tiveram grandes diferenças, sendo todos pontos menores que (0,3m) e largura representada pelo maior valor (4,6) metros (Tabela 3).

**Tabela 3** - Média e desvio padrão das variáveis ambientais (V.A.) (medidas entre dezembro de 2014 a julho de 2015) dos pontos amostrais em cada corpo hídrico da cidade de Bocaina. T. água: Temperatura da água (C°); Cond.: Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ); O.D.: Oxigênio dissolvido (mg/L); Prof.: profundidade (m) e Larg.: Largura (m).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
<b>T. água</b>	22,15 ( $\pm$ 5,60)	21,3 ( $\pm$ 6,62)	21,43 ( $\pm$ 4,87)	20,13 ( $\pm$ 6,60)	19,52 ( $\pm$ 4,45)	18,43 ( $\pm$ 4,24)	22,13 ( $\pm$ 6,86)
<b>Cond.</b>	49 ( $\pm$ 6,32)	47,25 ( $\pm$ 5,5)	174,12 ( $\pm$ 30,41)	135,91 ( $\pm$ 36,06)	53,04 ( $\pm$ 24,35)	270,09 ( $\pm$ 100,59)	306,5 ( $\pm$ 29,51)
<b>pH</b>	7,59 ( $\pm$ 0,61)	7,31 ( $\pm$ 0,63)	6,26 ( $\pm$ 0,94)	7,41 ( $\pm$ 0,73)	7,42 ( $\pm$ 0,57)	7,59 ( $\pm$ 0,45)	7,63 ( $\pm$ 0,66)
<b>O.D.</b>	2,06 ( $\pm$ 1,58)	2,03 ( $\pm$ 1,69)	2,54 ( $\pm$ 1,70)	3,64 ( $\pm$ 1,73)	2,10 ( $\pm$ 1,51)	5,33 ( $\pm$ 0,70)	5,24 ( $\pm$ 1,23)
<b>Prof.</b>	0,07 ( $\pm$ 0,02)	0,12 ( $\pm$ 0,013)	0,08 ( $\pm$ 0,05)	0,35 ( $\pm$ 0,05)	0,28 ( $\pm$ 0,093)	0,15 ( $\pm$ 0,017)	0,21 ( $\pm$ 0,09)
<b>Larg.</b>	4,05 ( $\pm$ 0,06)	4,54 ( $\pm$ 0,010)	0,81 ( $\pm$ 0,15)	2,65 ( $\pm$ 0,06)	1,29 ( $\pm$ 0,010)	2,22 ( $\pm$ 0,005)	4,58 ( $\pm$ 0,10)

### 4.3 Metais no sedimento

Dentre os 104 elementos químicos descritos na tabela periódica, 80 são metais, 17 não metais e 7 são metabólicos. Os metais apresentam algumas características físicas como maleabilidade, condução de calor e eletricidade, elevada densidade, brilho metálico (SALGADO, 2003).

Metais biodisponíveis no sedimento apresentam concentrações mais significativas do que na água, devido a sua baixa solubilidade e maior grau de erosão do material, proporcionando maior concentração no sedimento do que na água (WETZEL, 1983). Dos 4 metais analisados, Cromo III e total, Cobre e Zinco todos foram encontrados.

O Cromo é o vigésimo elemento mais abundante da crosta terrestre e é encontrado incorporado à rochas que contêm cromita e no minério para obtenção do cromo (CETESB, 2005). A presença desse metal em ambientes aquáticos ocorre devido à atividades antrópicas, provenientes da fabricação de produtos químicos, como na utilização para pigmentos em curtumes, entre outras atividades (CETESB, 2005).

No presente trabalho a análise química do sedimento apresentou altas concentrações de metais, em alguns pontos amostrais. O cromo hexavalente não esteve presente nas amostras devido aos valores iguais de cromo total e trivalente. O ponto (P7) encontra-se a jusante dos outros pontos recebendo toda a água dos córregos Bocaina e Himalaia. Todos os metais analisados apresentaram maiores concentrações

nesse ponto. O valor de cromo do ponto (P7) foi de (161,82 mg/Kg) se enquadrando no nível 2 da RESOLUÇÃO CONAMA, Nº 344, DE 25 DE MARÇO DE 2004, podendo provocar efeito danoso a biota aquática. Os pontos localizados dentro da cidade, (P3; P4; P5; P6), também relataram altos índices de concentrações de metais, sendo o ponto (P5) com o segundo maior valor de cromo total (99,63 mg/Kg).

A contaminação de Cobre em corpos hídricos, na maioria das vezes, é de origem antrópica provenientes de esgoto doméstico, indústrias e lixiviação de produtos agrícolas através das chuvas (PELÁEZ-RODRÍGUEZ, 2001). Já a concentração de Zinco pode estar relacionada com o plantio e colheita da cana-de-açúcar que acontece todo ano (ZIOLLI et al. 1995). Segundo Corbi e Strixino (2008), as maiores concentrações desse metal ocorrem perto de áreas com plantio de cana-de-açúcar e sem mata ciliar. O ponto (P1) que se localiza no Ribeirão da Bocaina apresentou as menores concentrações de cobre e zinco, isso devido ao ponto apresentar uma mata ciliar mais conservada em relação aos outros córregos, e receber menos influência da urbanização. Entretanto, o ponto (P4) apresentou valores elevados de cobre e zinco (118,4 e 127,28 mg/Kg respectivamente) enquadrando no nível 1, onde pode ocasionar efeito adverso à biota. Esse ponto está localizado dentro da cidade, próximo à curtumes, não apresentando uma mata ciliar e sofrendo processos de lixiviação de resíduos urbanos em especial raspas de couro e produtos agrícolas. E o ponto (P7), com os maiores valores recebendo influência direta da agricultura e urbanização (Tabela 4).

**Tabela 4** - Valores das concentrações de metais no sedimento em cada ponto amostragem em comparação com os valores estipulados pela legislação brasileira Conama nº344/2004.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	N1*	N2**
<b>Cromo Total (mg/Kg)</b>	59,90	59,68	45,26	85,84	99,63	74,61	161,82	<b>37,3</b>	<b>90</b>
<b>Cobre (mg/Kg)</b>	19,57	21,86	37,51	118,4	32,71	74,94	212,04	<b>35,7</b>	<b>197</b>
<b>Zinco (mg/Kg)</b>	45,15	54,13	67,27	127,28	51,62	119,83	210,55	<b>123</b>	<b>315</b>

\*N1 - nível 1: limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota segundo Conama nº344/2004;

\*\*N2 – nível 2: limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.

É evidente que as concentrações de cromo estão acima do permitido em todos os pontos, enfatizando a influência das ações dos curtumes na cidade de Bocaina, que podem ocasionar danos aos corpos hídricos e à biota local.

Os resultados de valores de concentração da matéria orgânica, obtidos através

da queima do sedimento, apresentaram baixo teor de matéria orgânica (menos de 10% da massa seca), sendo classificados como sedimentos minerais (ESTEVES, 1998). O Ponto (P7) foi o único a apresentar maiores concentrações em toda a amostra, com um total de 16,40% de matéria orgânica no período da seca e no período chuvoso apresentando as menores concentrações entre os pontos analisados (0,8%). Considerando a estação chuvosa o ponto (P5) apresentou uma maior concentração de matéria orgânica, enquanto na estação seca, depois do ponto (P7), o segundo maior valor foi do ponto (P6) (8,40%). Segundo Roque et al. (2003), Brito Júnior (2005) e Oliveira (2009), as larvas de Diptera são encontradas em locais com maior quantidade de matéria orgânica, justificando assim a abundância de larva de Chironomidae no ponto (P7), que foi representado pelo maior teor de matéria orgânica no período da seca (Tabela 5).

**Tabela 5** - Concentração de matéria orgânica no sedimento nos sete pontos amostrais.

Estação	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Chuvosa	0,05g (1,002%)	0,08g (1,59%)	0,05g (0,99%)	0,06g (1,20%)	0,2g (4,01%)	0,07g (1,39%)	0,04g (0,8%)
Seca	0,02g (0,40%)	0,06g (1,20%)	0,07g (1,40%)	0,03g (0,60%)	0,02g (0,40%)	0,42g (8,40%)	0,82g(16,40%)

#### 4.4 Estrutura Taxonômica da Macrofauna

A identificação dos táxons coletados revelou um total de 1675 exemplares de macroinvertebrados, distribuídos em 28 táxons representados por 8 grupos: Gastropoda, Annelida, Diptera, Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Odonata. Os táxons mais abundantes foram Chironomidae que representou (67,82%) do total identificado, seguido de Hydrophilidae (15,58%) e Calopterygidae (2,39%) (Tabela 6).

**Tabela 6** - Abundância dos Táxons de macroinvertebrados aquáticos coletados nos córregos urbanos do município de Bocaina (SP).

<b>CLASSIFICAÇÃO TAXINÔMICA</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
<b>GASTROPODA</b>							
Planorbidae	0	0	4	5	10	8	2
<b>ANNELIDA</b>							
Hirudinea	0	0	1	0	0	34	0
<b>DIPTERA</b>							
Ceratopogonidae	1	1	1	4	1	2	0
Chironomidae	58	51	6	69	82	96	774
Tanypodinae	1	1	5	2	2	0	0
Tipulidae	0	0	1	9	1	0	2
Ptychopteridae	0	0	0	1	0	0	0
<b>COLEOPTERA</b>							
Dytiscidae	10	4	1	3	0	0	0
Elmidae	0	2	3	2	4	0	0
Halplidae	0	1	0	1	0	0	0
Hydrophilidae	3	4	83	46	3	29	93
Girinidae	0	0	1	0	0	1	0
<b>TRICHOPTERA</b>							
Calamoceratidae	1	2	0	0	0	0	0
Hydropsychidae	0	0	0	0	1	1	0
Helichopsychidae	0	0	0	0	1	0	0
Odontoceridae	4	2	0	0	0	0	0
Polycentropodidae	15	0	0	0	0	0	0
<b>HEMIPTERA</b>							
Belostomatidae	1	0	1	0	0	0	4
Naucoridae	1	2	2	0	0	0	0
Mesoveliidae	0	0	1	0	0	0	0
Veliidae	1	0	0	0	9	0	0
<b>EPHEMEROPTERA</b>							
Baetidae	4	3	0	0	0	0	0
Caenidae	1	1	0	0	0	2	0
Leptohyphidae	8	4	0	1	0	0	0
<b>ODONATA</b>							
Calopterygidae	9	10	3	15	2	0	1
Coenagrionidae	0	0	0	0	0	1	0
Gomphidae	8	9	1	2	1	0	0
Libellulidae	6	4	0	0	0	1	0

Diversos estudos vêm apontando a importância das matas ciliares em relação à ocorrência e estruturação da fauna bentônica em ambientes lóticos (VANNOTE et al. 1980, GREGORY et al. 1991, CORBI, 2008). Essa vegetação ciliar é fundamental para a manutenção do equilíbrio ecológico nos ecossistemas aquáticos por serem uma fonte de material autóctone, na forma de folhas, troncos e frutos, servindo de abrigo, alimento e refúgio à macrofauna (BUNN et al. 1999).

Segundo Kay et al. (2001) e Bojsen, Jacobsen (2003), a fauna em córregos de áreas florestadas é diferente da fauna de córregos com a ausência de mata ciliar. Esse fato deve-se, principalmente, à maior incidência de luz, onde ocorre uma redução significativa na quantidade de restos vegetais em decomposição.

Nesse sentido, alguns táxons como Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera são sensíveis e necessitam viver em águas extremamente limpas com uma grande quantidade de oxigênio dissolvido, vivendo associados às rochas, troncos ou à vegetação submersa. Hemiptera, Odonata e Coleoptera são tolerantes, predadores e vivem preferencialmente nas margens dos rios e também em toda coluna d' água e não necessitam de uma grande quantidade de oxigênio dissolvido. Já os resistentes vivem em diversos tipos de corpos d' água, principalmente em águas extremamente poluídas com baixas concentrações de oxigênio dissolvido ou até mesmo em ambientes anóxicos por um período de tempo; esse grupo é formado especialmente por larvas de Chironomidae (Dipteras) e por algumas espécies da classe de Oligochaetas (GOULART & CALLISTO, 2003).

No presente estudo, Calamoceratidae, Hydropsychidae, Odontoceridae, Polycentropodidae, (Ordem Trichoptera), e Baetidae, Caenidae e Leptohyphidae (Ordem Ephemeroptera), foram mais exclusivos do Ribeirão da Bocaina nos pontos (P1 e P2). Dentre os três córregos estudados, esse córrego apresenta vegetação ciliar mais conservada e os pontos de coleta se localizam mais afastados da cidade, sofrendo assim, menor influência da urbanização e industrialização.

Por outro lado, os córregos da Bocaina e Himalaia e o ponto (P7) do Ribeirão da Bocaina, que recebe as águas de todos os outros córregos, apresentam influência direta da urbanização e industrialização principalmente do processamento do couro na cidade.

Estudos realizados por Beyruth et al. (1993) e Calef & Rocha (1993), em regiões do estado de São Paulo, avaliando as condições da água através da comunidade bentônica, revelam que organismos das ordens Trichoptera, Ephemeroptera, Hemiptera

são associadas a águas limpas e oxigenadas, enquanto que nos ambientes eutrofizados pelos diferentes graus de influência antrópica predominam os Diptera (Chironomidae), Annelida (Hirudinea).

Dessa forma, de acordo com Roque & Trivinho-Strixino (2001); Freire & Gessner (2002), a região Central do Estado de São Paulo é caracterizada pela vegetação de cerrado, e a maioria dos córregos tem características semelhantes como, leito arenoso com baixa declividade e baixa heterogeneidade ambiental, sendo habitado principalmente por larvas de Chironomidae. Assim, a presença desse táxon foi observada em todos os pontos amostrais deste estudo, inclusive nos que apresentam uma mata ciliar mais conservada.

Courtney & Merritt (2008), relatam a ordem Diptera como um dos grupos de insetos mais distintos, correspondendo às moscas, mosquitos e afins. Espécies Chironomidae (Diptera) apresentam grande distribuição e são comuns em locais perturbados, principalmente ambientes organicamente enriquecidos.

Os insetos da família Chironomidae constituem uma das famílias mais abundante da entomofauna aquática, ocorrendo em todas as regiões zoogeográficas, inclusive na região Ártica (OLIVER, 1971; PINDER, 1989; ASHE et al. 1987). A fauna na região Neotropical de Chironomidae é representada por cerca de 710 espécies, distribuídas em 155 gêneros (SPIES & REISS 1996). No Brasil ocorrem 136 gêneros e 392 espécies (MENDES & PINHO, 2011).

A distribuição e a abundância desses indivíduos são influenciadas pelas condições físicas e químicas da água, assim como pelas características do substrato e pela relação trófica com outros grupos (JOHNSON et al. 1992). Segundo Simpson & Bode (1980), o gênero *Chironomus* é comum em ambientes com baixa concentração de oxigênio dissolvido, porém são encontrados em diversos tipos de habitats e condições de água. De acordo com Marques et al. (1999), *Chironomus* apresenta forte tolerância a condições de eutrofização, mostra significativo aumento, em abundância em relação ao enriquecimento orgânico por ações antrópicas. Já Coffman e Ferrington (1984), relatam que larvas de Chironomidae (Diptera) associados a sedimentos arenosos, provenientes de assoreamento do ambiente aquático e a falta de mata ciliar são indicativos para relativa tolerância dessa família. O alto teor de matéria orgânica no ambiente pode ser um fator que colabora para o crescimento das populações de Chironomidae, representando bons indicadores de degradação ambiental (MARQUES et al. 1999).

Trabalhos realizados no estado de São Paulo por Trivinho-Strixino & Strixino

(1991); Roque & Trivinho-Strixino (2001); Higuti & Takeda (2002); Henriques-Oliveira et al. (2003); Mendes & Pinho (2007), são em sua maioria estudos de cunho ecológico, onde as larvas aquáticas são o foco principal em análises de distribuição, abundância e avaliação ambiental. Estudos envolvendo a associação entre os imaturos e adultos ainda é escasso.

Considerando o predomínio de chironomidae no presente trabalho, pode inferir a associação desse grupo a substratos arenosos, provavelmente oriundos do processo de assoreamento causado pela retirada da vegetação nativa, em quase toda a extensão dos córregos estudados. Ademais o enriquecimento orgânico associado às alterações nas condições físicas e químicas da água, justifica a presença maciça desse táxon.

Uma das justificativas da predominância de Chironomidae nos diferentes ambientes aquáticos é devido a sua plasticidade adaptativa às condições ambientais extremas (ARMITAGE et al. 1995).

Outra ordem apresentando grande abundância no presente trabalho foram os Coleópteros, que também apresentam relativa tolerância a ambientes poluídos, sendo encontrados em grande quantidade no Córrego da Bocaina, onde fica evidente o processo de erosão, assoreamento e urbanização.

Segundo Jäch & Balke (2008), a maior ordem de Insecta são os Coleópteros com aproximadamente 400 mil espécies em todo o mundo, sendo apenas 4% das espécies aquáticas, representando um grupo abundante e diverso entre os macroinvertebrados de ambientes de água doce.

Estudos recentes totalizam 170 famílias de Coleoptera no mundo, sendo conhecidas 104 famílias para a fauna Brasileira, incluindo aproximadamente 30000 espécies. Essa grande riqueza de espécies torna os coleópteros um grupo bem sucedido evolutivamente, com distribuição em todo mundo exceto na Antártica (ODEGAARD, 2000; COSTA, 2000; JACH & BALKE, 2008; ARCHANGELSKY et al. 2009).

Vários estudos realizados por Bispo & Oliveira (2007); Spies & Froehlich (2009); Siegloch (2010) revelam que o estado de São Paulo abriga uma grande riqueza de insetos aquáticos principalmente Coleoptera, estando relacionado à peculiaridade e heterogeneidade dos locais e principalmente pelo estado de conservação do ambiente estudado.

Assim, a elevada proporção de Coleoptera e outros insetos possivelmente esta relacionado com as características das condições locais, tais como vegetação (Cerrado) e o leito arenoso. A riqueza e abundância de Coleoptera encontrada nesse estudo



corroboram com os padrões descritos na literatura sobre besouros com fases aquáticas. Spangler, (1981) e Brown (1972), destacam Elmidae como os habitantes mais comuns e numerosos de ambientes lóticos. No presente trabalho a família Hydrophilidae, foi a mais representativa e tais resultados também corroboram os de Benetti & Hamada (2003), que encontraram maior riqueza de espécies da mesma família em várzeas, lagos, igarapés, e bem como em poças de origem antrópica. Segundo Merritt & Cummins (1996), essa família é a mais abundante em ambientes aquáticos principalmente os que apresentam influência antrópica.

Essa ordem ocorre em grande diversidade de ambientes como rios, lagos e riachos o que pode justificar a grande abundância da ordem Coleoptera (principalmente Hydrophilidae) nos córregos estudados. A utilização desses organismos é importante para o monitoramento e avaliação ambiental, devido ao seu grau de sensibilidade proveniente de ações antrópicas (RIBERA & FOSTER, 1992; RIBERA, 2000; GARCIA-CRIADO & FERNANDEZ-ALÁEZ, 2001; COMPIN & CÉRÉGHINO, 2003).

Apesar da dificuldade na identificação, as planárias são facilmente coletadas, pois apresentam uma ampla distribuição e assimilação por ambientes impactados (INDEHERBERG et al. 1999; GUECHEVA et al. 2001).

Outra ordem significativamente abundante no trabalho foram os Odonatas. Esses insetos aquáticos hemimetábulos apresentam fases larvais encontradas em diversos ambientes de água doce, exibindo alta diversidade nos trópicos. Essa ordem possui aproximadamente 6000 espécies descritas no mundo, pertencentes a 600 gêneros, agrupados em 33 famílias (CORBET, 1999; KALKMAN et al. 2008). No Brasil segundo Souza et al. (2007), até momento foram registradas por volta de 800 espécies distribuídas em 123 gêneros e 14 famílias.

Trabalho realizado por Kalkman et al. (2008), apontam que a família Libellulidae é a família neotropical mais rica, com 38 gêneros. No presente trabalho a família de maior riqueza foi Calopterygidae, corroborando com resultados de Kalkman. Trabalhos realizados por Gonzalez-Soriano & Verdugo-Garza (1982), revelam que a ausência da mata ciliar está relacionada à distribuição e abundância desse táxon. Comparando ao presente trabalho a maior abundância de Odonata foi encontrada no córrego Ribeirão da Bocaina, esse é o único córrego que apresenta características mais preservadas em relação à mata ciliar.

Portanto trabalhos voltados para a avaliação biológica de córregos urbanos ganham importância dentro da gestão ambiental, uma vez que observam a resposta das

comunidades a esses ambientes. Além disso, com os resultados dessa pesquisa espera-se ampliar o conhecimento sobre aspectos ecológicos dos macroinvertebrados aquáticos da região Central do Estado de São Paulo.

#### 4.5 Análises Estatísticas

A análise estatística dos resultados obtidos em um determinado estudo é uma ferramenta importantíssima na validação desses dados, assim como para a adequada extrapolação dos resultados obtidos para a população estudada.

Medidas de diversidades apontam principalmente para a importância da conservação da biodiversidade e monitoramento ambiental (MAGURRAN, 1991). Autores como Taylor (1978) e Magurran (1991), destacam o uso de um ou mais testes estatísticos de diversidade, permitindo discriminar melhor os locais e amostras que não são excessivamente diferentes, obtendo melhor eficiência das análises. Desse modo, Magurran (1991), destaca que estratégias de conservação de ambientes aquáticos podem refletir melhor as informações dos padrões de abundância de espécies que são consideradas, estabelecendo um aumento da diversidade e até mesmo o aumento da qualidade ecológica dos ecossistemas (Tabela 7).

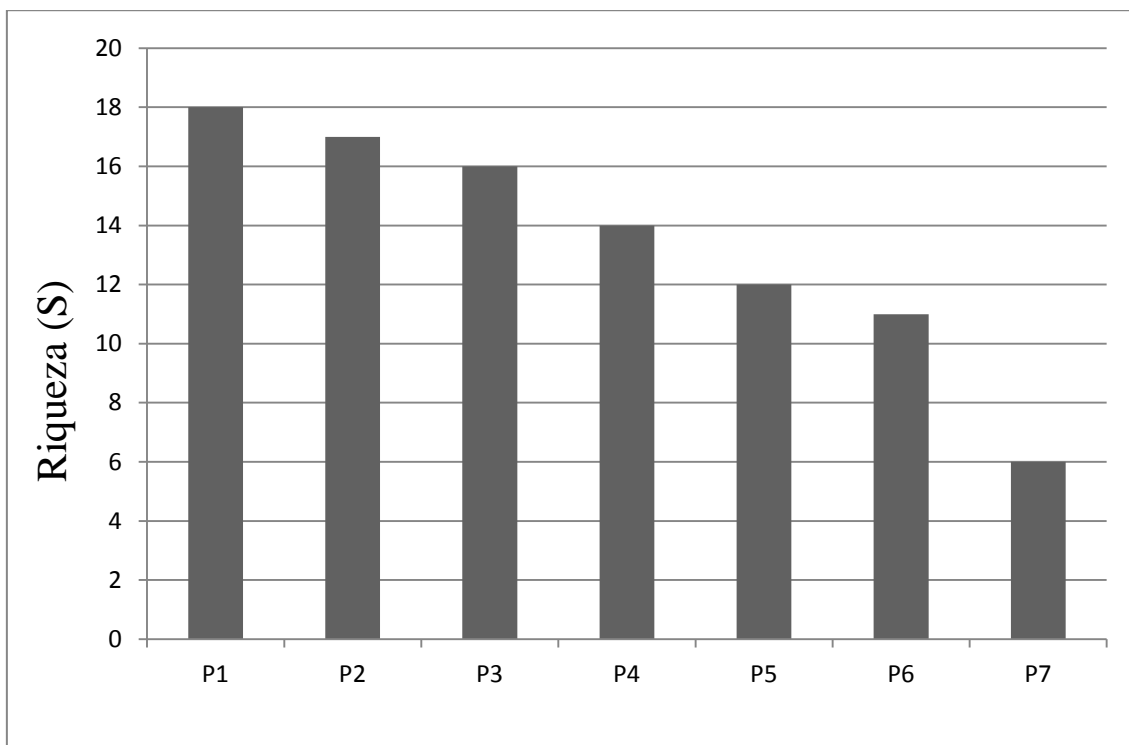
**Tabela 7** - Valores de riqueza e abundância de insetos aquáticos e índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e equitabilidade entre os pontos amostrais.

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
<b>Riqueza (S)</b>	18	17	16	14	12	11	6
<b>Abundância</b>	136	102	211	164	117	177	876
<b>Shannon_H</b>	2,097	1,935	1,357	1,714	1,209	1,354	0,4076
<b>Equitabilidade</b>	0,4525	0,4074	0,2429	0,3966	0,2791	0,3521	0,2505

O valor de riqueza de táxons nos respectivos pontos amostrados revelou uma maior riqueza no ponto (P1) com um total de 18 táxons, e menor riqueza no ponto (P7) com 6 táxons, demonstrando uma diferença significativa entre os trechos amostrados. O ponto (P1 e P2) localiza-se no Ribeirão da Bocaina apresentando maior índice de riqueza devido ao ponto ser mais preservado que os demais, e ser afastado do desenvolvimento urbano e industrial. Segundo o trabalho de Buss e Salles (2007), ordens como Ephemeroptera, Trichoptera são classificadas como indicadoras de boa

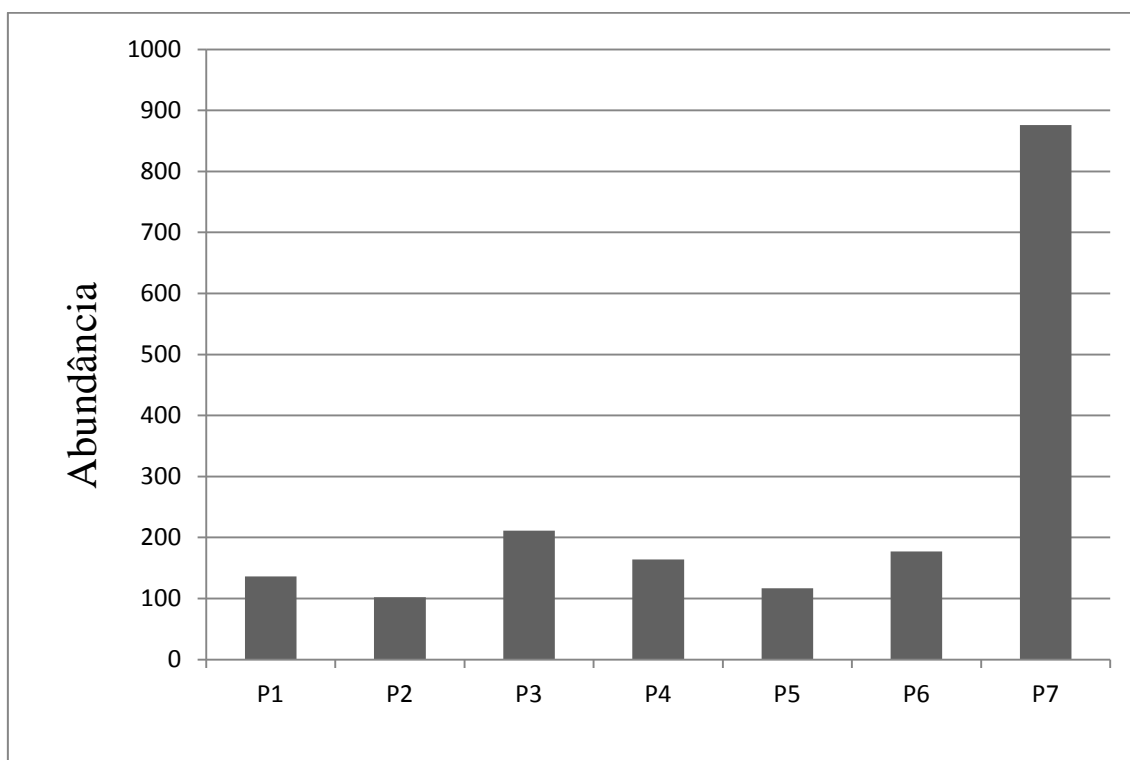
qualidade ambiental, sendo que esses táxons estiveram em maior numero no ponto (P1 e P2), justificando a melhor preservação desse ponto (Figura 13).

**Figura 13** - Riqueza de táxons dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina- SP.



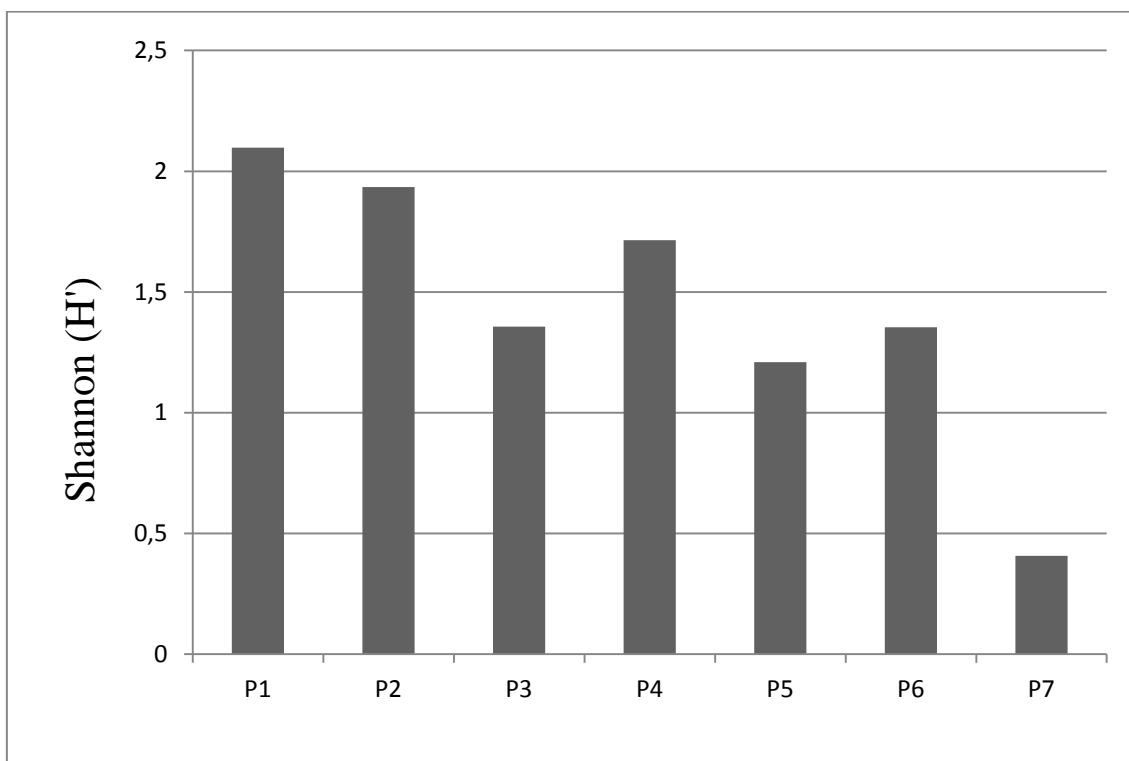
Já o índice de abundância mostrou uma diferença significativa entre os pontos, sendo o ponto (P7) o mais abundante e o (P2) menos abundante, podendo indicar que há uma diferença significativa de hábitat sobre a comunidade de insetos aquáticos. O ponto (P7) é a junção de todos os pontos amostrais, recebendo água do córrego Himalaia e Bocaina, e suas características são totalmente diferentes do ponto (P1 e P2) apresentando uma mata ciliar mais conservada que os demais pontos. Segundo Suriano e Fonseca-Guessner (2008) e Rodrigues (2007), ambientes associados a curtumes e Agroindústria proveniente de atividades antrópicas abrigam principalmente larvas de Chironomidae que são indicadores de ambientes impactos, sendo que no ponto (P7) foi registrada todas essas características e uma abundância muito grande de Chironomidae, justificando a influência das atividades antrópicas exercidas na cidade (Figura 14).

**Figura 14** - Total Abundância dos táxons dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina- SP.



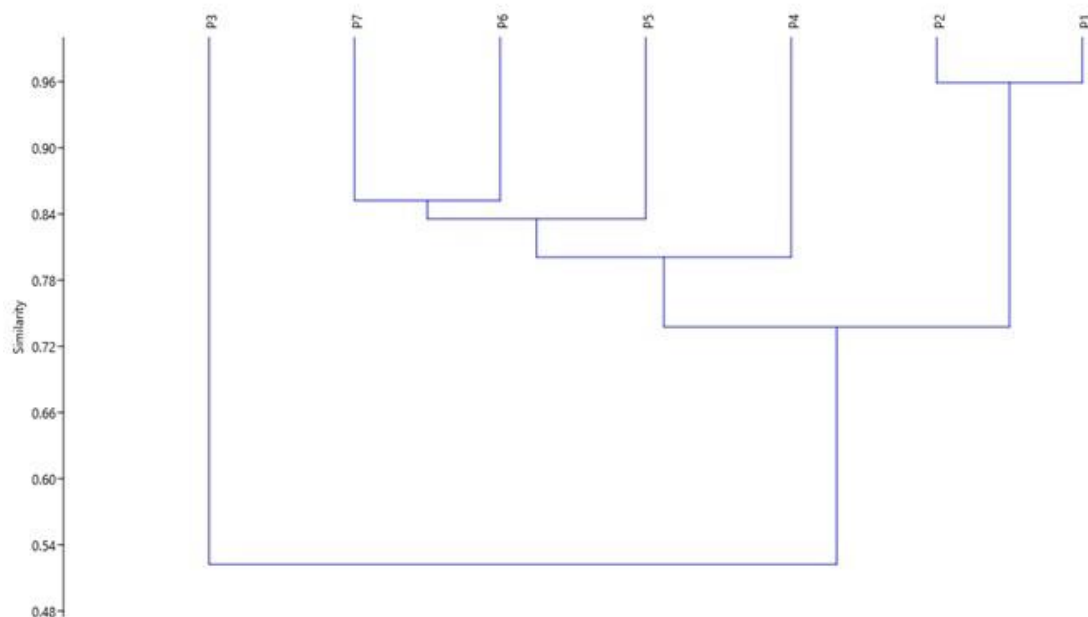
O índice de diversidade de Shannon foi baixo, maior que um ( $>1$ ) em seis pontos amostrados e só no ponto (P7) foi menor que um ( $<1$ ). Em ambos os pontos apresenta uma similaridade, porém apresenta padrões de diversidade e cobertura de dossel diferente. E segundo Callisto et al. (2001), ambientes com maior riqueza de habitats apresentam uma maior abundância taxonômica. De acordo com Heino (2009), a estrutura da comunidade de insetos aquáticos é alterada no sentido cabeceira-foz pela alteração do substrato, em uma escala espacial. Variáveis ambientais como largura, profundidade e heterogeneidade de habitats no córrego em escalas locais, influenciam a riqueza e diversidade das espécies nos ambientes aquáticos. Os pontos (P1 e P2) foram representados pelo maior índice de diversidade de Shannon devido às características desses pontos, apresentando melhor cobertura vegetal em relação aos demais pontos, maior riqueza de habitats e algumas variáveis ambientais mais estabilizadas (Figura 15).

**Figura 15** - Diversidade de Shannon dos pontos amostrais em três córregos do município de Bocaina- SP.



A análise de agrupamento apresentou correlação cofenética (0,9054). A composição da fauna registrada no ponto (P1 e P2) do Ribeirão da Bocaina sendo os mais similares com (mais de 95 % de similaridade). Já os pontos (P7) que é a junção de todos os pontos amostrais e (P6), um no córrego da Bocaina e o outro no Ribeirão da Bocaina, formaram outro grupo, com quase 85% de similaridade. O ponto (P3) foi o que apresentou a menor similaridade entre os pontos amostrais representado por (menos de 54%) (Figura 16).

**Figura 16** - Análise de agrupamento entre os pontos amostrais (Correlação cofenética = 0,9054).



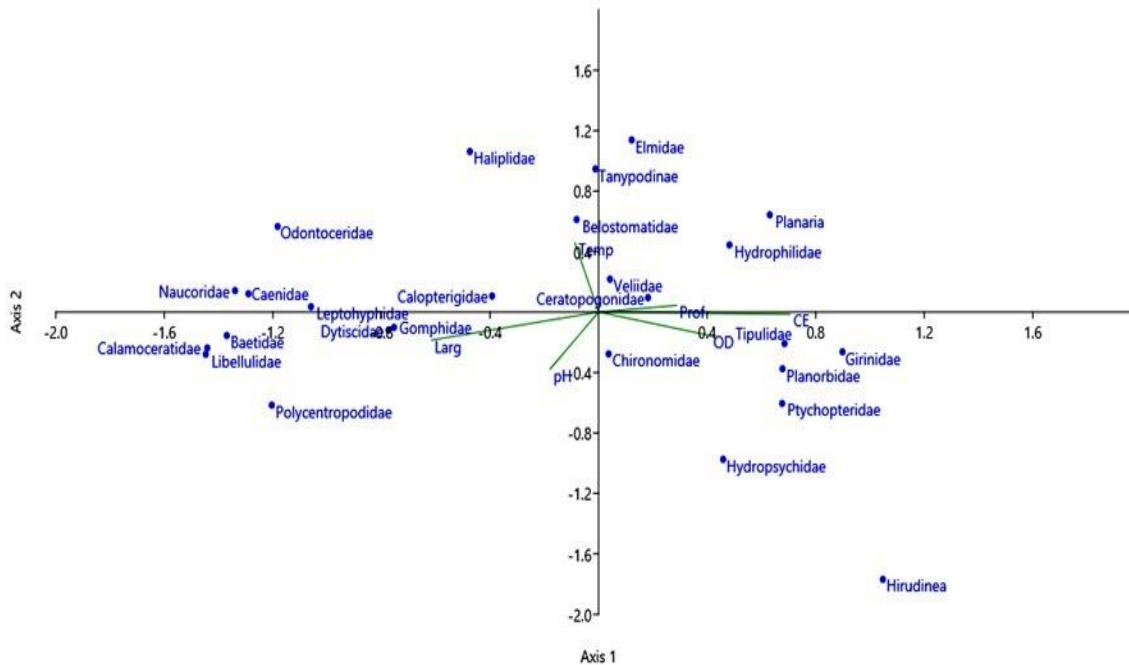
As análises estatísticas e os resultados da Análise de Correspondência Canônica (CCA) projetam os táxons ao longo de determinados gradientes. Mesmo que tal análise seja multidimensional, a maior parte das relações entre as variáveis ambientais e a entomofauna foi explicada pelos dois primeiros eixos de ordenações (36,8% e 25,2%) que juntos representam 62 % da variação.

O primeiro eixo demonstrou a divisão das variáveis ambientais, que foram aferidas em cada ponto, caracterizando os pontos amostrados.

Desse modo, na parte esquerda do gráfico estão se as variáveis pH, largura e temperatura, já na parte direita estão representada as variáveis profundidade, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

A análise do CCA também demonstrou que a Largura, oxigênio dissolvido e condutividade elétrica representam as variáveis mais importantes e significativas na distribuição das espécies, seguidas de pH, temperatura e profundidade (Figura 17).

**Figura 17** - Diagrama da Análise de Correspondência Canônica da comunidade de macroinvertebrados e variáveis ambientais. Tag: Temperatura da água; Prof: profundidade; OD: Oxigênio Dissolvido; Larg: largura; CE: Condutividade elétrica.



Os táxons Haliplidae, Calopterygidae, Odontoceridae, Naucoridae, Caenidae, Belostomatidae, Tanypodinae, Leptohyphidae, tiveram correlação positiva com a temperatura da água. O grupo de táxons formado por Elmidae, Veliidae, Ceratopogonidae, Hydrophilidae demonstrou correlação positiva para profundidade. Os táxons Polycentropodidae, Gomphidae, Dytiscidae, Baetidae, Libellulidae, Calamoceratidae tiveram correlação positiva para largura e pH. Já os táxons Chironomidae, Tipulidae, Girinidae, Planorbídeos, Ptychopteridae, Hydropsychidae, Hirudinea, apresentaram correlação positiva para oxigênio dissolvido e condutividade elétrica.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- As concentrações de metais encontradas através do presente trabalho foram muito elevadas, devido ao processo de industrialização, urbanização e agroindústria exercidos na cidade. Ficou evidente que os valores mais significativos de metais foram o de Cromo causando um provável efeito adverso à biota aquática dos mananciais urbanos de Bocaina – SP.
- Outro fator importante também é a inexistência da vegetação ciliar na maioria dos pontos, apresentando uma vegetação de dossel aberto ou parcial, influenciando diretamente na composição da fauna de macroinvertebrados aquáticos.
- Os maiores valores de diversidade e riqueza ocorreram nos pontos mais afastados da cidade, que apresentam melhores condições de vegetação ciliar e menor influência da industrialização e urbanização.
- Quase todas as métricas utilizadas indicaram uma situação de estresse dos córregos de Bocaina, onde grande quantidade de larvas de Chironomidae (Diptera), que são indicadoras de ambientes impactados, foram encontradas.
- Com os resultados dessa pesquisa espera-se ampliar o conhecimento sobre aspectos ecológicos e ambiental de macroinvertebrados da região Central do Estado de São Paulo.



## 6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Panorama da Qualidade das águas superficiais no Brasil**. Cadernos de recursos hídricos. Brasília, 2005. 175p.

ALVES, R. G., GORNI, G. R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). **Acta Limnol. Bras**, v. 19, n. 4, p. 407-413, 2007.

ALLAN, J. D. CASTILLO, M. M. **Ecology Stream: structure and function of running waters**. Second Edition, Springer. 2007. 429 pp.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th edition. Washington. 2012.

ANGELOTTI-NETTO, A.; CRESTANA, S.; DE OLIVEIRA, S. C.; BARBOSA, R. V. R. Metais pesados provenientes de atividades agrícola: formas, prevenção e controle. In: ESPÍNDOLA E. L. G & WENDLAND, E. **Bacia Hidrográfica: Diversas abordagens de pesquisa**. Rima Editora, 2004. p. 1-14.

ARMAS, E. D.; MONTEIRO, R. T. R.; AMÂNCIO, A. V.; CORREA, R. C. L.; GUERCIO, M. A. Usos de agrotóxicos em cana-de-açúcar na bacia do Rio Corumbataí e o risco de poluição hídrica. **Química Nova**, 2005. vol. 26 n°. 6.

ARMITAGE, P.; CRANSTON, P. S.; PINDER, L. C. V. **The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges**. Editora Chapman & Hall, p. 571. 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR-10004 - resíduos sólidos: Classificação**. Rio de Janeiro, 2004. 71p.

ASHE, P; MURRAY D. A.; REISS, F. 1987. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). **Annales Limnologie**, 23 (1): 27-60.

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Control. **Toxicological profile for chromium**. Syracuse. US. Department of Health Human Services, 2000. <http://www.atsdr.cdc.gov/clist.html>. Acesso Set. 2005.

ARCHANGELSKY M, MANZO V, MICHAT, MC, TORRES PLM. (2009). Coleoptera. In: Dominguez E, Fernández HR. (Eds). Macroinvertebrados bentônicos americanos. Sistemática y biología, **Tucumán: Fundación Miguel Lillo**: 411-468.

BEYRUTH, Z.; CALEFI, S; ROCHA, A. A. 1993. Hidrobiologia sanitária e saúde pública em lagos do Parque Ecológico da Zona leste de São Paulo, SP: macroinvertebrados bentônicos. **Revista DAE/SABESP**, n° 172, 53: 11-14.

BENETTI, C. J. AND HAMADA, N., 2003. Fauna de coleópteros aquáticos (Insecta: Coleoptera) na Amazônia Central, Brasil. **Acta Amazonica**, vol. 33, no. 3, pp. 1-10.

BICUDO, C. E. M. & BICUDO, D. C. 2004. **Amostragem em limnologia**. Rima, São Carlos – SP 346p.

BOYERO, L.; BAILEY, R. C. Organization of macroinvertebrate communities at a hierarchy of spatial scales in a tropical stream. **Hydrobiologia**, v. 464, p. 219-225. 2001.

BOJSEN, B. H. & JACOBSEN, D. Effects of deforestation on macroinvertebrate diversity and assemblage structure in Ecuadorian Amazon streams. **Archiv Fur Hydrobiologie**, 158 (3): p. 317-342. 2003.

BRITO-JUNIOR, L.; ABÍLIO, F. J. P e WATANABE, T. **Insetos aquáticos do açude São José dos Cordeiros (semi-árido paraibano) com ênfase em Chironomidae**. Entomologia y Vectores, 12 (2), 1-9, 2005.

BRAGA, B.; PORTO, M.; TUCCI, C. E. M. **Monitoramento de quantidade e qualidade faz águas**. In: Rebouças, A. C.; Braga. B.; Tundisi, J. G.(Org.). Água doce no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3. Ed. São Paulo: Escrituras Editoras, 2006. Cap.5, p.145-160.

BRAYNER, F. M. M. **Determinação de taxas de retenção de metais-traço por sedimentos orgânicos em um viveiro piscicultura em área estuarina e urbana**, São Carlos, 1998, 103 f. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 1998.

BROWN, H. P., 1972. **Aquatic dryopoid beetles (Coleoptera) of the United States**. Washington: United States Environmental Protection Agency. 82 p. Biota of Freshwater Ecosystems Identification Manual no. 6. Water, Pollution Conference Series.

BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L., 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, p. 465- 473.

BUSS, D. F.; SALLES, F. F. Using Baetidae species as biological indicator of environmental degradation in a Brazilian riverbasin. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 130, p. 365–372, 2007.

BUNN, S. E.; DAVIS, P. M.; MOSISCH, T. D. Ecosystem measures of river health and their response to riparian and catchment degradation. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 333-345, 1999.

BISPO, PC. and OLIVEIRA, LG. 2007. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, vol. 24, no. 2, p. 283-293.

CAIRNS, JR, J.; DICKSON, K. L. 1971. A simple method for the biological assessment of the effect of waste discharges on aquatic bottom-dwelling organism. **J. WPCF**, p. 755- 772.

CALEFI, S.; ROCHA, S. M. 1993. Variação sazonal da macrofauna bentônica do lago do Parque Ibirapuera (São Paulo) e sua utilização como indicador de poluição. **Revista DAE/SABESP**, nº 170, 53: 1 – 4.

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como

ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82. 2001.

CAMPOS, A. F. **Macroinvertebrados bentônicos em viveiros de criação de peixes do Centro Nacional de Pesquisa de Peixes Tropicais-CEPTA, Pirassununga, SP**. 1999. 65 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

CALMANO, W. Metals in sediments: Remobilization and environmental hazards. In: Munawar, M & Dave, G. (eds). **Development and Progress in Sediment Quality Assessment: Rationale, Challenges, Techniques & Strategies**. Amsterdam: Publishingbv, 1996. p. 1-14.

CALOR, A. R. Checklist dos Trichoptera (Insecta) do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1a, 0311101., 2011.

CETESB, Curtumes / Série Produção Mais Limpa, José Wagner Faria Pacheco, São Paulo: 76 p. (ICD) (Série P + L), São Paulo, 2005.

COURTNEY, G. W. & MERRITT. R. W. 2008. Capítulo 22. Aquatic Diptera. Part one. Larvae of aquatic Diptera, pp. 687-722. In R. W. MERRITT, K. W. Cummis & M. B. BERG (eds). **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 4<sup>a</sup> edição. Kendall/Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa. 1158 p.

CORTES, R. M. V.; CARVALHO. L. H. M. & CARVALHO, M. J. P. M. (1982). **Caracterização físico-química das águas dulciaquícolas-Implicações biológicas**. Vila Real, 131 pp.

CONTADOR JÚNIOR, O. **Tecnologia e proteção ambiental nas indústrias do couro e calçados na região de Jaú – SP**, Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente, UNIARA, Araraquara-SP, 174p. jun. 2004.

CORBET, PS. 1999. **Dragonflies: behavior and ecology**. New York: Cornell University

Press. 829 p.

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

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; DOS SANTOS, A.; DEL GRANDE, M. Diagnóstico ambiental de metais e organoclorados em córregos adjacentes a áreas de cultivo de cana-de-açúcar (Estado de São Paulo, Brasil). **Química Nova**. 2006. vol. 29, n°.1, p. 61-65.

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; DOS SANTOS, A. Environmental evaluation of metals in sediments and dragonflies due to sugar cane cultivation in Neotropical streams. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 195, p. 325-333, 2008.

CORBI, J. J.; FROEHLICH, C. G.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; SANTOS, A. Bioaccumulation of metals in aquatic insects of streams located in areas with sugar cane cultivation. **Química Nova**, v. 33, n. 3, p.644-648, 2010.

COSTA, J. M.; MACHADO, A. B. M.; LENCIONI, F. A. A.; SANTOS, T. C. Diversidade de distribuição dos ODONATOS (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil: Parte I – Lista de espécies e registros bibliográficos. **Publ. Avul. Mus. Nac.**, Rio de Janeiro, n. 80, p. 1-27. abr. 2000.

COMPIN, A. & CÉRÉGHINO, R. (2003). Sensitivity of aquatic insect species richness to disturbance in the Adour-Garonne stream system (France). **Ecological Indicators**, 3, 135- 142.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL [CETESB]. **Relatório de qualidade de águas subterrâneas no Estado de São Paulo 2004-2006**. São Paulo, 2007.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Conama

nº344, de 25 de março de 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Conama nº357, de 17 de março de 2005.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Conama nº397, de 3 de abril de 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução Conama nº430, de 13 de maio de 2011.

COFFMAN W. P, FERRINGTON L. C. Chironomidae. In: Merritt RW, Cummins KW, editors. **An introduction to the Aquatic Insects of North America**. Kendall Hunt publishing Company; 1984. pp. 551–554.

DALLAGO, M. R.; SMANIOTTO, A. Resíduos sólidos de curtumes como absorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. **Revista Quím. Nova**, São Paulo, SP, v. 28, n. 3, p. 433-439, 2005.

DEPAULA, F. C. F.; MOZETO, A. A. **Appl. Geochem**, 2001, 16, 1139.

DONALD, P. Macroinvertebrados aquáticos como indicadores ambientais de qualidade de água. Cap. 2. 2004. In: **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. CULLEN, L. Jr.; RUDRAN, R. & PÁDUA, C. V. (orgs.). Curitiba. Editora UFPR. 664p.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1988. 602p.

EXTENCE, C. A.; FERGUNSON, A. J. D., 1989. Aquatic invertebrate surveys as a water quality management tool in the Anglian water region. **Research & Management**, v.4. p. 139-146.

FRANCO, B. D. G. M. & LANDGRAF, M. 2002. **Microbiologia dos Alimentos**.

Atheneu, São Paulo.

FERNANDEZ, H. R.; DOMÍNGUEZ, E. 2001. **Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos americanos**. Tucumán (Argentina). Editora universitária de Tucumán.

FONSECA-GESSNER, A. A.; GUERESCHI, R. M. **Macroinvertebrados bentônicos na avaliação da qualidade da água de três córregos na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP, Brasil**. In: SANTOS, J. E.; Pires, S. R. (Eds). Estação Ecológica de Jataí. São Carlos: Rima, v. 2, 2000. p. 707-720.

FROEHLICH, C. G (Org.). 2007. Guia on-line: **Identificação de larvas de insetos aquáticos do estado de São Paulo**. (Disponível em: <http://www.sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>).

FREIRE, C. F. AND FONSECA-GESSNER, A. A. (2002), Larvas de Chironomidae (Diptera) na microbacia do Ribeirão Canchim, São Carlos, SP, Brasil. **Entomol. y Vect.**, **8**, 17-429.

GARCIA-CRIADO, F. & FERNANDES-ALÁEZ, M. (2001) Hydraenidae and Elmidae assemblages (Coleoptera) from a Spanish river basin: good Indicators of coal mining Pollution? **Archiv fur Hydrobiologie**, 150 (4), 641-660.

GOULART, M.; CALLISTO, M. Bioindicadores de água como ferramenta em estudo de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, 2003.

GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. **Chemistry of the elements**. University of Leeds, U. K.: Department of Inorganic and Structural Chemistry, 1989. 1542p.

GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, v. 41, p.540-551, 1991.

GUECHEVA, T. N., HENRIQUES, J. A. P., ERDTMANN, B., 2001. Genotoxicity effects of copper sulfate in freshwater planarian in vivo, studied with the single cell gel test (comet assay). **Mutat. Res.** 497, 19-27.



GONZALEZ-SORIANO, E. & M. VERDUGO-GARZA. 1982. Studies on neotropical Odonata: the adult behaviour of *Heteragrion alienum* Williamson (Odonata: Megapodagrionidae). **Fol. Entomol. Mexic.** **52**:3-15.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN P. D. Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, E.U.A, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HEINO, J. 2009. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. **Freshwater Reviews**2(1):1-29.

HERIQUES-OLIVEIRA, A. L.; SANSEVERINO, A. M.; NESSIMIAN, J. L. Larvas de Chironomidae (Insecta: Dipetera) de substrato rochoso em dois rios em diferentes estados de preservação na mata atlântica, R. J. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 11, n. 2, p. 17-28, 1999.

HIGUTI, J. & A.M. TAKETA. 2002. Spatial and temporal variation in densities of Chironomid larvae (diptera) in two lagoons and two tributaries of the upper Paraná River Floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology** **62**(4B): 807-818.

HERIQUES-OLIVEIRA, A. L.; DOVILLÉ, L. F. M. Feeding habitats of chironomid larvae (Insecta: Dipetera) from a stream in the Floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. **Brazilian Journal Biology**, v. 63, n. 2, p. 269-281, 2003.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Cidades – São Paulo**. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=350680&search=||info%r%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>> Acesso em: 20 jul. 2014.

INDEHERBERG, M. B. M., VAN STRAALLEN, N. M. & SCHOCHAERT, E. R. Combining life-history and toxicokinetic parameters to interpret differences in sensitivity to cadmium between population of *Polycelus tenuis* (Platyhelminthes). **Ecotoxicology and environmental safety**, 44: 1-11, 1999.

JÄCH, M. A. & BALKE, M. 2008. Global diversity of water beetles (Coleoptera) in

freshwater. **Hydrobiologia**. 595:419-442.

JARDIM, W. F., **Rev. Bras. Tecnol.** 1983, 14, 41.

JOHNSON, R. K.; WIEDERHOLM, T. & ROSENBERG, D. M. 1992. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: D. M. Rosenberg & V. H. Resh (Eds.) Freshwater biomonitoring and benthics macroinvertebrates. **New York: Chapman & Hall**, 487 p.

KAY, W. R.; HALSE, S. A.; SCANLON, M. D. & SMITH, M. J. Distribution and environmental tolerances of aquatic macroinvertebrate families in the agricultural zone of southwestern Australia. **J. N. Am. Benthol. Soc.**, **20** (2): p. 182- 199. 2001.

KARR, J.R., 1999. Defining and measuring river health. **FreshwaterBiology** 4: 221-234.

KIKUCHI, R. M.; UIEDA, V. S. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, E. (Eds). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro: PPGE-UFRJ, 1998. v.V (Séries Oecologia Brasiliensis).

KALKMAN, V. J.; CLAUSNITZER, V.; DIJKSTRA, K. D. B.; ORR, A. G.; PAULSON, D. R.; AND TOL, J. V. 2008. Global diversity of dragonflies (Odonata) in freshwater. **Hydrobiologia**, vol. 595, p. 351-363.

KLEEREKOPER, H. **Introdução ao estudo da limnologia**. Ed. da UFRGS. 330p. 1990.

KLEINE, P. & TRIVINHO-STRIXINO, S., 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. **ActaLimnol.Bras.** 17(1): 81- 90.

LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. Edgard Blucher Ltda, Juergen Heinrich Maar, 4. ed.; 1991. 452p.

MAITLAND, P. S. The distribution of zoo benthos and sediments in Loch Leven, Kinross, Scotland. **Arch. Hydrobiologie**. v.85: p. 98–125, 1979.

MARGALEF, F. 1983. **Limnología**. Barcelona, Omega. 1010p.

MARTINS, S. J. **Recuperação de matas ciliares**. Editora Conceito, 2001, 90p.

MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e Da Barra, Parque Estadual Do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira De Biologia**, 59: 203-210.

MERRITT, R. W. AND CUMMINS, K. W., 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. **Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company**. 862 p.

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

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F. S. **Qualidade da água para consumo humano**. Lisboa-Porto-Coimbra: Lidel, 2004.

MENDES, H. F. & PINHO, L. C. 2011. **Checklist of the Brazilian Chironomidae species**. <https://sites.google.com/site/brazilianchironomids/list> (último acesso em 29/01/2016).

MENDES, H.F. & PINHO, L.C. 2007. **Diptera: Chironomidae**. In Levantamento e biologia de Insecta e Oligochaeta aquáticos de sistemas lóticos do Estado de São Paulo. Available from: <http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/chironomidae/chiroindex.htm> (último acesso em 29/01/2016).

MOKAYA, S. K.; MATHOOKO, M. L. Influence of anthropogenic activities on water quality of a tropical stream ecosystem. **African Journal of Ecology**, v. 42, p. 281-288, 2004.

MOULTON, T. P. **Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos**. Nessimian, J. L. & A. L. Carvalho. Rio de Janeiro, p.281-298, 1998. Ecologia de insetos (Series Oecologia Brasiliensis, vol. V).

MORRETI, M. S.; GONÇALVES-JUNIOR, J. F.; LIGEIRO, R.; CALLISTO, M.; 2007. Invertebrates colonization on native tree leaves in neotropical stream (Brazil). **International Review of Hydrobiology** 92: 199- 210.

MORETTI, M. S.; MORENO, P. **Ecologia e funcionamento de ecossistemas aquáticos**. Mini curso de Biologia, Universidade do Vale do Sapucaí, 2006.

MORETTI, M. S. 2004. **Atlas de identificação rápida dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos**. Laboratório de ecologia de bentos da UFMG Belo horizonte, MG. (Disponível em: [www.icb.ufmg.br/big/benthos/index\\_arquivos/pdfs\\_pagina/AtlasBenthos.pdf](http://www.icb.ufmg.br/big/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/AtlasBenthos.pdf)).

MUGARRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. London: Chapman and Hall. 1991. 178 pp.

MUGNAI, R., J. L.; NESSIMIAN & D. F. 2010. **Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro**. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.

MORRIS, R. H., HAWKINS, C. P. Monitoring river health. **Hydrobiologia**. v. 435, p. 5-17, 2000.

NESSIMIAN, J. L.; SANSEVERINO, A. M. Structure and dynamics of chironomid fauna from a sand dune marsh in Rio de Janeiro State, Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v.30, p.207-219, 1995.

NESSIMIAN, J. L.; CARVALHO, A. L. **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro: Séries Oecologia Brasiliensis, PPGE-UFRJ, 1998. 309p.

ODUM, E., 2007. **Fundamentos de Ecologia**. 5. Ed. São Paulo: Thomson Learnig.

ODUM, E. P. e BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. Cengage Learning. 5 ed. 2011. 612p.

OLIVEIRA, P. C. R. **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**. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2009.

OLIVEIRA, A.; MORGAN, F. L.; MORENO, P. & CALLISTO, M., 2005. Inventário da fauna de insetos aquáticos na estação Ambiental de Peti (CEMIG). *In*: Silveira, F. ed. **Anais da ANEEL - projeto Peti/UFMG**. Belo Horizonte, EDUFMG. p.25-30.

OLIVEIRA, L. G.; FROEHLICH, C. G. Diversity and community structure of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a mountain stream in southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 9, p. 139-148, 1997.

OLIVEIRA, R. D. **Ambientalismo e novos rumos do desenvolvimento sustentável: o papel da ciência e tecnologia no setor produtor de couros**. 2013. 104p. Dissertação (Mestrado em Política científica e tecnológica). Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVER, D. R., 1971, Life history of the Chironomidae. **Ann. Rev. Entomol.**, 12: 211-230.

ØDEGAARD, F. 2000. How many species of arthropods? Erwin's estimative revised. **Biological Journal of the Linnean Society** 35: 321-337.

PAMPLIN, P. A. Z., ROCHA, O., MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Anellida, Clitellata) em duas represas do Rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 5, n.1, p. 1-8, 2005.

PRATT, J. M.; COLER, R. A., 1976. A procedure for the routine biological evaluation of urban runoff in small rivers. **Water Research**, v 10, p. 1019- 1025.

PAKER, D. 2009. Guia on-line: **Identification key to the orders of saskatchewan aquatic insect larvae and adults.** (Disponível em: <http://www.aquatax.ca/TaxaKey.html>).

PINDER, L. C. V., 1989. The adult males of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region. p. 5 - 9. *In: Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 3 - Adult males.* Wiederholm, T. (ed.). 532 p.

PELÁEZ-RODRÍGUEZ, M. **Avaliação da qualidade da água da Bacia do Alto Jacaré-Guaçú –SP (Ribeirão do Feijão e Rio Monjolinho) através de variáveis Físicas, Químicas e Biológicas.** Universidade de São Paulo (USP), 144 pp. 2001.

PES, A. M. O., HAMADA, N., NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para família e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 49, n. 2, p. 181-204, junho 2005.

PEIRÓ, D. F., ALVES, R. G. Insetos aquáticos associados a macrófitas da região litoral da represa do Ribeirão das Anhumas (Município de Américo Brasiliense, São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica**, v. 6, n. 2, p. 1-9, 2006.

PEIRÓ, D. F., GORNI, G. R. Diferença na composição da entomofauna aquática associada a duas plantas de hábitos diferentes em um tanque de piscicultura. **Multiciência**, v.10, p. 149-160, 2010.

PORTAL DE NOTÍCIAS G1 – GLOBO.COM. Agricultores denunciam descarte irregular de couro em Bocaina. **G1 de Bauru e Marília**, Nov. 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2014/11/agricultores-denunciam-descarte-irregular-de-couro-em-bocaina.html>> Acesso em: 02 nov. 2015.

QUEIROZ, J. F.; FERRAZ, J. M. C.; SILVEIRA, M. P.; SITTON, M.; MARIGO, A. L. S.; CARVALHO, M. P. & RIBACINKO, D. B. 2008. **Avaliação preliminar da qualidade da água em duas microbacias do rio Mogi (SP).** Circular Técnica - Embrapa Meio Ambiente, n.17. 11p.

RELYEA, R.; HOVERMAN, J. 2006. **Assessing the ecology in ecotoxicology: a review and synthesis in freshwater systems**. Ecology Letters. Vol. 9, p. 1157- 1171.

RINALDI, S. A., 2007. **Uso de macroinvertebrados bentônicos na avaliação do impacto antropogênico às margens do Parque Estadual do Jaraguá, São Paulo – SP**. Dissertação de Mestrado, Departamento de ecologia da USP, São Paulo.

RIBERA, I. & FOSTER, G. N. (1992) Uso de coleópteros aquáticos com indicadores biológicos (Coleoptera). **Elytron**, 6, 61-75.

RIBERA, I. (2000) Biogeography and conservation of Iberian water Beetles. **Biological Conservation**, 92, 131-150.

RODRIGUES, E., JUSTINO, A., SANTANA, V., 2001 – **Gestão e Ambiente – a Água e a Indústria**. Editora Pergaminho, Lda, Cascais

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H., 1993. **Freshwater Biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall.

ROQUE, F. O.; PEPINELLI, M.; FRAGOSO, N. E.; FERREIRA, W. A.; BARILLARI, P. R.; YOSHIMAGA, M. Y.; TRIVINO-STRIXINO, S.; VERANI, N. F.; LIMA, M. I. S., 2003. Ecologia de macroinvertebrados, peixes e vegetação ripária de um córrego de primeira ordem em região de cerrado do Estado de São Paulo (São Carlos, SP). Pp 313-338. **In** Raoul Henry (coord.), *Ecótonos nas Interfaces dos Ecossistemas Aquáticos*. RiMA, São Carlos. 349p.

ROQUE, F. O. **Distribuição espacial dos macroinvertebrados Bentônicos nos Córregos do Parque Estadual do Jaraguá (SP)**: Consideração para a conservação ambiental. 2000. 76f. Dissertação (mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2000.

ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Chironomidae (Diptera) em córregos do Parque Estadual do Jaraguá: Considerações para conservação *in situ*. **Entomologia y Vectores**. (no prolo), 1999.



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

RODRIGUES C. M. F (2007) **Abordagem Preliminar e Integrada da Qualidade da Água da Microbacia do Córrego da Areia Branca, Campinas/ SP**. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais. Taubaté, Universidade de Taubaté - UNITAU.

SANTOS, A. **Distribuição de metais no reservatório de captação de águas superficial Anhumas Américo Brasiliense – SP**. 1999. 147 f. Dissertação (Mestrado Química). Universidade de São Paulo, 1999.

SALGADO, P. E. T. Metais em Alimentos. In: SEIZI, O. **Fundamentos de Toxicologia**, 2º Ed, São Paulo: Atheneu, 2003, p. 405-426.

SOUZA, A. D. G & TUNDISI, J. G., 2003. “**Water quality in watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a case study**”. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 46 (4): 711-721.

SOUZA, L. O. I., COSTA, J. M. and OLDRINI, BB. 2007. Odonata. In: FROEHLICH, C. G., org. **Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo**. Available from: <[http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index\\_trico](http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/index_trico)>.

SIMPSON, K. W. & BODE, R. W. 1980. Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York state streams and rivers with particular reference to the fauna of artificial substrates. **Bulletin New York State Museum and Science Service**, 1:105.

SPANGLER, P J., 1981. Coleoptera. In HURLBERT, SH., RODRIGUEZ, G. and SANTOS, ND. (Eds.). **Aquatic Biota of Tropical South America Part 1. Arthropoda**. California: San Diego State University. p. 129-220.

SPIES, M. & REISS, F., 1996. Catalog and bibliography of Neotropical and Mexican Chironomidae (Insecta, Diptera). **Spixiana** 22 Suppl: 61-119.

SPIES, M. R. & C. G. FROEHLICH. 2009. Inventory of caddisflies (Trichoptera: Insecta) of the Campos do Jordão State Park, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica** **9**:211-218.

SURIANO, M. T. and FONSECA-GESSNER, A. A. 2008. Chironomidae (Diptera) larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo State, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 16, no. 2, p. 129-136.

SIEGLOCH, A. E., 2010. **Estrutura especial das comunidades de Ephemeroptera Haeckel, 1896 (Insecta) em riachos da Serra da Mantiqueira e da Serra do Mar, Estado de São Paulo**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo. 136 p. Tese de Doutorado em Entomologia.

STRIXINO, G.; STRIXINO, S. T. 1982. Macrobenetos da represa Monjolinho – São Carlos – SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 42. p. 165-170.

TAYLOR, L. R., BATES, WILLIAMS, HUTCHINSON. A variety of diversities. In: Diversity of insect faunas: 9<sup>th</sup> Symposium of the Royal Entomological Society (MOUND, L.; WARLOFF, N. Blackwell, Oxford, p.1-18. In: MAGURRAN, A. E., **Ecological diversity and its measurement**. London: Editora Chapman and Hall, 1991, p.71.

TUNDISI, J. G., 1999. Limnologia no século XXI: perspectiva e desafios. **Conferência de abertura do VII Congresso Brasileiro de Limnologia**. Instituto Internacional de Ecologia. 24p.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M.; ROCHA, O. Ecossistemas de águas interiores. In: TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, 2003.

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

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G. (1991) Duas novas espécies de Nimbecera Reiss (Diptera, Chironomidae) do Estado de São Paulo. **Revista**

**Brasileira de Entomologia**, 35, 173-178.

TRIVINHO-STRIXINO, S. & STRIXINO, G., 1995. **Lavas de Chironomidae (Diptera) do Estado de São Paulo – Guia de identificação e diagnose dos gêneros**. PPG-ERN/UFSCAR, São Carlos.

TRIVINHO-STRIXINO, S. 2011. Chironomidae (Insecta, Diptera, Nematocera) do Estado de São Paulo, Sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**. 11. Versão online completa: <http://w.w.w.biotaneotropica.org/v11n1a/pt/abstract?inventory+bn0351101a2011>>.

TUMWESIGYE, C.; KIZITO YUSUF, S.; MAKANGA, B. **Structure and composition of benthic macroinvertebrates of a tropical Forest stream, River Nyamweru, western Uganda**. East African Wild Life Society, African Journal Ecology, v. 38, p. 72-77, 2000.

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

WETZEL, R. G. **Limnology**. Washington, Saunders College Publ., 1983, 919 pp.

WIEDERHOLM, T., 1980. Use of benthos in lake monitoring. **Journal WPCF**. Vol. 52 (3). Swedish Environment Protection Board, Uppsala, Sweden. 537-547.

YENDO, A. Y. Pós-tratamento de efluentes de tratamento anaeróbio de curtume por meio de biofiltro aerado. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 28, 2002, Cancun, México. **Anais...** Cancun, México, 2002.

ZIOLLI, R. L.; BARRETO, A. S.; JARDIM, W. F. Estudo preliminar da Composição da água de chuva na região de Campinas – SP. In: **18ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química e 7º Encontro Brasileiro de Fotoquímica e Fotobiologia**. Caxumba, Brasil, 1995.

**Anexo 1:** Adaptação do Protocolo de caracterização ambiental proposto pelo grupo do Projeto Temático Biota/Fapesp.

Nome do Projeto:	
Bacia Hidrográfica:	
Nome do Córrego:	Ordem do córrego:
Coordenadas:	
Data:	Hora:
Coletores:	

<b>Caracterização Física/Qualidade da água</b>
<p><b>Tipo predominante do uso do solo no entorno</b></p> <p><input type="checkbox"/> Floresta</p> <p><input type="checkbox"/> Cerrado</p> <p><input type="checkbox"/> Pastagem</p> <p><input type="checkbox"/> Agricultura</p> <p><input type="checkbox"/> Agropecuária</p> <p><input type="checkbox"/> Residencial</p> <p><input type="checkbox"/> Industrial</p> <p><input type="checkbox"/> Outros – Quais?</p>

<p><b>Erosão Local</b></p> <p><input type="checkbox"/> Nenhuma</p> <p><input type="checkbox"/> Moderada</p> <p><input type="checkbox"/> Elevada</p>
---

<p><b>Vegetação Ripária Dominante</b></p> <p><input type="checkbox"/> Árvores</p> <p><input type="checkbox"/> Arbustos</p> <p><input type="checkbox"/> Gramíneas</p> <p><input type="checkbox"/> Herbáceas</p>
--

<p><b>Características dos Pontos de Coleta</b></p> <p><b>Profundidade</b> _____m</p> <p><b>Largura</b> _____m</p> <p><b>Cobertura do Dossel</b></p> <p><input type="checkbox"/> Aberta</p> <p><input type="checkbox"/> Parcial</p> <p><input type="checkbox"/> Fechada</p>
--

**Temperatura (°C):**

**Condutividade ( $\mu.S^{-1}$ ):**

**pH:**

**Oxigênio Dissolvido ( $mg.L^{-1}$ ):**

**Sedimento:**

- Leito rochoso consolidado
- Matacão
- Cascalho
- Areia
- Lodo