

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

NATHALIE APARECIDA DE OLIVEIRA SANCHES

COMUNIDADE DE OLIGOCHAETA (ANNELIDA: CLITELLATA) EM
CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA - SP

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Rossi
Gorni

ARARAQUARA
2016

NATHALIE APARECIDA DE OLIVEIRA SANCHES

**COMUNIDADE DE OLIGOCHAETA (ANNELIDA: CLITELLATA) EM
CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA - SP**

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.

**Orientador: Dr. Guilherme Rossi
Gorni**

Araraquara – SP
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

S191c Sanches, Nathalie Aparecida de Oliveira
Comunidade de Oligochaeta (Annelida:Clitellata) em córregos
urbanos do município de Bocaina –SP/Nathalie Aparecida de Oliveira
Sanches. – Araraquara: Centro Universitário de Araraquara, 2015.
96f.

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

Orientador: Prof. Guilherme Rosi Gorni

1.Microdili. 2. Poluição. 3. Qualidade da água. 4. Ecossistemas de
Água doce. 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

FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO ALUNO: *Nathalie Aparecida de Oliveira Sanches*

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 Mestra em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente.

Área de Concentração: Dinâmica Regional e Alternativas de Sustentabilidade.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorzi
UNIARA – Araraquara

Profa. Dra. Regiane Cristina Correa
USP – São Carlos

Prof. Dr. Juliano José Corbi
UNIARA - Araraquara

Araraquara – SP, 01 de março de 2016

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Mãe Natureza, fonte dessa imensa e misteriosa beleza complexa, que me inspira e me instiga.

Agradeço ainda, a Grande Mãe, pelos espécimes que foram utilizados nesta pesquisa.

Agradeço ao meu orientador Guilherme Rossi Gorni por todo o conhecimento compartilhado, por toda confiança e companheirismo.

Agradeço a Lucas Henrique Sahm e Diego Ferreira Gomes pela amizade e ajuda em todos os momentos durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio imensurável nessa jornada maravilhosa pelo conhecimento.

Agradeço ao Prof. Juliano José Corbi por toda colaboração

A todos os professores, em especial a minha coorientadora Profa. Maria Lúcia Ribeiro, pelo aprendizado compartilhado durante o curso.

RESUMO

Os oligoquetos são importantes constituintes da fauna continental aquática e participam do processo de decomposição e ciclagem da matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos. Além disso, algumas espécies dessa Classe são consideradas eficientes bioindicadores de avaliação de estado trófico e poluição orgânica da água e do sedimento. Nesse contexto, o trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água de três córregos do perímetro urbano do município de Bocaina (SP), por meio de análises físicas, químicas e da comunidade de Oligochaeta. As amostras foram coletadas em sete pontos com o auxílio de uma rede (malha 0,25 mm) pelo método de varredura. O material coletado foi triado para seleção dos organismos pertencentes à Classe Oligochaeta, fixado com formalina 10% e identificado até nível de espécie. Também foram medidas variáveis em campo (pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e temperatura da água, além da profundidade e largura dos córregos) e a concentração de três metais no sedimento (cromo, cobre e zinco). Foram inventariados 1395 oligoquetos, distribuídos em 20 táxons, representando aproximadamente 23% das 86 espécies registradas em ecossistemas aquáticos brasileiros. As famílias registradas foram: Naidinae, Opistocystidae, Alluroididae e Enchytraeidae. A família Naididae foi a mais representativa (82,51%), sendo dividida em 4 subfamílias: Subfamília Naidinae (35,27%), Pristininae (14,27%), Tubificinae (10,25%) e Rhyacodrilinae (22,72%). A oxigenação da água variou de 5,87 a 0,70 mg/L; o pH foi alcalino em quase todos os pontos, variando de 5,66 a 8,00 e a condutividade elétrica variou de 33,84 a 356,67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Vários pontos apresentaram altas concentrações de metais, principalmente de cromo, que variou de 45,26 a 161,82 mg/Kg. A classe Oligochaeta esteve presente em todos os pontos, sendo composta principalmente por organismos mais tolerantes às variações ambientais, demonstrando assim, a influência negativa das atividades antrópicas nos recursos hídricos da cidade.

Palavras-chave: Microdrili, Poluição, Qualidade da água, Ecossistemas de água doce.

ABSTRACT

Oligochaeta are important constituents of the aquatic fauna and one of the most active group in the energy flow and recycling of organic matter in aquatic ecosystems. In addition, some species of this class are considered efficient bioindicators of evaluation trophic status and organic pollution of water and sediment. In this context, the study aimed to assess the water quality of three streams of Bocaina (SP), through physical and chemical variables and Oligochaeta community. Samples were collected on seven sites with a hand net with 0.25 mm mesh by pick sampling. The collected material was screened to obtain the organisms belonging to the class Oligochaeta, fixed in 10% formalin and identified to species level. Also in the sampling sites, were measured environmental variables (pH, electrical conductivity, dissolved oxygen and water temperature, as well as depth and width of streams) and the concentration of three metals in sediment (chromium, copper and zinc). Thus, it was collected a total of 1395 oligochaetes, distributed in 20 taxa, representing approximately 23% of the 86 species recorded in brazilian aquatic ecosystems. The registered families belong to families: Naidinae, Opistocystidae, Alluroididae and Enchytraeidae. The Naididae family was the most representative (82.51%) and divided into 4 subfamilies: Naidinae (35.27%), Pristininae (14.27%), Tubificinae (10.25%) and Rhyacodrilinae (22.72 %). Oxygenation of water ranged from 5.87 to 0.70 mg / L; the pH was alkaline at almost all sites, ranging from 5.66 to 8.00 and the electrical conductivity ranged from 33.84 to 356.67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Several sites had high concentrations of metals, mainly chromium, that ranged from 45.26 to 161.82 mg/Kg. Oligochaeta was present at every site, and is mainly composed of resistant organisms to environmental variations, showing the negative influence of human activities on water resources of the city.

Keywords: Microdrili, Pollution, Water quality, Freshwater ecosystems.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1 – Localização dos pontos de coleta nos três córregos do município de Bocaina (Ponto P1 ao Ponto P7)	23
Figura 2 – Depósito inadequado para armazenamento de resíduos (A,B,C); Secagem dos couros em varais (D).	25
Figura 3 – Visão geral do ponto um (P1) do Ribeirão da Bocaina.....	26
Figura 4 – Visão geral do ponto dois (P2) do Ribeirão da Bocaina (A, C, D); Presença de canalização no ponto (B).	27
Figura 5 – Ponto três (P3) - Curso do rio assoreado (A); intenso processo de erosão (B); presença de resíduos (C); Depósito de raspas de couro próximo a nascente (D).	28
Figura 6 - Visão geral do ponto quatro (P4).....	29
Figura 7 – Visão geral do ponto cinco (P5).....	30
Figura 8 – Barragem logo após a nascente do ponto cinco (P5).	30
Figura 9 – Ponto seis (P6) do Córrego Himalaia - Presença de canalização (A); Visão geral do ponto de coleta (B)	31
Figura 10 – 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 próximo ao ponto de coleta (C)	32
Figura 11 – Análise de agrupamento entre os pontos de amostragem (Correlação cofenética = 0, 87).	41
Figura 12 – Diagrama da Análise de Correspondência Canônica da comunidade de Oligochaeta, as variáveis ambientais e os pontos de amostragem. Tag: Temperatura da água; Prof: profundidade; OD: Oxigênio Dissolvido; Larg: largura. AL: <i>Allonais inaequalis</i> ; AF: <i>Aulophorus furcatus</i> ; DB: <i>Dero botrytis</i> ; DN: <i>Dero nivea</i> ; DR: <i>Dero raviensis</i> ; DS: <i>Dero sawayai</i> ; NC: <i>Nais communis</i> ; NV: <i>Nais variabilis</i> ; SE: <i>Slavina evelinae</i> ; SS: <i>Slavina sawayai</i> ; PA: <i>Pristina aquiseta</i> ; PS: <i>Pristina synclites</i> ; PR: <i>Pristina rosea</i> ; PL: <i>Pristina longiseta</i> ; PM: <i>Pristina menoni</i> ; LH:	

Limnodrilus hoffmeisteri; BSP: *Bothrioneurum* sp.; OF: *Opistocysta funiculus*; BA: *Brinkhurstia americana*; ESP: Enchytraeidae sp. 1. 43

CAPÍTULO 2

Figura 1 - **A**: cerdas aciculares de *Allonais inaequalis*; **B**: cerdas ventrais de *Brinkhurstia americana*; **C, D**: fossa brânquial de *Aulophorus furcatus*; **E, F**: cerda acicular bífida de *Slavina sawayai*; **G**: cerdas de *Nais communis*; **H**: cerdas aciculares de *Pristina rosea*; **I**: fossa brânquial de *Dero nivea*; **J**: cerdas de *Dero sawayai*; **K**: bainha penial de *Limnodrilus hoffmeisteri*; **L**: mudança de cerdas entre os segmentos V-VI em *Nais variabilis*; **M**: brânquia de *Opistocysta funiculus*; **N**: papilas secretoras epidérmicas em *Slavina evelinae*; **O,P**: cerda capilar alongada de *Pristina longiseta*; **Q, R**: cerda modificada de *Pristina aequiseta*; **S**: cerdas ventrais da região anterior de *Pristina menoni*; **T**: cerdas ventrais da região anterior de *Dero raviensis*; **U,V**: cerdas aciculares de *Pristina synclites* 78

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 – Limites para cromo total, cromo trivalente (CrIII) e cromo hexavalente (CrVI) na legislação brasileira.....	18
Tabela 2 – Caracterização ambiental dos pontos de amostragem por meio da aplicação do Protocolo proposto pelo Projeto Temático Biota/Fapesp (anexo A) adaptado de Suriano (2008).....	36
Tabela 3 – Média e desvio padrão das variáveis ambientais (V.A.) (medidas entre dezembro de 2014 a julho de 2015) dos pontos de amostragem 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)	37
Tabela 4 – Valores das concentrações de metais (cromo, cobre, zinco) em cada ponto amostral em comparação com os valores estipulados pela legislação brasileira Conama nº344/2004.	38
Tabela 5 – Concentração de matéria orgânica no sedimento nos sete pontos de amostragem.	38
Tabela 6 – Abundância das espécies de oligoquetos aquáticos coletados nos córregos urbanos de Bocaina nas estações chuvosa e seca	39
Tabela 7 – Valores de riqueza e abundância de espécies, índice de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade entre os pontos de amostragem	40
Tabela 8 – Resultado da análise de espécie indicadora para os pontos de amostragem.	42

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Espécies de oligoquetas registradas nos córregos urbanos da cidade de Bocaina. (CH - Córrego Himalaia; CB – Córrego Bocaina; RB – Ribeirão da Bocaina).....	67
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
1.1 Sobre Oligochaeta (Superordem Microdrili)	11
1.1 Estrutura da dissertação	12
CAPÍTULO 1 – OLIGOCHAETA (ANNELIDA:CLITELLATA) EM CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA SOB INFLUÊNCIA DE CURTUMES	13
1.1 INTRODUÇÃO	14
1.1.1 Curtumes: Principal setor industrial da cidade de Bocaina	15
1.1.2 Classe Oligochaeta como bioindicadores em ecossistemas aquáticos	20
1.2 OBJETIVOS	22
1.2.1 Objetivo geral	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.3 METODOLOGIA	23
1.3.1 Área de estudo	23
1.3.1.1 Caracterização dos pontos de amostragem.....	25
1.3.2 Variáveis ambientais.....	32
1.3.3 Análise de metais	33
1.3.4 Aporte de matéria orgânica no sedimento.....	33
1.3.5 Amostragem e identificação da fauna	33
1.3.6 Análise dos dados.....	34
1.4 RESULTADOS	36
1.4.1 Caracterização ambiental qualitativa.....	36
1.4.2 Características físicas e químicas dos pontos de amostragem.....	36
1.4.3 Análise química do sedimento.....	37
1.4.4 Estrutura taxonômica da oligofauna	39

1.4.5 Análises estatísticas	40
1.5 DISCUSSÃO	45
1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
1.7 REFERÊNCIAS	54
CAPÍTULO 2: INVENTÁRIO DE OLIGOCHAETA (ANNELIDA: CLITELLATA) EM CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA - SP	62
2.1 INTRODUÇÃO	63
2.2 OBJETIVOS	65
2.2.1 Objetivo geral	65
2.2.2 Objetivos específicos.....	65
2.3 METODOLOGIA	66
2.4 RESULTADOS	67
2.4.1 Distribuição e considerações sobre as espécies	68
2.5 DISCUSSÃO	83
2.6 REFERÊNCIAS	85
REFERÊNCIAS	90
ANEXOS	94
Anexo A	95

1 INTRODUÇÃO GERAL

A água é um recurso essencial para manter os ciclos de vida, a biodiversidade dos organismos e a sobrevivência das espécies. Desde o começo da sociedade humana a água vem sendo utilizada para inúmeras atividades e toda nossa história mostra que o desenvolvimento e sucesso de grandes civilizações está baseado na quantidade e qualidade desse recurso na região ocupada. Contudo, o desenvolvimento técnico-científico, possibilitou o rápido crescimento da densidade demográfica, ampla industrialização e urbanização e com isso, a pressão sobre os ecossistemas aquáticos continentais vêm crescendo em todo o mundo (THORNE e WILLIAMS, 1997; TUNDISI, 2006; ANDRADE, 2012).

Com todo o impacto que esse recurso vem sofrendo, será necessário um grande esforço em curto prazo para diminuir os impactos sobre os corpos hídricos, caso contrário, a água pode tornar-se um fator limitante para a sociedade (ODUM e BARRET, 2011). Desse modo, surge a urgência de prevenir a escassez da água e sua contaminação, por meio do gerenciamento eficiente desse recurso, com introdução de processos de reciclagem, prevenção de poluição e promoção da conservação da água (QUEIROZ, SILVA e TRIVINHO-STRIXINO, 2008). Entretanto, as pesquisas nessa área ainda são escassas, sendo que de 217 trabalhos encontrados para os ecossistemas do Brasil, somente 11% referem-se a ambientes aquáticos de águas interiores. Essa defasagem em pesquisas ocorre devido a grande extensão territorial do país, com bacias hidrográficas pouco ou jamais estudadas; o baixo número de pesquisadores e amostragens; o reduzido número de inventários biológicos publicados e a dispersão das informações que muitas vezes são de difícil acesso (AGOSTINHO, THOMAZ e GOMES, 2005).

Entre os principais impactos antropogênicos em ecossistemas aquáticos podemos citar as fontes de poluição industrial, urbana, agropecuária e de mineração; construção de represas e reservatórios; retirada de mata ciliar; exploração intensa de recursos pesqueiros, entre outros (QUEIROZ, SILVA e TRIVINHO-STRIXINO, 2008). De acordo com Agostinho, Thomaz e Gomes (2005) esses impactos variam consideravelmente em número e importância de acordo com as diferentes regiões do Brasil, com a densidade populacional humana, os usos do solo e as características socioeconômicas do local. Na região Sudeste do Brasil, por exemplo, a principal ameaça são as grandes áreas urbanas e agricultura (TUNDISI, 2003).

Nos últimos anos, além do monitoramento clássico dos aspectos físicos, químicos e testes biológicos *ex-situ*, têm-se analisado a composição das comunidades biológicas *in situ*, fornecendo assim, um panorama mais completo e holístico do local para caracterizar as respostas do ecossistema à poluição (MOULTON, 1998). A vantagem do uso de métodos biológicos é que eles não refletem apenas situações momentâneas, mas exibem características da história de um determinado ambiente (MARVAN, 1979). Muitas espécies são bioindicadoras de qualidade ambiental, e para tal, elas devem possuir exigências particulares com relação a um conjunto conhecido de variáveis físicas, químicas ou ambientais, na qual mudanças na abundância, morfologia, fisiologia ou comportamento da espécie, indicará que uma dada variável está fora de seus limites (JOHNSON, WIEDERHOLM e ROSENBERG, 1993).

Nesse contexto, a biota dos ecossistemas aquáticos é considerada uma eficiente ferramenta de avaliação da qualidade da água, que pode tanto revelar efeitos de alterações esporádicas, como da poluição cumulativa e crônica (BARBOUR, STRIBLING e KARR, 1995). A comunidade de macroinvertebrados aquáticos de águas interiores é amplamente empregada para obter informações das condições ambientais (FONSECA-GESSNER e GUERESCHI, 2000), pois são abundantes e de fácil amostragem, sensíveis a modificações em seu hábitat e possuem ciclos de vida curtos que permitem que eles reflitam rapidamente as modificações ambientais na estrutura das suas populações e comunidades (RESH, MYERS e HANNAFORD, 1996; MARQUES e BARBOSA, 1997; LOPES *et al.* 2011).

As comunidades de macroinvertebrados aquáticos são caracterizadas por habitar o sedimento, ou a superfície aquática, estando associadas a algum substrato (*e.g.* galhos mortos, pedras e macrófitas aquáticas) (ESTEVES, LEAL e CALLISTO, 2011; LOPES *et al.* 2011). A composição estrutural das comunidades aquáticas depende de vários fatores, como tipo de substrato, concentração de oxigênio dissolvido, nível de flutuação da água, disponibilidade e qualidade de alimentos e taxa de competição e predação (HARPER, 1992; SURIANI *et al.* 2007). Insetos, anelídeos, crustáceos e moluscos são os grupos mais representativos dessa fauna, dos quais Chironomidae (Insecta:Diptera) e Oligochaeta (Annelida) vêm recebendo crescente atenção dos pesquisadores, devido ao êxito de colonização e estabelecimento que esses organismos obtiveram nos ecossistemas aquáticos continentais (CAMPOS, 1999; CORBI, 2001; PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005).

1.1 Sobre a Classe Oligochaeta (Superordem Microdrili)

Os oligoquetos são importantes constituintes da fauna continental aquática e participam do processo de decomposição e ciclagem da matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos (ESTEVES, LEAL e CALLISTO, 2011). Esses organismos fazem parte do Filo Annelida, que tem como principal característica a metamerização do corpo (HICKMAN, ROBERTS e LARSON, 2004). Em ambientes aquáticos continentais, os oligoquetos podem ser encontrados em substratos arenosos e argilosos (DORNFELD *et al.* 2006; ALVES, MARCHESE e MARTINS, 2008), em associação com briófitas (GORNI e ALVES, 2007), associados à esponjas (CORBI *et al.* 2005; GORNI e ALVES, 2008), em depósitos de folhiços (GORNI e ALVES, 2012), vivendo sobre larvas de Odonata (CORBI *et al.* 2004) e associados a macrófitas aquáticas (CORREIA e TRIVINHO-STRIXINO, 1998; TRIVINHO-STRIXINO, CORREIA e SONODA, 2000; ALVES e GORNI, 2007).

As primeiras espécies registradas no Brasil são do início do século XX, mas somente com os estudos de Marcus e Du Bois-Reymond Marcus nas décadas de 40 e 60 que a oligofauna ganhou destaque, impulsionando novas pesquisas sobre sua taxonomia, ecologia e distribuição (RIGHI, 2002; PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005). Com mais de 5.000 espécies descritas, essa classe é em grande parte composta por espécies terrestres, sendo relativamente pequeno o número de oligoquetos dulcícolas e marinhos. Segundo Martin *et al.* (2008), o número de espécies válidas de oligoquetos aquáticos no mundo é de aproximadamente 1650, sendo que no Brasil, o número de espécies reconhecíveis é de aproximadamente 86, com exceção da família Enchytraeidae (CHRISTOFFERSEN, 2007).

Dessa forma, apesar de comuns em ambientes de água doce (TIMM, SEIRE e PALL, 2001), o conhecimento sobre a fauna de oligoquetos em águas interiores brasileiras ainda é fragmentado e incompleto. Esta defasagem deve-se principalmente a concentração de estudos relacionados à distribuição espacial da fauna de invertebrados bentônicos, com ênfase em larvas de insetos (NOGUEIRA, CABETTE e JUAN, 2011; SAITO e FONSECA-GESSNER, 2014), crustáceos (TAVARES-DIAS, 2015) e moluscos (SÁ *et al.* 2013).

Contudo, a publicação de manuais na década de oitenta, voltados especificamente para a identificação de oligoquetos aquáticos da América do Sul e Brasil (BRINKHURST e MARCHESE, 1989; RIGHI, 1984, respectivamente)

incentivou pesquisas de Takeda (1999), Montanholi-Martins e Takeda (1999), Alves e Lucca (2000), Pamplin, Rocha e Marchese (2005), Alves; Marchese e Martins (2008) e Gorni e Alves (2012), Gorni, Peiró e Sanches (2015) e Gorni e Alves (2015) as quais vêm ampliando o conhecimento sobre aspectos taxonômicos e ecológicos destes vermes no Brasil.

Nesse contexto, a escolha deste tema de estudo foi impulsionada pela crescente interferência antrópica nos ecossistemas aquáticos continentais advindos do desenvolvimento econômico das cidades. Faz-se necessário intensificar as pesquisas em ambientes aquáticos no Brasil, uma vez que elas refletem as consequências do impacto, tanto nas propriedades físicas e químicas da água quanto nos sistemas biológicos. Esses estudos podem também ser usados como ferramenta para programas de conservação de biodiversidade e tomada de decisões a respeito da gestão dos recursos hídricos. Além disso, obter informações sobre o comportamento ecológico da Classe Oligochaeta em sistemas lóticos, principalmente impactados, irá enfatizar a importância desse táxon para a avaliação da qualidade da água, evidenciando sua contribuição em processos de biomonitoramento.

1.1 Estrutura da dissertação

O presente trabalho foi dividido em capítulos para organizar a leitura e os resultados. Dessa forma, no primeiro capítulo é abordada a influência do desenvolvimento urbano-industrial nos recursos hídricos das cidades. Também são analisadas as principais características das indústrias curtumeiras que as tornam uma das maiores fontes de poluição por metais pesados na atualidade. Adicionalmente, o capítulo caracteriza os pontos de amostragem nos três córregos do município de Bocaina e relaciona as variáveis físicas, químicas e ambientais com a oligofauna registrada.

O segundo capítulo, é um inventário das espécies registradas nos córregos analisados, apontando também sua distribuição no território brasileiro. Além disso, o capítulo traz um guia fotográfico de todas as espécies evidenciadas, detalhando aspectos morfológicos que ajudam no processo de identificação taxonômica.

CAPÍTULO 1 - OLIGOCHAETA (ANNELIDA: CLITELLATA) EM CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA SOB INFLUÊNCIA DE CURTUMES

RESUMO

Os ecossistemas aquáticos podem ser considerados coletores de eventos. Tudo que ocorre no entorno da bacia hidrográfica, relacionado a aspectos ecológicos, sociais e econômicos se reflete na composição química da água, no sedimento e nas espécies presentes no local. Assim, táxons com baixa dispersão e mobilidade, como a maioria das espécies de oligoquetos, geralmente são influenciados pela composição do habitat no qual se encontram. Dessa forma, o presente capítulo teve como objetivo geral avaliar a qualidade da água de três córregos urbanos do município de Bocaina (Córrego do Himalaia, Córrego Bocaina e Ribeirão da Bocaina) por meio da composição da oligofauna. Os resultados mostraram intensa degradação dos pontos de amostragem, registrando baixas concentrações de oxigênio, alta condutividade e pH levemente alcalino, possivelmente em recorrência dos efluentes alcalinos dos curtumes. A análise de metais apontou altas concentrações dos metais cromo, zinco e cobre, em todos os pontos, ultrapassando os limites previstos pela legislação. A estrutura da oligofauna foi composta principalmente por espécies geralmente encontradas em ambientes impactados como: *Limnodrilus hoffmeisteri*; *Allonais inaequalis*; *Pristina longiseta*; *Pristina synclites*, *Bothrioneurum* sp. e *Opistocysta funiculus*. Portanto, a ocorrência em grande número dessas espécies, serve para enfatizar o impacto nos corpos hídricos do município de Bocaina e a influência negativa do desenvolvimento urbano-industrial sem planejamento. Adicionalmente, esses dados são importantes para agregar conhecimento sobre aspectos ecológicos da oligofauna, principalmente sua ocorrência em ecossistemas contaminados por metais.

Palavras-chave: classe Oligochaeta; metais pesados; ecossistemas aquáticos urbanos.

1.1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos naturais são abertos e dinâmicos e por isso podem ser considerados coletores de eventos. Tudo que ocorre no entorno da bacia hidrográfica, relacionado a aspectos ecológicos, sociais e econômicos se reflete na composição química da água, do sedimento e nas espécies presentes no local (WHITAKER e BEZZON, 2006). Sendo assim, eles recebem diretamente agentes químicos provenientes de despejos industriais e domésticos, ou indiretamente, pela água da chuva e carreamento superficial dos solos urbanos e agrícolas (DORNFELD, 2006).

De acordo com Odum e Barret (2011) a combinação do crescimento populacional e do desenvolvimento urbano-industrial criam um sistema que invade, estressa e degrada os ecossistemas naturais de suporte a vida. Dessa forma, o uso e ocupação do solo sem planejamento ocasiona uma série de modificações e vulnerabilidades na bacia hidrográfica. Uma das principais mudanças na paisagem é a redução da vegetação, que fragiliza e desequilibra a integridade hidrológica de toda uma região, especialmente nas nascentes dos rios (ANA, 2013).

Nesse cenário, em muitas bacias hidrográficas, a agricultura representa uma das maiores fontes de poluição e contaminação. Os sistemas agroindustriais são amplamente disseminados no país, ocupando grandes extensões do território (BAPTISTA, BUSS e EGLER, 2003). No processo de agricultura convencional, por exemplo, grandes entradas de energia são utilizadas para cultivo, irrigação, fertilização, seleção genética e controle de pragas. Esse subsídio de energia aumenta a produção, entretanto, todo o ecossistema é influenciado pela poluição de ampla difusão, erosão, perda de habitat e de qualidade do solo (ODUM e BARRET, 2011).

No território brasileiro, o estado de São Paulo é o maior produtor nacional de cana-de-açúcar (INVESTE SÃO PAULO, 2013) e o tipo de cultivo em grande escala acarreta o uso de grandes quantidades de pesticidas, herbicidas e fertilizantes. No entanto, mesmo com o crescimento da quantidade de agrotóxicos comercializados no Brasil, o monitoramento dessas substâncias nos mananciais ainda é precário, devido principalmente ao alto custo de detecção. Além disso, a remoção desses micronutrientes orgânicos nas estações de tratamento de água também é deficiente, colocando em risco o padrão de potabilidade dessas águas (ANA, 2013). Por outro lado, na área acadêmica, pesquisas vêm sendo realizadas para analisar as consequências dessa atividade nos ecossistemas aquáticos (CORBI *et al.* 2006; EGLER *et al.* 2012;

MCKNIGHT *et al.* 2015).

Diante disso, têm-se observado que as atividades antrópicas diminuem a qualidade da água de forma expressiva e geram perda de biodiversidade, em consequência da desestruturação do ambiente físico, químico e da dinâmica natural das comunidades biológicas (GOULART e CALLISTO, 2003).

1.1.1 Curtumes: Principal setor industrial da cidade de Bocaina

Os curtumes são indústrias que processam peles de animais com o objetivo da sua conservação e acabamento. Neles, a pele *in natura* do animal passa por diversas operações físico-mecânicas e processos químicos que são divididos em várias etapas (CETESB, 2005). Entretanto, esse processo gera uma grande quantidade de resíduos, ricos em sais de cromo, o que torna a indústria coureira uma das principais fontes poluidoras por metais pesados (ABREU, 2006).

O Brasil é considerado um grande produtor de couro bovino, representando aproximadamente 14% da produção mundial. As regiões Sul e Sudeste ainda detêm 51% dos estabelecimentos e dos empregos no setor coureiro, porém, devido ao deslocamento da pecuária para o centro-oeste nos últimos anos, as atividades em São Paulo vêm diminuindo (ABQTIC, 2012; CETESB, 2014).

O cromo é comumente utilizado como substância curtente devido às características que promove no couro animal, como estabilidade à luz e ao calor, estabilidade hidrotérmica, resistência física superior, ciclos curtos de produção, maciez, elasticidade e outras propriedades que facilitam a tintura (MK QUÍMICA DO BRASIL, 2002). Além disso, a qualidade conferida ao produto final, aliado ao custo vantajoso de produção, dificulta o processo de alteração para outra substância curtente menos impactante, fazendo com que mais de 90% da produção mundial de couro utilize o cromo na técnica de curtimento (RODRIGUES *et al.* 2009).

A fonte de cromo normalmente utilizada se encontra na forma trivalente Cr (III) que é caracterizada pela maior estabilidade e baixa solubilidade em meio aquoso (ABREU, 2006). Porém, o cromo trivalente pode passar por reações químicas que o converte em cromo hexavalente Cr (VI), altamente tóxico e com potencial cancerígeno, colocando em risco a saúde de todo ecossistema (JORDÃO *et al.* 1998).

O processo de fabricação de couro é uma das atividades de maior potencial de impacto ambiental na cadeia produtiva coureiro-calçadista. Para processar

de forma convencional uma tonelada de couro salgado, são gerados aproximadamente 600 a 900 kg de resíduos sólidos, de 15 a 25 m³ de efluentes e 40 Kg de poluentes atmosféricos, obtendo um rendimento de apenas 150 a 350 kg de couros acabados (CETESB, 2014).

Em relação aos insumos utilizados, a água é um dos mais importantes, sendo necessárias grandes quantidades durante todo o processo, sendo que praticamente a mesma quantidade de água captada retorna ao meio ambiente como efluente. Dessa forma, o impacto nos corpos d'água da região que o curtume opera pode ser bastante significativo. Já a energia elétrica gasta é principalmente para o processo de secagem do couro, aquecimento da água, para o funcionamento dos equipamentos e na estação de tratamento de efluentes (CETESB, 2014).

Os insumos químicos utilizados, segundo a Cetesb (2014) são muitos e variam em cada etapa de todo o processo. O cromo é utilizado no processo de curtimento, reagindo com as proteínas da pele do animal, que tem por finalidade transformá-las, em materiais estáveis e imputrescíveis (couros) (JORDÃO *et al.* 1998). Esse processo pode ocorrer de duas formas principais, dependendo da substância curtente utilizada.

A primeira forma, classificada como Curtimento Mineral, é a mais utilizada mundialmente, e apesar dos esforços para as indústrias substituírem o cromo por outra substância menos contaminante, suas vantagens econômicas ainda estão prevalecendo. Nesse processo, é utilizado o sulfato básico de cromo, que se encontra no estado trivalente. Também podem ser adicionados outros metais, como: sais de alumínio, titânio, magnésio e zircônio. Além disso, também são adicionados produtos auxiliares: agentes basificantes (óxido de magnésio, carbonato ou bicarbonato de sódio), fungicidas, agentes mascarantes (ácido fórmico, formiato ou diftalato de sódio, ácido oxálico, sulfito de sódio), engraxantes e resinas (CETESB, 2014).

A segunda forma, Curtimento vegetal é considerada menos impactante por ser realizada por taninos – compostos polifenólicos, extraídos de vegetais. O uso desses curtentes orgânicos possuem várias vantagens em comparação ao curtimento mineral: facilita o processo de tratamento de efluentes, devido aos resíduos serem biodegradáveis, eliminação do cromo do processo e conseqüentemente resíduos menos poluentes, além da possibilidade de utilização dos resíduos na agricultura (CUTRI e ALVES, 2008). Entretanto, os taninos, além de terem um alto custo, não oferecem a mesma qualidade ao produto final. Geralmente, os couros fabricados por esse processo,

possuem maior peso específico e menor estabilidade a lavagem, sendo assim, utilizados principalmente para fabricação de solas (CALCIOLARI *et al.* 2013; CETESB, 2014).

Além dos resíduos sólidos, os curtumes geram grandes quantidades de efluentes e poluição atmosférica. A presença do cromo nos resíduos é o principal agente de impactos ambientais negativos dessas indústrias, entretanto, a fiscalização e controle desses estabelecimentos ainda é insuficiente (CETESB, 2014).

Os resíduos sólidos gerados (aparas, material curtido, lodo dos sistemas de tratamento dos efluentes líquidos, entre outros) que apresentam o metal cromo, são denominados de “Classe I” pela norma brasileira NBR-10004 (ABNT, 2004), ou seja, são perigosos, podendo causar danos tanto a saúde pública, como ao meio ambiente, necessitando, portanto de disposição final em aterro específico. Entretanto, a disposição final ainda é inadequada em muitos curtumes, os quais descartam esses resíduos tóxicos em terrenos baldios, margens de rios, canaviais e depósitos clandestinos (OLIVEIRA, 2013).

Outro problema ambiental ocasionado pelos curtumes é a liberação de compostos voláteis, que são produzidos durante as etapas da fabricação do couro. Essas substâncias causam um forte odor, que além de gerar incomodo à população (ardência nos olhos e nariz), causam problemas de saúde ocupacional, devido à inalação constante pelos funcionários, podendo levar até ao desenvolvimento de câncer de pulmão (OLIVEIRA, 2013; CETESB, 2014).

As características das águas residuárias dos curtumes, depende da etapa do processo industrial. O efluente da etapa de Ribeira, que antecede o curtimento, apresenta coloração esbranquiçada, pH alcalino (devido ao excesso de cal), contém resíduos orgânicos em suspensão, como gordura, tecido muscular, sangue e pêlos. Também apresentam vários tipos de sais, tensoativos, conservantes, biocidas e inseticidas. Já as águas provenientes do processo de curtimento apresentam coloração verde escura (devido ao uso do cromo), são turvas e ácidas. Também apresentam sais, ácidos minerais e orgânicos, cromo e/ ou taninos, proteínas e fungicidas (CETESB, 2014).

Dentro desse cenário, pela quantidade de resíduos gerados, potencialmente tóxicos, faz-se necessário exigir o cumprimento das legislações que estabelecem limites para concentrações de cromo total, Cr (III) e Cr (VI) na água e no sedimento. Entretanto, a quantidade de cromo permitida nos efluentes subiu ao longo dos últimos anos. Pela Resolução nº357/2005 do CONAMA (Conselho Nacional do

Meio Ambiente) as concentrações de cromo trivalente eram 0,50mg/L e do cromo hexavalente 0,05mg/L. A partir da Resolução nº397/2008 que altera a Resolução nº357/2005, esses valores passaram para 1,0 mg/L para Cr III e 0,1mg/L para Cr VI e se mantiveram na Resolução nº430/2011 (Tabela 1). Isso significa um aumento de 100% nas concentrações permitidas de cromo por litro nos efluentes liberados nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros.

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

LEGISLAÇÃO	MEIO	LIMITES
NBR 10004	Sólido (extrato lixiviado)	5mg/ L (Cr Total)
	Solo	100 mg/Kg (Cr VI)
CONAMA (Resolução nº430/2011)	Água doce	1,0 mg/L (Cr III) 0,1mg/L (Cr VI)
CONAMA (Resolução nº344/2004)	Sedimento de sistemas aquáticos de água doce	Nível 1* – 37,3 mg/Kg (Cr total) Nível 2** – 90 mg/Kg (Cr total)

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

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

Para avaliar as concentrações de contaminantes nos corpos hídricos, as análises químicas de sedimento representam uma etapa fundamental. Esse compartimento possui a capacidade de acumular compostos, se tornando assim essencial para a avaliação do nível de contaminação nos ecossistemas aquáticos. Muitas vezes, a análise da água não identifica todos os contaminantes presentes, devido à rápida diluição dos efluentes. Por outro lado, o sedimento acumula não somente a ação de efluentes intermitentes, como de fontes difusas (ESTEVES e CAMARGO, 2011). No Brasil a resolução nº344/2004 estabelece níveis de concentração para vários elementos e substâncias no sedimento. Esse documento foi elaborado tendo como orientação, publicações oficiais canadenses e norte americanas.

A toxicidade do cromo começou a receber ênfase a partir da década de 1930, com os primeiros casos de câncer pulmonar em trabalhadores da indústria de produção de cromatos (ABREU, 2006). Desde então, várias pesquisas tem associado determinados problemas de saúde com metais pesados como o cromo. Os principais efeitos negativos no organismo estão relacionados ao contato direto com a pele e

mucosas, como alergias (BRANDÃO e CONTIJO, 2012) e dermatites de contato (DUARTE *et al.* 2005), mas o contato contínuo também pode ocasionar doenças mais graves como câncer de pulmão (ALGRANTI *et al.* 2010).

Ainda, segundo Hedberg e colaboradores (2015) uma limitação do Cr (VI) em produtos de couro foi inicialmente proposta pela Dinamarca, e há previsões que essa restrição entrará em vigor também em outros países da Europa por meio da ECHA (European Chemicals Agency). Entretanto, mesmo com a conhecida toxicidade desse metal, principalmente em sua forma hexavalente, as associações de produtores de couro, consideram essa restrição exagerada e pouco fundamentada, necessitando assim, de mais pesquisas sobre os potenciais riscos do cromo a saúde (MONEY, 2012). Essa postura dos produtores é uma atitude comum dos empresários capitalistas, demonstrando que devido aos interesses econômicos, que são os valores centrais da nossa sociedade atual (CAPRA, 2003), a saúde e bem estar da população e do meio ambiente, ainda ficam em segundo plano.

Nesse sentido, o município de Bocaina, que tem sua economia embasada no desenvolvimento das indústrias de couro, enfrenta atualmente o conflito entre manter e incentivar o desenvolvimento, ao mesmo tempo, que precisa controlar, fiscalizar e diminuir os impactos negativos dos curtumes sobre as áreas naturais e na qualidade de vida da comunidade local. Porém, três fatores principais dificultam e desaceleram o desenvolvimento industrial mais sustentável na cidade: o aspecto socioeconômico do setor coureiro, devido à geração de empregos; as pequenas indústrias tradicionais e familiares, que são informais e não possuem fiscalização e o alto custo das adequações que seriam necessárias para atender as leis e normas ambientais, atreladas a questões e interesses políticos (OLIVEIRA, 2013).

Este último fator, fica claro em relação aos conflitos que ocorreram na cidade para dar a destinação adequada dos resíduos sólidos acumulados a partir do ano de 2001, quando a fiscalização foi intensificada. Como citado anteriormente, qualquer resíduo que contenha cromo é considerado classe I pela Associação Brasileira de Normas técnicas (ABNT). Entretanto, segundo Oliveira (2013) a ASSOCICOUROS (Associação das indústrias de couro, fabricantes de artefatos e afins do Município de Bocaina-SP) contratou uma empresa privada para avaliar quimicamente os resíduos e estes foram classificados como Classe II (não perigosos) pelo laboratório contratado. Mesmo com a CETESB, recorrendo ao resultado do laudo e ainda considerando-os perigosos, os resíduos foram destinados para um aterro no município de Paulínia, como

Classe II, com um custo bem abaixo do que seria gasto se os resíduos tivessem sido classificados como classe I, gerando assim, uma economia de trezentos e trinta e oito reais por tonelada de resíduo (R\$338,00/t) para a ASSOCICOUROS e para a Prefeitura de Bocaina.

Nos últimos anos, a pressão popular colaborou para que mudanças ocorressem na gestão ambiental privada de vários curtumes da cidade, que passaram a tratar com um pouco mais de rigor seus efluentes e resíduos (OLIVEIRA, 2013). Mesmo assim, os moradores ainda se deparam com a água dos rios em cores diferentes, com o forte odor e com resíduos descartados pelas propriedades rurais da região.

1.1.2 Classe Oligochaeta como bioindicadores em ecossistemas aquáticos

Táxons com baixa dispersão e mobilidade, como a maioria das espécies de oligoquetos, geralmente são influenciados pela composição do habitat no qual se encontram (BEHREND *et al.* 2012). Dessa forma, a riqueza e abundância da classe Oligochaeta é diretamente relacionada a características ambientais JABLONSKA (2014), como disponibilidade de recursos alimentares (MARTINS; SILVEIRA; ALVES, 2011); disponibilidade de oxigênio (DORNFELD *et al.* 2006); tipo de substrato (MORETTO *et al.* 2013); temperatura (NASCIMENTO e ALVES, 2009), sendo assim, consideradas indicadores de habitats específicos.

O sucesso de colonização de várias espécies desse grupo está associado principalmente à sua capacidade de se reproduzir assexuadamente, como também à presença de brânquias e apêndices respiratórios que permitem que esses organismos habitem sistemas onde o oxigênio é limitante (RAPOSEIRO *et al.* 2009; MORETTO *et al.* 2013).

Por apresentar características que favorecem seu uso como bioindicadores: distribuição cosmopolita; abundância numérica; mobilidade limitada; adequação para uso em estudos de laboratório (HELLAWELL, 1986), os oligoquetos aquáticos vêm sendo utilizados em avaliações ecológicas há muito tempo (CHAPMAN, 2001). Algumas espécies dessa classe são consideradas eficientes bioindicadoras de avaliação de estado trófico e poluição orgânica da água e do sedimento (ALVES e STRIXINO, 2000; ALVES; MARCHESE e ESCARPINATI, 2006; BEHREND *et al.* 2012). A subfamília Tubificinae é a mais comumente encontrada em ambientes organicamente enriquecidos, sedimentos lodosos, pouco oxigenados ou até mesmo

anóxicos, onde a maioria das espécies competidoras e predadoras já foi eliminada pela poluição (ALVES e LUCCA, 2000; CORBI, 2001).

Esse processo de monitoramento da comunidade biológica de determinado local é realizado por meio de protocolos de avaliação, índices biológicos e multimétricos, que avaliam principalmente modificações na diversidade de espécies, na abundância de espécies resistentes e na perda de espécies sensíveis (BARBOUR *et al.* 1999). Assim, devido à importância e urgência em manter e melhorar aspectos ecológicos dos ecossistemas aquáticos, esses indicadores já vem sendo incorporados aos programas de monitoramento de alguns países europeus, como Inglaterra, Alemanha, França e Espanha, além da Austrália e Estados Unidos (ANA, 2013).

Entretanto, o uso dos organismos para avaliar a qualidade da água no Brasil ainda é incipiente, sendo realizado principalmente em estudos acadêmicos. De acordo com a Agência Nacional de Águas (2005), até mesmo a avaliação básica com uso de parâmetros físicos e químicos é insuficiente ou inexistente em várias bacias hidrográficas do território brasileiro.

O principal índice de qualidade das águas usado no Brasil é o IQA (Índice de Qualidade das Águas), que foi adaptado de índices norte-americanos, e é utilizado pela Cetesb desde 1975. Seu foco é indicar a contaminação ocasionada pelo lançamento de efluentes domésticos e outras cargas orgânicas, deixando de lado, outras fontes de contaminação, como metais pesados e pesticidas (ANA, 2005).

Alguns órgãos de gestão hídrica como a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e IAP (Instituto Ambiental do Paraná) têm recentemente usado os bioindicadores em seus programas de monitoramento. Porém, é preciso intensificar os estudos para desenvolver protocolos de coleta e avaliação, além de ferramentas básicas adequadas às características dos ecossistemas brasileiros (ANA, 2013). Ademais, torna-se essencial o aumento do investimento em pesquisas para conhecer melhor a biodiversidade da nossa fauna aquática, a qual será a base para apontar as melhores formas de gestão e conservação dos recursos hídricos.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de três córregos do Município de Bocaina, por meio do estudo da comunidade de Oligochaeta.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar a estrutura e composição das comunidades de oligoquetos entre os pontos analisados;
- Correlacionar as variáveis físicas e químicas da água e do sedimento com a comunidade biológica encontrada;
- Relacionar os dados obtidos com possíveis impactos do uso e ocupação do solo da região;
- Gerar informações de cunho taxonômico e ecológico que viabilizem a utilização de oligoquetos como bioindicadores da qualidade da água e/ou sedimento.

1.3 METODOLOGIA

1.3.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado em três córregos do perímetro urbano do município de Bocaina (Córrego Himalaia, Córrego Bocaina e Ribeirão da Bocaina), pertencentes à Bacia hidrográfica Tietê-Jacaré (Figura 1) (S 22° 08' 10"; WO 48° 31' 05"). O município contém uma área de 363.926 km quadrados, na região Centro-Oeste do estado de São Paulo, com biomas de Mata Atlântica e Cerrado (IBGE, 2010).

Na figura 1, nas regiões demarcadas em amarelo, situam-se os principais curtumes, que são em sua maioria de beneficiamento e acabamento (CONTADOR JR., 2004). A proximidade com os corpos hídricos é evidente e muitos moradores relatam a mudança de coloração das águas, além do forte odor ocasionado por eles.

Figura 1 – Localização dos Pontos de coleta nos três córregos do município de Bocaina (Ponto P1 ao Ponto P7).



FONTE: SAHM E SANCHES, 2014.

O município de Bocaina está localizado na região de Jáu (SP), que detém um grande polo coureiro-calçadista. Dessa forma, a cidade de Bocaina tem na fabricação de couro, sua principal atividade econômica, com aproximadamente cem curtumes licenciados, que produzem couro para calçados, luvas de raspa de couro, aventais industriais e camurça (OLIVEIRA, 2013).

A atividade coureira foi estabelecida na cidade na década de 1970, atingindo um grande crescimento entre as décadas de 1980 e 2000 (OLIVEIRA, 2013). Porém, esse crescimento industrial desvinculado da proteção ambiental, foi sendo refletido negativamente na situação ambiental da cidade, principalmente nos córregos que cortam a área urbana. A instalação dos curtumes está diretamente relacionada à proximidade dos córregos, os quais receberam e continuam recebendo os efluentes da atividade industrial.

Adicionalmente, Bocaina está localizada na área de recarga do aquífero Guarani, o que é um agravante a cerca da atividade curtumeira na região. De acordo com Oliveira (2013) 84% da área do município correspondem a pontos de afloramento do aquífero, apresentando assim, muitas nascentes. Por isso, o descarte incorreto das aparas e raspas, que ainda ocorre na cidade, representa um alto risco, podendo contaminar o solo e o lençol freático, por meio da lixiviação dos resíduos sólidos.

Ainda, conforme Oliveira (2013) a partir do ano de 2005 por meio de parcerias com instituições de pesquisa, a maioria dos curtumes, principalmente os de tingimento já haviam aplicado plantas de tratamento de efluentes, com técnicas avançadas que permitem o tratamento constante dos resíduos sem afetar a produção das empresas.

Contudo, além do descarte irregular em vários pontos da cidade, é possível encontrar depósitos clandestinos, nos quais grandes quantidades de couro são acumuladas em contato com o solo e sem nenhuma proteção adequada contra a incidência direta da chuva e da radiação solar. Além disso, o processo de secagem em varais faz com que a água contaminada goteje diretamente no solo (Figura 2).

Figura 2 – Depósito inadequado para armazenamento de resíduos (A,B,C); Secagem dos couros em varais (D).



Fonte: Próprio autor, 2015.

1.3.1.1 Caracterização dos pontos de amostragem

Ponto um (P1)

O ponto um (P1) ($22^{\circ} 08' 44. 2''$ S; $48^{\circ} 30' 27. 2''$ O) (Figura 3) está localizado no Ribeirão da Bocaina e encontra-se intensamente assoreado, possui vegetação 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 encontra-se mais

afastado da cidade e está localizado em propriedades particulares (chácaras e sítios), com atividade agropecuária em pequena escala.

Figura 3 – Visão geral do ponto um (P1) do Ribeirão da Bocaina.



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

Ponto dois (P2)

O segundo ponto de amostragem (P2) ($22^{\circ} 08' 47.6''$ S; $48^{\circ} 30' 24.0''$ O) (Figura 4) 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 4). Esse trecho do Ribeirão da Bocaina está no interior de propriedades particulares e apresenta intenso processo de assoreamento.

Figura 4 – Visão geral do ponto dois (P2) do Ribeirão da Bocaina (A, C, D); Presença de canalização no ponto (B).



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

Ponto três (P3)

Este ponto de coleta faz parte do Córrego Bocaina e corresponde a uma nascente ($22^{\circ} 08' 55.2''$ S; $48^{\circ} 31' 23.1''$ O) (figura 5). O uso predominante do solo no entorno é residencial e industrial, com a presença de indústrias de curtume. A vegetação ciliar no ponto P3 é inexistente e observa-se a ocorrência do processo de erosão e assoreamento, além de apresentar grande quantidade de lixo, jogado pela população. Ainda, próximo a esse ponto também é possível encontrar couro armazenado de forma incorreta, como mostra a figura 5D. O couro fica empilhado, sem nenhuma proteção, próximo a nascente do córrego, estando suscetível ao processo de lixiviação.

Figura 5 – Ponto três (P3) - 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 e SANCHES, 2014.

Ponto quatro (P4)

Esse ponto de coleta também faz parte do Córrego Bocaina (22° 08'. 08. 6" S; 48° 30' 54.8" O) (Figura 6) e não possui vegetação ciliar, deixando o córrego totalmente exposto a incidência de luz solar. Esse ponto está próximo a 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 6 –Visão geral do ponto quatro (P4).



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

Ponto cinco (P5)

O ponto cinco (P5) pertence ao Córrego Himalaia ($22^{\circ} 08' 10.3''$ S; $48^{\circ} 31' 42.6''$ O) (Figura 7) e corresponde a uma nascente que está localizada dentro de uma propriedade particular (chácara), que tem como atividade principal a plantação em pequena escala. O entorno desse ponto também está bem próximo a um condomínio residencial.

Figura 7 – Visão geral do ponto cinco (P5).



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 8, logo após o ponto de coleta, os proprietários construíram uma pequena barragem para armazenamento de água.

Figura 8 – Barragem logo após a nascente do Ponto cinco (P5).



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

Ponto seis (P6)

O ponto seis (P6) ($22^{\circ} 08' 00.1''$ S; $48^{\circ} 31' 08.3''$ O) (Figura 9) 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 9. Além disso, esse ponto mais a jusante recebe as águas do ponto cinco, caracterizado anteriormente.

Figura 9 – Ponto seis (P6) do Córrego Himalaia - Presença de canalização (A); Visão geral do ponto de coleta (B).



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

Ponto sete (P7)

Esse ponto de amostragem ($22^{\circ} 07' 21. 1''$ S; $48^{\circ} 30' 27. 5''$ O) (Figura 10) faz parte do Ribeirão da Bocaina e possui no entorno a predominância de atividades agropecuárias, com extensas áreas de plantações de cana-de-açúcar e café. 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 10C).

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 10 – 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 próximo ao ponto (C).



Fonte: SAHM e SANCHES, 2014.

1.3.2 Variáveis Ambientais

Em campo foram aferidas seis variáveis: temperatura ($^{\circ}\text{C}$) (Termômetro Incoterm), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) (CON-300 – Condutivímetro Digital de Bolso), oxigênio dissolvido (mg/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 de amostragem.

1.3.3 Análise de metais

Amostras dos 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 foi ponderada, 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 HNO₃ (ácido nítrico) e 1,0 ml de água oxigenada. Depois, as amostras foram colocadas em uma placa aquecedora à temperatura de 100 °C para o processo de digestão.

Posteriormente as soluções foram filtradas e recolhidas em balão volumétrico de 100 ml e foram mantidos sob refrigeração até o processo de leitura dos metais (DE PAULA e MOZETO, 2001; CORBI *et al.* 2010).

A 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).

1.3.4 Aporte de matéria orgânica no sedimento

As amostras de sedimento foram previamente secas em estufa a 60 °C durante 12 h. Posteriormente, pequenas porções de 5,0 gramas do sedimento seco foram levadas a 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).

1.3.5 Amostragem e Identificação da fauna

Foram realizadas quatro coletas nos meses de dezembro de 2014 e

março, junho e julho de 2015. As amostras de sedimento foram coletadas próximas à região marginal em sete pontos (com três réplicas cada), utilizando amostrador do tipo rede em “D” (malha 0,21mm) pelo método de varredura.

As amostras foram acondicionadas em galões plásticos contendo água do próprio ambiente, sendo posteriormente conduzidas ao laboratório. Em seguida, as amostras 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 (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 observados foram fixados em formalina 10% (PEIRÓ e ALVES, 2006; ALVES e GORNI, 2007).

Os espécimes de Oligochaeta triados foram acondicionados em frascos etiquetados contendo álcool 70%. Para a identificação dos oligoquetos, primeiramente foram montadas lâminas semipermanentes utilizando lactofenol, para serem observadas em microscópio óptico, sendo utilizados critérios taxonômicos adotados por Brinkhurst e Jamieson (1971), Righi (1984), Brinkhurst e Marchese (1989).

1.3.6 Análise dos dados

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

Com o objetivo de verificar a similaridade na composição da oligofauna dentre os pontos amostrados foi empregada uma análise de agrupamento (UPGMA) com o índice de similaridade, 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 oligoquetos identificadas em cada ponto amostral. Para isso, os dados abióticos e os dados faunísticos foram logaritimizados $\log_{10}(x+1)$ com a finalidade de minimizar o efeito de valores discrepantes.

Adicionalmente foi aplicado a análise de espécie indicadora (IndVal), com a finalidade de verificar possíveis associações da oligofauna com determinado

ponto amostral. O teste foi realizado pelo Programa estatístico R, utilizando-se 10.000 permutações (R CORE TEAM, 2014).

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

1.4 RESULTADOS

1.4.1 Caracterização ambiental qualitativa

A aplicação do protocolo de caracterização ambiental fornece um panorama qualitativo de cada ponto amostral. Os resultados mostraram principalmente a falta de vegetação ripária, nos quais os pontos apresentaram em sua maioria dossel aberto ou parcial, e em alguns pontos a predominância de gramíneas no trecho analisado. Outro fator significativo é o processo de erosão e assoreamento dos pontos de coleta. Nenhum trecho estudado estava livre desse fenômeno, como mostrado na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização ambiental dos pontos de amostragem por meio da aplicação do Protocolo proposto pelo Projeto Temático Biota/Fapesp (anexo A) adaptado de Suriano (2008).

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

1.4.2 Características físicas e químicas dos pontos de amostragem

As medidas das variáveis ambientais (Tabela 3) demonstraram que os córregos estudados, apresentam de maneira geral baixa oxigenação, tendo como concentração máxima 5,87 mg/L no P6, durante a estação chuvosa; o pH foi alcalino, ou bem próximo da neutralidade em quase todos os pontos, exceto o P3, que apresentou um pH ácido na estação seca; a menor temperatura foi de 14,75 no ponto P4 durante a estação seca e a maior foi de 28°C no ponto P7 na estação chuvosa; a condutividade variou de 33,84 no ponto P5 à 356,67 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ no ponto P6, ambas registradas na estação chuvosa.

Dessa forma, pela análise da caracterização dos parâmetros físicos e químicos, todos os pontos refletiram sinais de degradação, fato esse, que fica evidente com as baixas concentrações de oxigênio dissolvido. Os pontos P1 e P2 do Ribeirão da

Bocaina apresentaram os menores valores de disponibilidade de oxigênio, 0,7 mg/L e 0,75 mg/L respectivamente.

Tabela 3 – Média e desvio padrão das variáveis ambientais (V.A.) (medidas entre dezembro de 2014 a julho de 2015) dos pontos de amostragem 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).

Estação Chuvosa							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
T. água	27 ±0,00	27±0,00	25,25±3,18	25,5±3,54	23,34±0,47	22±1,41	28±0,00
Cond.	54 ±1,41	48,5±3,54	191,34±37,71	165,16±20,98	33,84±9,67	356,67±0,00	306±49,50
pH	7,73 ±0,81	7,67±0,76	6,86±0,32	7,82±0,79	7,33±0,98	7,74±0,73	8,00±0,85
O.D.	3,42± 0,12	3,32±1,38	3,79±0,21	4,92±0,96	3,34±0,51	5,87±0,52	4,15±1,70
Prof.	0,08 ±0,02	0,12±0,00	0,11±0,07	0,34±0,04	0,21±0,01	0,15±0,03	0,26±0,13
Larg.	4,1±0,00	4,53±0,00	0,94±0,00	2,7±0,00	1,28±0,00	2,22±0,00	4,6±0,14
Estação Seca							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
T. água	17,3 ±0,00	15,6±1,27	17,6±1,56	14,75±1,63	15,7±0,99	14,85±0,92	16,25±1,77
Cond.	44±4,24	46±8,49	156,9±12,87	106,65±6,15	72,25±14,40	183,5±19,09	307±12,73
pH	7,45±0,64	6,95±0,35	5,66±1,05	7,00±0,57	7,5±0,00	7,45±0,07	7,25±0,07
O.D.	0,70±0,28	0,75±0,35	1,28±1,53	2,35±1,20	0,85±0,64	4,8±0,28	4,3±0,85
Prof.	0,06±0,01	0,13±0,02	0,055±0,01	0,35±0,07	0,35±0,07	0,15±0,01	0,16±0,01
Larg.	4,00±0,00	4,55±0,01	0,68±0,04	2,6±0,00	1,30±0,01	2,23±0,01	4,55±0,07

1.4.3 Análise química do sedimento

A análise química do sedimento avaliou a presença dos metais: cromo trivalente, cromo total, zinco e cobre e revelou altas concentrações desses metais, em quase todos os pontos de amostragem. Os resultados para cromo total e cromo trivalente tiveram as mesmas concentrações, o que indica que cromo hexavalente não esteve presente nas amostras.

Como mostra a tabela 4, o ponto com maior concentração de metais foi o ponto P7, como esperado, pois esse ponto encontra-se a jusante dos outros pontos e recebe toda água dos córregos Bocaina e Himalaia e seu entorno é principalmente ocupado por extensas plantações de cana-de-açúcar. O valor obtido de cromo nesse ponto, foi (161,82 mg/Kg) o que representa 79,8% a mais do máximo permitido pela Resolução Conama nº 344/2004 para sedimentos de água doce (90 mg/Kg). Já o ponto P1, no Ribeirão da Bocaina, apresentou as menores concentrações de cobre e zinco e o

segundo menor valor de cromo. Este ponto é o mais afastado da cidade, tendo em seu entorno a presença de chácaras e sítios, sem agricultura extensiva.

Tabela 4 – Valores das concentrações de metais em cada ponto amostral em comparação com os valores estipulados pela legislação brasileira Conama nº344/2004.

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

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

**N2 – nível 2: limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota: Conama nº344/2004.

Os pontos mais próximos aos curtumes e ao centro urbano (P3; P4; P5; P6) apresentaram altas concentrações de metais. O ponto P5 obteve o segundo maior valor de cromo total (99,63 mg/Kg) também estando acima da concentração estipulada na legislação brasileira, podendo ocasionar efeitos negativos na fauna local.

O ponto P4 apresentou os segundos maiores valores de cobre e zinco (118,4 e 127,28 mg/Kg respectivamente), entretanto, ambos não ultrapassaram o limiar máximo que pode causar danos a biota aquática (197 e 315 mg/Kg). Esse ponto encontra-se próximo a curtumes e está totalmente inserido no centro urbano, não apresentando mata ciliar, e, portanto ficando exposto ao processo de lixiviamento de produtos agrícolas e dos resíduos da cidade.

Em relação aos valores de concentração de matéria orgânica obtidos (Tabela 5), quase todos os pontos apresentaram baixas concentrações (menos de 10% da massa seca), sendo, portanto considerados sedimentos minerais (ESTEVES, 2011). Por outro lado, o ponto P7 foi o único que obteve maior concentração em toda a amostra, no período de seca, atingindo 16,40% de matéria orgânica, enquanto contrariamente na estação chuvosa, foi o ponto que obteve menor concentração (0,8%). Na estação chuvosa, apenas o ponto P5 apresentou uma maior concentração de matéria orgânica (4,01%), enquanto na estação seca, a segundo maior concentração foi encontrada no ponto P6 (8,40%).

Tabela 5 – Concentração de matéria orgânica no sedimento nos pontos de amostragem.

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%)

1.4.4 Estrutura taxonômica da oligofauna

A identificação dos espécimes coletados revelou um total de 1395 oligoquetos, distribuídos em 20 táxons, os quais pertencem às famílias: Naidinae, Opistocystidae, Alluroididae e Enchytraeidae (Tabela 6). A família Naididae foi a mais representativa (82,51%), sendo dividida em 4 subfamílias: Subfamília Naidinae (35,27%), Pristininae (14,27%), Tubificinae (10,25%) e Rhyacodrilinae (22,72%).

Tabela 6 - Abundância das espécies de oligoquetos aquáticos coletados nos córregos urbanos de Bocaina nas estações chuvosa e seca.

Família Naididae	Estação Chuvosa							Estação Seca						
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Subfamília Naidinae														
<i>Allonais inaequalis</i>	0	2	1	1	0	261	3	0	0	0	0	0	61	0
<i>Aulophorus furcatus</i>	0	0	57	7	0	4	1	3	0	3	0	0	4	0
<i>Dero botrytis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Dero nivea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0
<i>Dero raviensis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dero sawayai</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nais communis</i>	1	0	0	0	0	5	1	0	0	2	0	0	0	0
<i>Nais variabilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Slavina evelinae</i>	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	3	0
<i>Slavina sawayai</i>	1	2	12	0	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0
Subfamília Pristininae														
<i>Pristina aquiseta</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina synclites</i>	0	0	10	4	5	11	8	0	0	9	11	9	33	7
<i>Pristina rosea</i>	0	1	19	5	3	9	12	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pristina longiseta</i>	0	1	0	0	1	1	3	1	2	0	4	9	0	15
<i>Pristina menoni</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Subfamília Tubificinae														
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0	0	1	2	0	2	124	0	0	0	5	0	6	3
Subfamily Rhyacodrilinae														
<i>Bothrioneurum sp.</i>	0	0	126	156	1	16	1	0	0	13	0	1	3	0
Família Opistocysta														
<i>Opistocysta funiculus</i>	0	0	1	0	1	38	6	0	0	0	0	3	175	0
Família Alluroididae														
<i>Brinkhurstia americana</i>	2	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	8	0	0
Família Enchytraeidae														
Enchytraeidae sp. 1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total	4	7	228	176	17	360	164	6	2	28	21	30	327	25

Em relação aos pontos de amostragem, as espécies *Pristina menoni*, *Dero botrytis* e *Dero nivea* foram exclusivas do ponto P6, enquanto, *Pristina aequiseta* e *Dero raviensis* ocorreram somente no P7, com abundância reduzida. Da mesma forma, a espécie *Dero sawayai* foi encontrada somente no P3 e a espécie *Nais variabilis* somente no ponto P4. A única espécie que ocorreu em todos os pontos foi *Pristina rosea*.

Ainda, as espécies mais significativas foram *Allonais inaequalis* que foi abundante no ponto P6 durante a estação chuvosa, seguida de *Bothrioneurum sp.* que alcançou alta abundância nos pontos P3 e P4 também durante a estação chuvosa e *Opistocysta funiculus*, que obteve grande representatividade no ponto P6, na estação seca.

1.4.5 Análises estatísticas

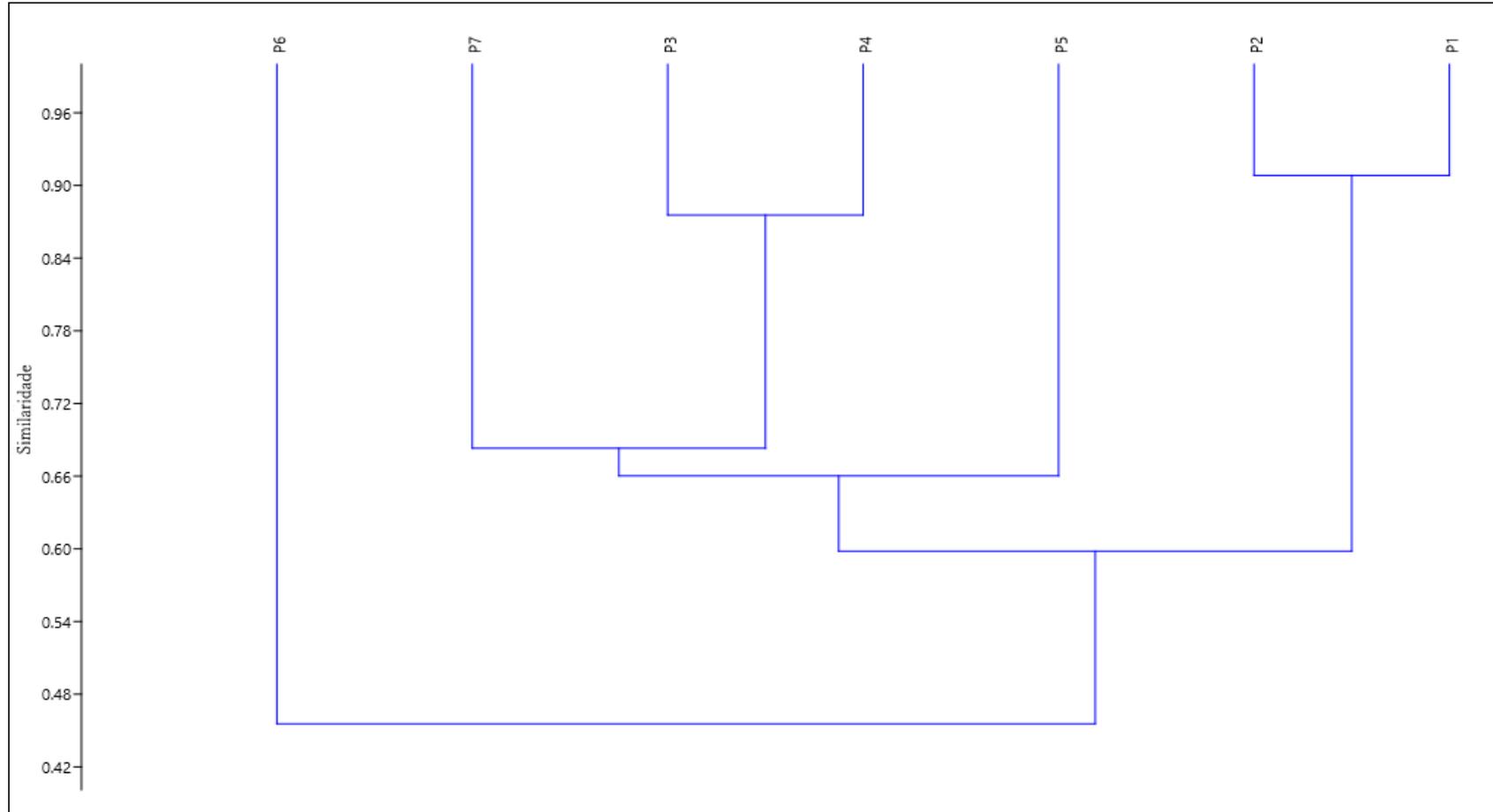
Em relação aos resultados das métricas, (Tabela 7) dentre os pontos de amostragem, o mais diverso e uniforme foi o P1, pertencente ao Ribeirão da Bocaina, que se encontra mais afastado do perímetro urbano, porém apresentou baixa riqueza e abundância de espécies. O segundo ponto mais diverso foi o P5 (Córrego Himalaia), mas também com baixa riqueza e abundância. Entretanto o ponto mais rico e abundante foi o P6, com o registro de 15 espécies e a presença de 687 indivíduos.

Tabela 7 – Valores de riqueza e abundância de espécies, índice de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade entre os pontos de amostragem.

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Riqueza (S)	7	5	11	9	7	15	11
Abundância	10	9	256	197	47	687	189
H'	1,834	1,523	1,347	0,8709	1,725	1,498	1,235
Equitabilidade	0,8945	0,9172	0,3497	0,2654	0,8019	0,2981	0,3126

A análise de agrupamento (Figura 11) indicou a composição da fauna registrada no P1 e P2, do Ribeirão da Bocaina como as mais similares (mais de 90% de similaridade). Da mesma forma, o P3 e P4, do Córrego Bocaina, formaram outro grupo, com quase 90% de similaridade. Também fica nítida a separação do P6, que apresentou baixa similaridade em comparação aos demais (menos de 48% de similaridade).

Figura 11 – Análise de agrupamento entre os pontos de amostragem (Correlação cofenética = 0, 87).



Como mostra a tabela 7, a análise de espécie indicadora (INDVAL) identificou de forma significativa as espécies *Allonais inaequalis* e *Opistocysta funiculus* como indicadoras do ponto P6, Para o ponto P5 a espécie indicadora foi *Brinkhurstia americana* e para o ponto P3 a espécie *Aulophorus furcatus*. Já a espécie *Pristina synclites* foi significativa em vários pontos, enquanto os pontos P1 e P2 não foram relacionados a nenhuma espécie.

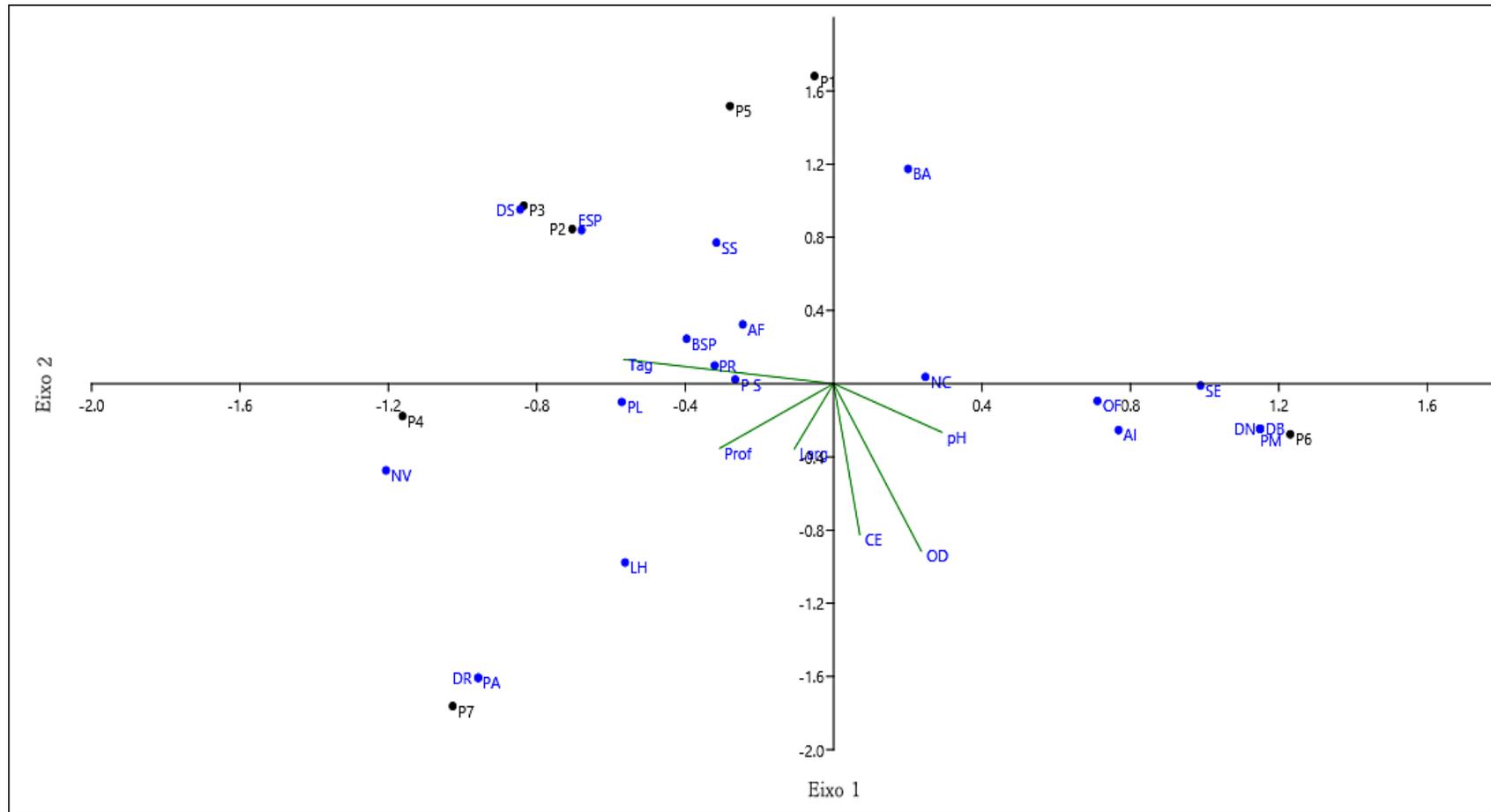
Tabela 8 – Resultado da análise de espécie indicadora para os pontos de amostragem.

Espécie	Ponto	p
<i>Brinkhurstia americana</i>	P5	0.0051
<i>Allonais inaequalis</i>	P6	0.0005
<i>Opistocysta funiculus</i>	P6	0.0005
<i>Slavina eveline</i>	P6	0.0176
<i>Aulophorus furcatus</i>	P3 e P6	0.0304
<i>Pristina synclites</i>	P3;P4;P5;P6:P7	0.017

Os resultados da análise de CCA projetam as espécies ao longo de gradientes. Mesmo que essa análise seja multidimensional, a maior parte das relações entre as variáveis ambientais e a oligofauna foi explicada pelos dois primeiros eixos de ordenações (70,1% da variação) (Figura 12).

O primeiro eixo demonstrou a divisão das variáveis ambientais que caracterizam os pontos amostrados. Dessa forma, a região esquerda do diagrama, está relacionada a características físicas dos córregos, como profundidade, largura e temperatura da água. Já a região direita está relacionada a características químicas dos córregos, como condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e pH.

Figura 12 – Diagrama da Análise de Correspondência Canônica da comunidade de Oligochaeta, as variáveis ambientais e os pontos de amostragem. Tag: Temperatura da água; Prof: profundidade; OD: Oxigênio Dissolvido; Larg: largura. AL: *Allonais inaequalis*; AF: *Aulophorus furcatus*; DB: *Dero botrytis*; DN: *Dero nivea*; DR: *Dero raviensis*; DS: *Dero sawayai*; NC: *Nais communis*; NV: *Nais variabilis*; SE: *Slavina evelinae*; SS: *Slavina sawayai*; PA: *Pristina aequisetata*; PS: *Pristina synclites*; PR: *Pristina rosea*; PL: *Pristina longisetata*; PM: *Pristina menoni*; LH: *Limnodrilus hoffmeisteri*; BSP: *Bothrioneurum* sp.; OF: *Opistocysta funiculus*; BA: *Brinkhurstia americana*; ESP: Enchytraeidae sp. 1.



A análise do CCA também demonstrou que a temperatura da água e oxigênio dissolvido são as variáveis mais importantes e significativas na distribuição das espécies, seguidas da condutividade elétrica, profundidade e pH.

O diagrama também ordenou as espécies e as variáveis ao longo dos pontos de amostragem. Dessa forma, *Dero sawyai* obteve correlação positiva com o ponto P3; *Limnodrilus hoffmesteri* com o ponto P7; *Allonais inaequalis* e *Opistocysta funiculus* com o ponto P6.

As espécies *Pristina synclites*, *Pristina rosea*, *Bothrioneurum* sp., *Aulophorus furcatus*, *Slavina sawyai*, *Enchytraeidae* sp.1 e *Dero sawyai* tiveram correlação positiva com a temperatura da água. O grupo de espécies formado por *Pristina longiseta*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Nais variabilis*, *Dero raviensis* e *Pristina aequiseta* demonstraram correlação positiva com as variáveis físicas de profundidade e largura do corpo hídrico.

1.5 DISCUSSÃO

As pesquisas em corpos de água no perímetro urbano tem revelado a presença abundante de alguns táxons específicos, dentre eles algumas espécies da classe Oligochaeta. Tais espécies são comumente relacionadas a ambientes degradados, principalmente aqueles com baixas concentrações de oxigênio e fontes de poluição orgânica (ALVES e LUCCA, 2000; DORNFELD *et al.* 2006). Nesse sentido, alguns autores tem investigado essa relação da oligofauna com sistemas aquáticos perturbados pelas atividades antrópicas (MORETTO *et al.* 2013; JABLONSKA, 2014; ROSA *et al.* 2014).

Dessa forma, a estrutura da fauna de oligoquetos em córregos urbanos frequentemente é composta por espécies da subfamília Tubificinae. Assim, no estudo de Jablonska (2014) a oligofauna foi representada principalmente pelas espécies: *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Limnodrilus udekemianus* e *Tubifex tubifex*. Da mesma forma, Rosa *et al.* (2014) também registraram *Limnodrilus hoffmeisteri* e *Limnodrilus udekemianus* em locais caracterizados com alta condutividade, alta temperatura e baixa oxigenação.

Os resultados da oligofauna dos córregos de Bocaina mostraram que a espécie mais relacionada a ambientes degradados, *L. hoffmeisteri*, ocorreu em abundância apenas no ponto P7 do Ribeirão da Bocaina, caracterizado pela alta condutividade elétrica, típica de ambientes influenciados pelas ações antrópicas (ESTEVES, FIGUEIREDO-BARROS e PETRÚCIO, 2011), pH (8,00), oxigenação média de 4,15 mg/L e os maiores valores de concentração de matéria orgânica na estação seca. Esse alto valor no pH pode ser explicado pela utilização de sulfetos, aminas e cal nos efluentes ácidos dos curtumes, justamente para elevar o pH antes destes serem lançados no curso dos rios (JORDÃO *et al.* 1998). A temperatura da água nesse ponto também foi a mais alta registrada na estação chuvosa (28°C), possivelmente devido à falta de cobertura vegetal, o que deixa a água totalmente exposta à incidência de luz. Similarmente, na pesquisa de Nascimento e Alves (2009) os autores encontraram maior reprodução dessa espécie em temperaturas mais altas, principalmente próximas a 25°C.

Contudo, mesmo a espécie *Limnodrilus hoffmeisteri* sendo a mais significativa no ponto P7, esse estudo também observou grandes abundâncias de espécies de outras famílias, como *Allonais inaequalis* (Subfamília Naidinae),

Bothrioneurum sp. (Subfamília Rhyacodrilinae) e *Opistocysta funiculus* (Família Opistocystidae). De acordo com LEARNER, LOCHHEAD e HUGHES (1978) a distribuição da família Naididae (atualmente subdivida em várias subfamílias) ainda é pouco estudada em ambientes impactados, sendo que os trabalhos geralmente enfatizam as espécies da família Tubificinae (atualmente uma subfamília de Naididae).

Entretanto, estudos tem demonstrado que alguns naidídeos, conseguem sobreviver e serem bastante numerosos em locais com certos tipos de poluentes (MASON, 1996; LIN e YO, 2008). Ainda, os resultados de Lin e Yo (2008) demonstraram que os índices bióticos para avaliação da qualidade da água não deveriam ser representados apenas por tubificíneos, mas deveriam incluir também algumas espécies de naidídeos, que comumente ocorrem correlacionadas a ambientes impactados. Adicionalmente, a família Naididae pode ser um importante caminho de transferência de tóxicos através da cadeia trófica nos ambientes aquáticos (SMITH, KENNEDY e DICKSON, 1991), por ser uma importante fonte de alimento para peixes e para alguns macroinvertebrados (ESTEVES, LEAL e CALLISTO, 2011).

Nesse contexto, a espécie *Allonais inaequalis*, pertencente à subfamília Naidinae foi o táxon mais abundante neste estudo. De acordo com a análise de correlação canônica essa espécie esteve correlacionada com o ponto P6, no qual atingiu sua maior abundância na estação chuvosa (261 organismos). A análise de espécie indicadora também correlacionou fortemente essa espécie ao ponto P6 do Córrego Himalaia. De maneira similar, os autores Suriani-Affonso *et al.* (2011) também evidenciaram essa espécie correlacionada a substratos arenosos e com maior abundância no período chuvoso. Ainda, essa espécie já foi coletada em um córrego urbano, entretanto com baixa densidade por Alves, Marchese e Escarpinati (2006). Porém, o córrego estudado pelos autores, apresentou pH de 5,64 e condutividade elétrica baixa ($17,3\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$), enquanto o ponto P6 do córrego Himalaia obteve altos valores de condutividade ($356,67\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$) e pH de 7,74. Essa ocorrência em ambientes diferentes pode indicar uma capacidade adaptativa desse táxon frente às variações das características físicas e químicas da água e do sedimento. Ademais, essa espécie apresenta uma típica e ampla distribuição em ecossistemas de água doce de regiões tropicais e subtropicais (TIMM, 1999; SURIANO-AFFONSO *et al.* 2011).

As espécies do gênero *Nais* também da subfamília Naidinae são frequentemente encontradas em sistemas aquáticos degradados (TIMM, SEIRE e PALL, 2001; VERDONSCHOT, 2001; GORNI e ALVES, 2015). De acordo com os resultados

de Verdonschot (1999) *Nais communis* prefere locais com teores médios de matéria orgânica finamente fragmentada, e ocupa profundidades maiores no sedimento, as quais apresentam menores concentrações de oxigênio dissolvido (STRAYER, 1985). Neste estudo, *Nais communis* ocorreu em baixa densidade, mas sua maior abundância foi registrada no ponto P6, que apresentou na estação chuvosa a segunda maior concentração de matéria orgânica no sedimento. Alves e Lucca (2000) também encontraram *Nais communis* em um córrego urbano na região sudeste, com pH próximo da neutralidade, alta condutividade elétrica e baixa oxigenação, enfatizando assim, a relação dessa espécie com ambientes poluídos.

A subfamília Pristininae, foi bastante representativa neste trabalho, principalmente as espécies *Pristina synclites* e *Pristina longiseta*. Essas espécies tiveram uma distribuição ampla e mais uniforme, ocorrendo em quase todos os pontos. Dessa forma, *Pristina synclites* foi indicadora de vários pontos de amostragem, como mostra a análise INDVAL (tabela 8), porém foi encontrada em maior número no ponto P6 na estação seca e com temperaturas menores, que como apontado anteriormente obteve altos valores de condutividade elétrica, pH levemente alcalino e oxigenação média. Além disso, as duas espécies tiveram correlação positiva com a temperatura da água neste trabalho, indicando a influência das oscilações dessa variável em seu processo de reprodução e abundância. Nesse sentido, em experimentos dos autores Smith, Kennedy e Dickson (1991) a espécie *P. longiseta* atingiu picos de reprodução à temperatura de 23 ± 4 °C, entretanto neste estudo, essa espécie ocorreu em temperaturas mais elevadas, principalmente no ponto P7 (28 °C).

Ainda, conforme Davis (1982) *Pristina synclites* pode habitar vários habitats, desde águas limpas até águas degradadas com descargas industriais. Do mesmo modo, os autores Lin e Yo (2008) também relataram que *P. synclites* e *P. longiseta* podem tolerar habitats poluídos. Nesse contexto, *P. synclites* já foi coletada em córregos urbanos do estado de São Paulo por Alves, Marchese e Escarpinati (2006) atingindo maior número de espécimes no verão, com temperaturas de 23,40 °C, pH ácido, alta condutividade e baixa oxigenação. Similarmente, Rosa *et al.* (2014) coletaram a espécie em trechos urbanos de córregos do sudeste brasileiro, estando associada a pontos com altas temperaturas e oxigenação baixa. Já *P. longiseta*, é cosmopolita, habitando tanto o sedimento, como a coluna d'água e está presente tanto em sistemas lóticos, como lênticos, além de possuir potencial para ser utilizada em testes de toxicidade (SMITH, KENNEDY e DICKSON, 1991).

Neste trabalho, o gênero *Dero* foi representado por 4 espécies, tendo como a mais significativa, *Dero botrytis*. Essa espécie foi coletada em maior abundância no ponto P6 na estação seca. Conforme Martin (1996) e Behrend *et al.* (2012), algumas espécies do gênero *Dero* são bons indicadores de condições ambientais estando relacionados a águas com poluição orgânica e baixas concentrações de oxigênio. Essa característica possivelmente está relacionada a presença de brânquias e apêndices respiratórios, permitindo que as espécies explorem com mais eficiência o oxigênio disponível, mesmo em baixas concentrações (MARTIN, 1996; RAPOSEIRO *et al.* 2009) Nesse sentido, a presença de aproximadamente 40 pares de brânquias em *D. botrytis*, pode ter influenciado sua abundância neste estudo.

Similarmente, a espécie *Aulophorus furcatus*, que também é caracterizada pela presença de brânquias em sua região posterior, esteve presente em maior número no Ponto P3 (nascente do Córrego Bocaina) durante a estação chuvosa. Esse ponto apresentou baixa oxigenação, alta condutividade e alta temperatura. De acordo com os dados de Davis (1982) essa espécie pode tolerar poluição orgânica moderada e atingir abundância elevada. Da mesma forma, os autores Lin e Yo (2008) relataram que essa espécie pode tolerar ambientes urbanos extremamente poluídos.

Em relação a outras famílias que ocorreram nesse estudo, Enchytraeidae não foi numericamente significativa, tendo apenas dois espécimes coletados. Contrariamente, a família Opistocystidae, teve como representante a espécie *Opistocysta funiculus*, que atingiu grande número de espécimes no ponto P6 na estação seca e esteve fortemente relacionado a este ponto, de acordo com os valores da análise IndVal, assim como a espécie *Allonais inaequalis*. De acordo com os dados de algumas pesquisas, essa espécie é mais comumente encontrada em represas (CORBI e TRIVINHO-STRIXINO, 2002; PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005) principalmente aquelas em estado de degradação ambiental (PAMPLIM, ALMEIDA e ROCHA, 2006; DORNFELD *et al.* 2006; MORETTO *et al.* 2013). Assim, de acordo com os resultados de Dornfeld *et al.* (2006) essa espécie ocorreu em maior densidade nos pontos com valores mais altos de oxigenação, mas esteve presente também em locais com oxigenação baixa (2,0 mg/L). Já, os autores Pamplin, Almeida e Rocha (2006) encontraram resultados similares aos desta pesquisa, nos quais, *O. funiculus* atingiu maiores densidades na estação seca com menor disponibilidade de oxigênio e maior concentração de matéria orgânica. Esses dados sugerem que a espécie é capaz de ocorrer em habitats variáveis, possivelmente assim, justificando, sua abundância no P6,

fortemente influenciado pelas atividades antrópicas do entorno, inclusive com metais.

A análise química do sedimento avaliou a presença de três metais: cromo, cobre e zinco. Esses metais são considerados elementos-traço, ou seja, são essenciais aos seres vivos, porém em pequenas concentrações. Esses elementos são disponibilizados naturalmente por meio do intemperismo de rochas, erosão do solo e atmosfera (precipitação úmida e seca), entretanto as atividades antrópicas vêm liberando grandes quantidades desses metais no ambiente, que acabam sendo lançados, ou lixiviados aos corpos hídricos. Assim, os metais analisados raramente são encontrados nas águas naturais, a não ser como contaminantes em áreas de intensa atividade industrial e agrícola (CORBI, SANTOS e GRANDE, 2006).

Nesse contexto, os poluentes acumulados no sedimento influenciam diretamente a comunidade bentônica, o que pode ocasionar a bioassimilação e bioacumulação de metais por esses organismos (CORBI *et al.* 2011) principalmente pela oligofauna, que possui ciclo de vida intimamente relacionado ao sedimento de sistemas aquáticos (LAZIM, LEARNER e COOPER, 1989). Além disso, a contaminação por metais pesados tende a diminuir a riqueza e composição da fauna bentônica (XIAODONG *et al.* 2010).

Assim, todos os pontos apresentaram altos valores de concentração de cromo, provavelmente como consequência das dezenas de indústrias de curtume espalhadas por toda a cidade, além das atividades agroindustriais, uma vez que este metal é um micronutriente em fertilizantes para cana-de-açúcar (ANGELOTTI-NETO *et al.* 2004). No entanto, destaca-se o ponto P7 do Ribeirão da Bocaina e o ponto P5, do Córrego Himalaia, com maiores concentrações desse metal.

Dessa forma, o Ribeirão da Bocaina é o corpo hídrico de maior porte da cidade, sendo o trecho do ponto P7, o local onde deságua todos os córregos que cortam o município; ainda, este ponto não apresenta vegetação ciliar, estando suscetível ao processo de assoreamento do solo contaminado com metais advindos das plantações de cana-de-açúcar do entorno. Possivelmente esses dois fatores principais justificam os maiores valores de cromo encontrados nesse ponto de amostragem, que inclusive esteve muito acima do limite estipulado pela Resolução Conama nº 344/2004 para sedimentos de água doce, podendo assim, ocasionar danos à biota. Segundo Esteves e Guariento (2011) cobre e cromo estão entre os metais mais tóxicos para os organismos, sendo que o cromo pode influenciar as taxas de reprodução e sobrevivência da prole em organismos aquáticos (MASUTTI, 2004). Nesse estudo, de acordo com os resultados do

índice de diversidade de Shannon, esse ponto teve baixa diversidade ($H' = 1,235$), com uma riqueza de 11 espécies. Porém a espécie *Limnodrilus hoffmeisteri*, foi dominante, e como citado anteriormente é fortemente relacionada a ambientes impactados. A pesquisa de Corbi *et al.* (2011) também encontrou a família Naididae em ecossistemas aquáticos perturbados com cromo, porém a família Chironomidae (Insecta: Diptera) foi mais significativa. Entretanto, os resultados de Jablonska (2014) demonstraram baixa correlação do gênero *Limnodrilus* e em geral da classe Oligochaeta, em locais com altas concentrações de metais em córregos urbanos.

Já o ponto P5 do córrego Himalaia, teve o segundo maior valor de diversidade ($H' = 1,725$), porém com uma riqueza de apenas 7 táxons, que ocorreram em abundâncias mais uniformes, tendo como principais espécies *Pristina synclites* e *Brinkhurstia americana*. O segundo maior valor de cromo nesse ponto não era esperado, uma vez que o local é uma nascente, que apresenta um dossel fechado (somente na nascente) e o processo de erosão é moderado. Entretanto, o ponto encontra-se próximo ao perímetro urbano, no interior de uma chácara, com atividade agrícola em pequena escala. Dessa forma, por meio dos resultados deste estudo, as atividades do entorno parecem estar influenciando fortemente a nascente. Além disso, poucos metros após a o ponto de coleta existe uma pequena barragem, que pode estar intensificando o processo de degradação do local.

Em relação aos metais cobre e zinco, ambos são comuns em áreas com atividade agrícola e industriais, atingindo altas concentrações próximo a esses locais (CORBI, SANTOS e GRANDE, 2006). O metal-traço cobre é principalmente utilizado como fungicida e como pigmento para a fabricação de tintas, por isso é frequente em efluentes industriais (MASUTTI, 2004). Assim, de acordo com experimentos de Shuhaimi-Othman *et al.* (2012) *Nais elinguis* apresenta maior sensibilidade ao cobre e ao cádmio e maior resistência ao zinco. Similarmente, a espécie *Lumbriculus variegatus* e *Tubifex tubifex* também apresentam maior sensibilidade a presença do cobre (CHAPMAM *et al.* 1999; RATHORE e KHANGAROT (2002). Os autores Maestre, Martinez-Madrid e Rodriguez (2009) realizaram testes de toxicidade dos metais cobre, cromo e cádmio com a espécie *Tubifex tubifex* e também registraram cobre como o mais tóxico.

Assim, como já era esperado, o ponto P7 mais próximo dos grandes canaviais e plantações de café da cidade e por receber as águas de todos os outros pontos de coleta, obteve as maiores concentrações de cobre e zinco. Da mesma maneira,

o ponto P4, próximo a residências e indústrias, também apresentou um alto valor de cobre. Dessa forma, a diversidade da oligofauna desses dois pontos foram as mais baixas registradas, e foi composta principalmente por espécies que toleram variações ambientais, demonstrando assim, uma possível influência da toxicidade do cobre nos organismos aquáticos. No ponto P7, *Limnodrilus hoffmesteri* foi mais abundante, enquanto no ponto P4, destacou-se a espécie *Bothrioneurum* sp.

A concentração de matéria orgânica nos pontos de amostragem não foi significativa (Tabela 5), sendo que os sedimentos foram predominantemente do tipo inorgânico, composto predominantemente por areia (Tabela 2). O fato dos pontos estarem intensamente assoreados contribuiu para esses valores. Além disso, os sedimentos de ecossistemas tropicais possuem uma ciclagem muito mais rápida da matéria orgânica do que em regiões temperadas, o que não permite o acúmulo desse material no sedimento por muito tempo, sendo mais rapidamente decomposto na coluna d'água principalmente devido às altas temperaturas (ESTEVES e GUARIENTO, 2011).

A análise de agrupamento encontrou a maior porcentagem de similaridade entre os pontos P1 e P2 do Ribeirão da Bocaina. Esses dois pontos, apresentaram as menores concentrações de condutividade elétrica e de metais no sedimento. Contudo, os pontos registraram uma disponibilidade de oxigênio dissolvido baixa (uma média de 1,00mg/L) e apresentaram também os menores valores de riqueza e abundância de oligoquetos. Possivelmente, esses resultados justificam-se pela distância maior deste ponto em relação ao centro da cidade, onde se concentram as atividades industriais, mas principalmente pelo intenso processo de assoreamento. De acordo com Wantzen e Pinto-Silva (2006) o processo de assoreamento diminui a abundância e riqueza dos táxons, sendo que principalmente os organismos semiaquáticos e a infauna que vive na areia conseguem permanecer e tolerar a menor disponibilidade de oxigênio. Adicionalmente, o assoreamento e homogeneização do leito dos córregos, é um dos principais problemas causados pelas atividades antrópicas nos ecossistemas aquáticos (GOULART e CALLISTO, 2003). Assim, conforme os resultados de Ragonha e Takeda (2013) a heterogeneidade estrutural do habitat é uma característica que beneficia a riqueza da classe Oligochaeta, o que pode explicar o menor número de espécies que ocorreram nesses pontos com o leito mais homogêneo e menos oxigenado. Desse modo, os táxons semiaquáticos *Brinkhurstia americana* e *Enchytraeidae* estiveram presentes nesse ponto, mesmo em número baixo, assim como as espécies mais adaptáveis às mudanças ambientais, como *Allonais inaequalis*, *Pristina*

longiseta e *Aulophorus furcatus*.

Outros dois pontos que apresentaram alta similaridade foram o P3 e P4 do Córrego Bocaina, que apresentaram um grande número de indivíduos da espécie *Bothrioneurum* sp. na estação chuvosa. Esses pontos obtiveram altas temperaturas, alta condutividade elétrica e oxigenação de 3,32 mg/L (P3) e 4,92 mg/L (P4). Similarmente, na pesquisa de ALVES e LUCCA (2000) essa espécie foi encontrada em córregos urbanos, apresentando alta densidade numérica, ocorrendo juntamente com *Limnodrilus hoffmeisteri*, em locais enriquecidos organicamente, com alta condutividade, oxigenação baixa e enriquecimento orgânico.

Ainda, em relação à análise de agrupamento, o ponto P6 do córrego Himalaia apresentou a menor similaridade de fauna com os outros pontos de amostragem. Essa diferenciação, como analisado nos parágrafos anteriores, está relacionada à ocorrência da maioria das espécies neste local, apresentando abundâncias mais elevadas. Assim, esse ponto obteve a maior riqueza (15 espécies) e a maior abundância (687 organismos), porém com uma uniformidade baixa, devido a dominância de alguns táxons (*Allonais inaequalis*, *Dero botrytis*, *Pristina synclites*, *Opistocysta funiculus*). Ainda, mesmo com a elevada condutividade elétrica e a presença de metais, principalmente cromo, o ponto obteve uma das maiores concentrações de oxigênio dissolvido 5,87 mg/L (estação chuvosa) e 4,8 mg/L (estação seca), o que possivelmente permitiu que as espécies que toleram um gradiente maior de variações ambientais conseguissem se reproduzir. Adicionalmente, esse ponto apresenta dossel parcialmente fechado e uma área com um recente reflorestamento no entorno, que ajuda a proteger o córrego das atividades urbanas e industriais que ficam bem ao lado, além de diminuir o processo de erosão e assoreamento.

Espera-se que esses dados colaborem para enriquecer os conhecimentos sobre a classe Oligochaeta no território brasileiro, especialmente no Estado de São Paulo, o qual sofre intensamente com o processo crescente de desenvolvimento urbano-industrial e têm enfrentado grandes problemas com a gestão dos recursos hídricos.

1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os três corpos hídricos estudados do município de Bocaina, apresentaram intenso processo de degradação ecológica. Os resultados constataram alta concentração de metais e as análises físicas e químicas demonstraram que as principais atividades econômicas da cidade, os curtumes e agroindústria influenciam negativamente os ecossistemas aquáticos da região.

Apesar da poluição e contaminação, espécies da classe Oligochaeta estiveram presentes em todos os pontos de amostragem e foi composta principalmente por espécies típicas de ambientes impactados e espécies cosmopolitas que estão adaptadas a vários habitats.

Como era esperado, o metal cromo, amplamente utilizado no processo industrial do curtimento de couros de animais, foi o elemento-traço que apresentou maiores concentrações, dentre os metais analisados.

Nesse sentido, a fiscalização dos efluentes das indústrias curtumeiras pelo poder público é essencial, mas também o engajamento de toda a população e centros de pesquisa para apontar os danos ambientais causados pela industrialização sem planejamento e sem uma visão holística da bacia hidrográfica.

Ainda, sugere-se pesquisas ambientais mais aprofundadas, que acompanhem por um período de tempo maior a dinâmica dos ecossistemas aquáticos do município de Bocaina, com o intuito de monitorar as variações da biota aquática sob a influência de metais tóxicos.

1.7 REFERÊNCIAS

ABREU, M.A. **Reciclagem do resíduo de cromo da indústria do curtume como pigmentos cerâmicos**. 2006. 151p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013**. Brasília, 2013. 432p.

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

ALGRANTI, E.; BUSCHINELLI, J.T.P.; CAPITANI, E.M. Câncer de pulmão ocupacional. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.36, n.6, p.784-794, 2010.

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

ALVES, R.G., LUCCA, J.V. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro - Araraquara (São Paulo-Brasil). **Brazilian Journal of Ecology**, v. 4, n. 1-2, p. 112-117, 2000.

ALVES, R.G., MARCHESE, M.R., ESCARPINATI, S.C. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the state of São Paulo, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 431-435. 2006.

ALVES, R.G., STRIXINO, G. Distribuição espacial de Oligochaeta em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu-SP. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 88, p.173-180, 2000.

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

APHA - **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMEWW)**, 22º Ed. 2012. 1496p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO (ABQTIC). **Guia Brasileiro do couro: dados estatísticos**, Estância Velha,

2012. Disponível em: <<http://www.guiabrasileirodocouro.com.br/dados-estatisticos?ano=2012>> Acesso em: 02 nov. 2015.

BARBOUR, M.T.; J. GERRITSEN, B.D.; SNYDER, J.B. STRIBLING. **Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2 Ed. EPA (U.S. Environmental Protection Agency) Office of Water; Washington, D.C. 1999. 339 p.

BAPTISTA, D.F.; BUSS, D.F.; EGLER, M. Macroinvertebrados como bioindicadores de ecossistemas aquáticos contaminados por agrotóxicos. In: PERES, F., MOREIRA, J.C. **É veneno ou é remédio? Agrotóxicos, saúde e ambiente**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2003. 384 p.

BEHREND, R.D.L., TAKEDA, A.M., GOMES, L.C. e FERNANDES, S.E.P. Using Oligochaeta assemblages as an indicator of environmental changes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 873-884, 2012.

BRANDÃO, M.H.; GONTIJO, B. Contact sensitivity to metals (Chromium, cobalto and nickel) in childhood. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. v. 87, n.2, p.269-276.

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União** – Brasília, DF, 28 dez. 2012. Seção 1, p.1.

BRINKHURST, R.O., JAMIESON, B.G.M. **Aquatic Oligochaeta of the world**. University of Toronto Press. 1971, 860p.

BRINKURST, R.O.; MARCHESE, M.R. 1989. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Santa Fé: Asociación de ciencias naturales del litoral, 1989. 207p.

CALCIOLARI, P.R.B.; ROSSI, J.B.; BRANCÃO, A.L. Alternativa limpa para curtimento de couros: um comparativo entre o curtimento ao cromo e o curtimento ao tanino vegetal em peles de peixe. **III Encontro Científico do GEPro (Grupo de estudo de produção) – Faculdade de Tecnologia de Jahu**. 2013.

CAPRA, F. Conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável. São Paulo: Ed. Cultrix, 2003. p. 296.

CHAPMAN, K.K.; BENTON, M.J.; BRINKHURST, R.O.; SCHEUERMAN, P.R. Use of the aquatic oligochaetes *Lumbriculus variegatus* and *Tubifex tubifex* for assessing the toxicity of copper and cadmium in a spiked-artificial-sediment toxicity test. **Environmental Toxicology**, v. 14, n. 2, p. 271-278, 1999.

CHAPMAN, P. M. Utility and relevance of aquatic oligochaetes in ecological risk assessment. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 149-169, 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Guia Técnico Ambiental de Curtumes**. Elab. FERRARI, W. A.; PACHECO, J.W.F. 2 ed. 2014, 108 p.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Curtumes – Série P+L**. Elab. PACHECO, J.W.F. 1 ed. São Paulo: Cetesb, 2005, 76 p.

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.

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

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.; 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**, v. 29, n.1, p. 61-65, 2006.

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Spatial and bathymetric distribution macrobenthic fauna of the Ribeirão das Anhumas reservoir (Américo Brasiliense-SP, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.1, p. 37-47, 2002.

CORBI, J.J.; FROELICH, 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.

CORBI, J.J.; SANTOS, F.A.; ZERLIN, R.; SANTOS, A.; FROEHLICH, C.G.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Assessment of Chromium Contamination in the Monte Alegre Stream: a Case Study. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.54, n.3, p.613-620, 2011.

CUTRI, C.N.; ALVES, V.C.O. O couro free cromo na cadeia coureiro-calçadista: prospecções qualitativas para a mitigação de resíduos industriais perigosos. IN: **X Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente (Engema)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

DAVIS, J.R. New records of aquatic Oligochaeta from Texas, with observations on their ecological characteristics. **Hydrobiologia**, v.96, p. 15-29, 1982.

DE PAULA, F.C.F.; MOZETO, A.A. Biogeochemical evolution of trace elements in a pristine watershed at the Brazilian southeastern coast. **Applied Geochemistry**. v.16, p.1139-1151, 2001.

DORNFELD, C.B., ALVES, R.G., LEITE, M.A., ESPÍNDOLA, E.L.G. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.18, n.2, p.189-197, 2006.

DUARTE, I.; AMORIN, J.R.; PERÀZZIO, F.E.; JUNIOR, R. S. Dermatite de contato por metais: prevalência de sensibilização ao níquel, cobalto, e cromo. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v.80, n.2, p.137-142, 2005.

EGLER, M.; BUSS, D.F.; MOREIRA, J.C.; BAPTISTA, D.F. Influence of agricultural land-use and pesticides on benthic macroinvertebrate assemblages in a agricultural river basin in southeast Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p.437-443, 2012.

ESTEVES, F.A.; CAMARGO, A.F.M. Sedimentos límnicos. In: **Fundamentos de limnologia**, 3ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

ESTEVES, F.A.; FIGUEIREDO-BARROS, M.P.; PETRÚCIO, M.M. Principais cátions e Ânions. In: **Fundamentos de limnologia**, 3ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

ESTEVES, F.A.; LEAL, J.J.F.; CALLISTO, M. Comunidade Bentônica. In: **Fundamentos de limnologia**, 3ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

ESTEVES, F.A.; GUARIENTO, R.D. Elementos-traço. In: **Fundamentos de limnologia**, 3ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

GORNI, G.R.; ALVES, R.G. Influência de variáveis ambientais sobre a comunidade de oligoquetos (Annelida: Clitellata) em um córrego neotropical. **Revista Biotemas**, v. 28, n.1, p. 59-66, 2015.

GORNI, G. R.; PEIRÓ, D. F.; SANCHES, N. Aquatic Oligochaeta (Annelida: Clitellata) from State of São Paulo, Brazil: Diversity and Occurrence review. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2015.

GOULART, M.D.C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, ano2, n.1, p. 153-164, 2003.

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.

HEDBERG, Y.S.; LIDÉN, C.; WALLINDER, I.O. Chromium released from leather – I: exposure conditions that govern the release of chromium(III) and chromium(VI). **Contact Dermatitis**, v.72, n.1, p.206-215, 2015.

HELLAWELL, J.M., 1986. **Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management**, Elsevier Applied Science Publishers, London. 546p.

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.

INVESTE SÃO PAULO (Agência Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade). **Cana-de-açúcar**. p. 1-4, 2013. Disponível em: <http://www.investe.sp.gov.br/uploads/midias/documentos/cana_de_acucar_saopaulo.pdf>. Acesso em 29 out. 2015.

JABLONSKA, A. Oligochaete communities of highly degraded urban streams in Poland, Central Europe. **North-Western Journal of zoology**, v. 10, n.1, p.74-82, 2014.

JORDÃO, C.P.; SILVA, A.C.; PEREIRA, J.L.; BRUNE, W. Contaminação por cromo de águas de rios provenientes de curtumes em Minas Gerais. **Química Nova**, v.22, n.1, p.47-52, 1998.

LAZIM, M.N.; LEARNER, M.A.; COOPER, S. The importance of worm identity and life history in determining the vertical distribution of tubificids (Oligochaeta) in a riverine mud. **Hydrobiologia**, v.178, p. 81-92, 1989.

LEARNER, M.A.; LOCHHEAD, G.; HUGHES, B.D. A review of the biology of the British Naididae (Oligochaeta) with emphasis on the lotic environment. **Freshwater Biology**, v.8, p. 357-375, 1978.

LIN, K.J.; YO, S.P. The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. **Hydrobiologia**, v.596, n. 1, p. 213-223, 2008.

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

MAESTRE, Z.; MARTINEZ-MADRID, M.; RODRIGUEZ, P. Monitoring the sensitivity of the oligochaete *Tubifex tubifex* in laboratory cultures using three toxicants. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 72, n. 1, p. 2083-2089, 2009.

MARTINS, R.T., SILVEIRA, L.S. e ALVES, R.G. Colonization by oligochaetes (Annelida: Clitellata) in decomposing leaves of *Eichhornia azurea* (SW.) Kunth (Pontederiaceae) in a neotropical lentic system. **Annales of limnologie**, v. 47, p. 339-346, 2011.

MASON, C. Organic pollution. In: Mason, C. **Biology of freshwater pollution**, 3ed. Longman: Essex, p. 83-84, 1996.

MASUTTI, M.B. **Distribuição e efeitos de cromo e cobre em ecossistemas aquáticos: uma análise laboratorial e “in situ” (experimentos em micro e mesocosmos)**. 2004. 371p. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Carlos.

MCKNIGHT, U.S.; RASMUSSEN, J.J.; KRONVANG, B.; BINNING, P. J.; BJERG, P. L. Sources, occurrence and predicted aquatic impact of legacy and contemporary pesticides in streams. **Environmental Pollution**, v. 200, n.1, p. 64-76, 2015.

MK QUÍMICA DO BRASIL. Presença de cromo hexavalente em couros. **MK News**, v.21, n. 7, 2002.

MONEY, C. A. Consequência do banimento do Cromo VI dos artigos de couro. **Revista do Couro**. Edição de Maio/ Junho, 2013.

MORETTO, Y.; SIMÕES, N.R.; BENEDITO, E.; HIGUTI, J. Effect of trophic status and sediment particle size on diversity and abundance of aquatic Oligochaeta (Annelida) in neotropical reservoirs. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v.49, n.1, p.65-78, 2013.

NASCIMENTO, H.L.S.; ALVES, R.G. The effect of temperature on the reproduction of *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta: Tubificidae). **Zoologia**, v.26, n.1, p.191-193, 2009.

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

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.

PAMPLIN, P.A.Z.; ALMEIDA, T.C.M.; ROCHA, O. Composition and distribution of benthic macroinvertebrados in Americana Reservoir (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.18, n.2, p. 121-132. 2006.

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.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2014.

RAPOSEIRO, P.M.; RAMOS, J.C.; COSTA, A.C. First record of *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1982 (Oligochaeta: Tubificidae) in Azores. **Aquatic Invasions**, v.4, n1, p.487-490, 2009.

RATHORE, R.S.; KHANGAROT, B.S. Effects of temperature on the sensitivity of sludge worm *Tubifex tubifex* (Muler) to select heavy metals. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 53, n. 1, p.27-36, 2002.

ROSA, B.J.F.V.; RODRIGUES, L.F.T.; OLIVEIRA, G.S.O.; ALVES, R.G. Chironomidae and Oligochaeta for water quality evaluation in a urban river in southeastern Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n.1, p. 7771-7779, 2014.

RIGHI, G. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**. CNPq/Coordenação Editorial, 1984. 48p.

RODRIGUES, M.L.K.; KOLLER, D.K.; GUERRA, T.; FORMOSO, L.L. Avaliação do risco toxicológico à saúde humana associado ao incremento do fluxo de cromo antrópico em segmentos fluviais afetados por curtumes. **Pesquisas em geociências**, v. 36, n. 2, p.149-164, 2009.

SHUHAIMI-OTHMAN, M.; NADZIFAH, Y.; UMIRAH, N.S.; AHMAD, A.K. Toxicity of metals to na Aquatic worm, *Nais elinguis* (Oligochaeta, Naididae). **Research Journal of Environmental Toxicology**, v. 6, n. 4, p. 122-132, 2012.

SMITH, D.P., KENNEDY, J. H., DICKSON, K. An evaluation of a naidid oligochaete as a toxicity test organism. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 10, p. 1459-1465, 1991.

SURIANI-AFFONSO, A.L.; FRANÇA, R.S.; MARCHESI, M.; ROCHA, O. Environmental factors and benthic Oligochaeta (Annelida, Clitellata) assemblages in a stretch of the Upper São Francisco River (Minas Gerais State, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, n. 2, p. 437-446, 2011.

SURIANO, M.T. **Macroinvertebrados de baixa ordem sob diferentes usos do solo no Estado de São Paulo: Subsídios para o biomonitoramento**. 2008. 127p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Departamento de Hidrobiologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Carlos, 2008.

STRAYER, D. The benthic micrometazoans of Mirrot lake, New Hampshire. **Archiv fur Hydrobiologie**, v.3, p. 287-426, 1985.

TIMM, T.; SEIRE, A.; PALL, P. Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 223-234, 2001.

VERDONSCHOT, P.F.M. Micro-distribution of oligochaetes in a soft-bottomed lowland stream (Elsbeek: Netherlands). **Hydrobiologia**, v.406, p. 149-163, 1999.

_____. Hydrology and substrates: determinants of oligochaete distribution in lowland streams (The Netherlands). **Hydrobiologia**, v.463, p. 249-262, 2001.

XIAODONG, Q.; NAICHENG, W.; TAO, T.; QINGHUA,C.; YOUNG-SEUK, P. Effects of heavy metals on benthic macroinvertebrate communities in high mountain streams. **Annales de Limnologie - International Journal of Limnology**, v.46, p. 291-302, 2010.

WANTZEN, K.M.; PINTO-SILVA, V. Uso de Substratos Artificiais para Avaliação do Impacto do Assoreamento sobre Macroinvertebrados Bentônicos em um Córrego de Cabeceira no Pantanal do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Recursos hídricos**, v.11, n.1, p. 99-107, 2006.

WHITAKER, D.C.A.; BEZZON, L.A.C. **A cultura e o ecossistema – reflexões a partir de um diálogo**. Ed. Alínea, Campinas, 2006. 88p.

CAPÍTULO 2: INVENTÁRIO DE OLIGOCHAETA (ANNELIDA: CLITELLATA) EM CÓRREGOS URBANOS DO MUNICÍPIO DE BOCAINA – SP

RESUMO

Os inventários de espécies fornecem um amplo conhecimento sobre a distribuição, ecologia e riqueza dos táxons em determinado espaço-tempo tornando-se uma ferramenta importante para programas de conservação de biodiversidade e manejo de áreas naturais. Os organismos inventariados neste estudo são pertencentes à classe Oligochaeta, um importante táxon da fauna aquática continental e um dos grupos mais importantes na ciclagem de matéria orgânica nos ecossistemas de água doce. São comumente encontrados associados a vários substratos e algumas espécies são bioindicadoras da qualidade da água e sedimento, porém, esse grupo, ainda é pouco estudado dentre os macroinvertebrados aquáticos. Dessa forma, este capítulo tem como objetivo realizar o levantamento das espécies de Oligochaeta em três córregos urbanos (Córrego Himalaia, Ribeirão da Bocaina e Córrego Bocaina) do município de Bocaina, localizado na região central do estado de São Paulo. Para isso, as amostras foram coletadas em sete pontos com o auxílio de uma rede (malha 0,21 mm) pelo método de varredura. O material coletado foi triado para obtenção dos organismos, fixado com formalina 10% e identificado até nível de espécie. Foram registrados vinte táxons de um total de 1395 organismos, distribuídas em dez gêneros (*Allonais*, *Aulophorus*, *Bothrioneurum*, *Brinkhurstia*, *Dero*, *Limnodrilus*, *Nais*, *Opistocysta*, *Pristina* e *Slavina*) e 4 famílias: Família Naididae (subfamílias: Naidinae, Tubificinae, Pristininae, Rhyacodrilinae), Opistocystidae, Alluroididae e Enchytraeidae). Dentre as espécies, a mais abundante foi *Allonais inaequalis* que representou 23,58% do total da amostra, seguida de *Bothrioneurum sp.* (22,72%) e *Opistocysta funiculus* (16,06%). Dessa forma, o presente inventário obteve uma riqueza de 20 táxons, representando aproximadamente 23% das 86 espécies registradas em ecossistemas aquáticos brasileiros. Por fim, muitos estudos ainda precisam ser realizados para fornecer dados mais completos sobre a distribuição e ecologia desse táxon, para enfatizar sua importância como bioindicadores de qualidade da água e para manutenção do equilíbrio ecológico em ambientes aquáticos.

Palavras-chave: Lista de espécies, Microdrili, Organismos aquáticos.

2.1 INTRODUÇÃO

A diversidade de espécies nos ecossistemas aquáticos continentais brasileiros ainda é imprecisa e difícil de ser aferida adequadamente (AGOSTINHO, THOMAZ e GOMES, 2005). Os principais desafios e problemas em relação à construção de listas de espécies advêm do baixo número de especialistas habilitados, pouco investimento financeiro e amostragens insuficientes e não padronizadas, o que dificulta comparações entre as pesquisas já realizadas (SILVEIRA *et al.* 2010; MAGURRAN, 2013).

No entanto, os dados obtidos em inventários de fauna fornecem um amplo conhecimento sobre a distribuição e ecologia dos táxons em determinado espaço e tempo amostral, tornando-se um método essencial para programas de conservação e monitoramento de biodiversidade e decisões a respeito do uso e ocupação de áreas naturais. Além disso, esses trabalhos são fundamentais para a descoberta de novas espécies, contribuindo assim, para complementar a diversidade registrada no planeta (SILVEIRA *et al.* 2010).

De maneira geral, a fauna de invertebrados ainda é pouco documentada em comparação a outros grupos de animais, como mamíferos e aves (CHRISTOFFERSEN, 2010). As dificuldades de identificação taxonômica e a baixa popularidade desses táxons junto ao público fazem com que as informações sobre eles sejam fragmentadas e escassas (MAGURRAN, 2013).

No estado de São Paulo, as pesquisas em ambientes aquáticos continentais ainda são focadas na entomofauna (MARQUES *et al.* 2011; NUNES *et al.* 2015) ou em toda comunidade de macroinvertebrados bentônicos (SILVEIRA *et al.* 2011; COPATTI *et al.* 2013), porém, esse Estado é o que abriga a maior riqueza registrada da Classe Oligochaeta no Brasil (CHRISTOFFERSEN, 2007), com 75 espécies de oligoquetas aquáticas catalogadas (GORNI, PEIRÓ e SANCHES, 2015).

Nos últimos anos a classe Oligochaeta vem ganhando destaque, principalmente em pesquisas de biomonitoramento e ecotoxicologia ambiental, com sua utilização como bioindicadores de poluição e organismos-teste (CHAPMAN, 2001; LOBO, 2014; CORBI, GORNI e CORREA, 2015).

Ainda assim, a elaboração de inventários para catalogar a diversidade desses vermes em ecossistemas brasileiros é baixa, sendo que os catálogos existentes representam apenas uma pequena fração da real diversidade de toda a América do Sul

(CHRISTOFFERSEN, 2010). Porém, alguns trabalhos vêm sendo realizados. Dentre eles, podemos citar a pesquisa de Pamplin, Rocha e Marchese (2005), realizada em duas represas do Rio Tietê, que obteve uma riqueza de 20 espécies. Similarmente, Rodrigues, Leite e Alves (2013) registraram 19 táxons em córregos de áreas preservadas em Minas Gerais. Na região sul do país destaca-se o trabalho de Stenert, Malchik e Rocha (2012), que evidenciaram 20 táxons da classe Oligochaeta em agroecossistemas de lavouras de arroz e canais de irrigação.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo Geral

Inventariar as espécies registradas nos córregos urbanos (Ribeirão da Bocaina, Córrego Bocaina e Córrego Himalaia) estudados no município de Bocaina – SP.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Elaborar um panorama da distribuição das espécies coletadas neste estudo no território brasileiro;
- Elaborar um catálogo fotográfico com as espécies encontradas.

2.3 METODOLOGIA

O local da coleta dos dados, triagem e identificação dos espécimes estão descritas no item 1.3 do Capítulo 1.

Para a pesquisa dos artigos sobre a distribuição das espécies no território brasileiro, foram utilizadas as bases de dados: Scopus, Google Scholar e Scielo. Além disso, foram consultados os trabalhos de Marcus (1942, 1943, 1944) e Christoffersen (2007) para complementar os dados.

2.4 RESULTADOS

Nesse estudo, foram registradas 20 táxons de um total de 1395 organismos, distribuídas em 10 gêneros (*Allonais*, *Aulophorus*, *Bothrioneurum*, *Brinkhurstia*, *Dero*, *Limnodrilus*, *Nais*, *Opistocysta*, *Pristina* e *Slavina*) e 4 famílias: Família Naididae (subfamílias: Naidinae, Tubificinae, Pristininae, Rhyacodrilinae), Opistocystidae, Alluroididae e Enchytraeidae). Dentre as espécies, a mais abundante foi *Allonais inaequalis* que representou 23,58% do total da amostra, seguida de *Bothrioneurum sp.* (22,72%) e *Opistocysta funiculus* (16,06%) (Tabela 1).

Tabela 1: Espécies de oligoquetas registradas nos córregos urbanos da cidade de Bocaina. (CH - Córrego Himalaia; CB – Córrego Bocaina; RB – Ribeirão da Bocaina).

Espécies	CH	CB	RB	Total	%
Família Naididae					
Subfamília Naidinae					
<i>Allonais inaequalis</i>	322	2	5	329	23,58
<i>Aulophorus furcatus</i>	8	67	4	79	5,66
<i>Dero botrytis</i>	40	-	-	40	2,87
<i>Dero nivea</i>	3	-	-	3	0,22
<i>Dero raviensis</i>	-	-	1	1	0,07
<i>Dero sawayai</i>	-	1	-	1	0,07
<i>Nais communis</i>	5	2	2	9	0,65
<i>Nais variabilis</i>	-	1	-	1	0,07
<i>Slavina evelinae</i>	7	-	1	8	0,57
<i>Slavina sawayai</i>	5	13	3	21	1,51
Subfamília Pristininae					
<i>Pristina aequiseta</i>	-	-	4	4	0,29
<i>Pristina synclites</i>	58	34	15	107	7,67
<i>Pristina rosea</i>	12	24	14	50	3,58
<i>Pristina longiseta</i>	11	4	22	37	2,65
<i>Pristina menoni</i>	1	-	-	1	0,07
Subfamília Tubificinae					
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	8	8	127	143	10,25
Subfamília Rhyacodrilinae					
<i>Bothrioneurum sp.</i>	21	295	1	317	22,72
Família Opistocystidae					
<i>Opistocysta funiculus</i>	217	1	6	224	16,06
Família Alluroididae					
<i>Brinkhurstia americana</i>	16	-	2	18	1,29
Família Enchytraeidae					
Enchytraeidae sp. 1	-	1	1	2	0,14
Total	734	453	208	1395	1

2.4.1 Distribuição e considerações sobre as espécies

Família Naididae

Subfamília Naidinae

Allonais inaequalis (Stephenson, 1911) (Figura 1A)

Esta espécie foi a mais abundante neste estudo, com uma representatividade de 23,58% do total da amostra. Ela foi coletada em maior número na estação chuvosa, no Córrego Himalaia, em locais com alta condutividade elétrica e oxigenação média de 5,87mg/L.

Distribuição - **São Paulo:** associada a gastrópodes da espécie *Pomaceae bridgesii* (GORNI e ALVES, 2006); associada a macrófitas aquáticas (ALVES e GORNI, 2007); associada também a esponjas da espécie *Metania spinata* (GORNI e ALVES 2008a). Também já foi evidenciada no sedimento do córrego Pinheirinho na cidade de Araraquara (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006).

Aulophorus furcatus (Müller, 1774) (Figura 1C,D)

Espécie cosmopolita e caracterizada pela presença de brânquias e palpos na região posterior (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Segundo Lin e Yo (2008), essa espécie ocorre em locais com alta concentração de matéria orgânica e sedimento pedregoso. Neste estudo, foram encontrados 79 organismos, representando 5,66% da amostra total. Os espécimes ocorreram principalmente no Córrego Bocaina, na estação chuvosa, sob alta condutividade elétrica e baixa oxigenação da água.

Distribuição - **São Paulo:** na desembocadura de um cano de esgoto na cidade de São Paulo; em vários córregos afluentes dos rios Tietê e Pinheiros e em tanques no terreno da Universidade de São Paulo (MARCUS, 1943); nas represas Ponte Nova e Bariri e Rio Tietê (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005); associada a gastrópodes da espécie *Pomaceae bridgesii* (GORNI e ALVES, 2006); no sedimento da represa de Barra Bonita (SURIANI *et al.* 2007).

Paraná: foi registrada na Lagoa dos Patos associada às macrófitas *Eichhornia azurea* e *Salvinia* sp. (MONTANHOLI-MARTINS e TAKEDA, 2001) e em diferentes habitats de planície de inundação do Rio Paraná (RAGONHA e TAKEDA, 2014).

Minas Gerais: ocorreu associada a folhas em decomposição de *Eichhornia azurea* no Lago Manacás (MARTINS, SILVEIRA e ALVES, 2011) e em córregos de primeira

ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Pernambuco: ocorreu em um córrego no município de Cabo; e no município de Bom Jardim, associada à *Nymphaea* (MARCUS, 1944).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Dero botrytis* Marcus, 1943** (Figura 1W,X)

Espécie caracterizada pela presença de vários (cerca de 40) pares de brânquias na região posterior (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo foram identificados 40 organismos, representando 2,87% do total da amostra. Sua maior abundância foi no Córrego Himalaia, durante a estação seca, em águas com alta condutividade e oxigenação média de 4,8 mg/L.

Distribuição – **São Paulo:** foi descrita por Marcus (1943) com espécimes coletados em tanques no campus da Universidade de São Paulo. Também ocorreu na represa Bariri (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (MALTCHIK *et al.* 2011; STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Dero nivea* Aiyer 1930** (Figura 1I)

Essa espécie é cosmopolita e é caracterizada principalmente pela fossa branquial prolongada (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo, ocorreu em baixa densidade, apenas 3 espécimes foram coletados no Córrego Himalaia, representando 0,22% da amostra. Segundo Milligan (1997) a ocorrência de *D. nivea* é mais comum em regiões com macrófitas e sedimento fino.

Distribuição - **São Paulo:** onde já foi encontrada na rizosfera de macrófitas (CORREIA e TRIVINHO-STRIXINO, 1998), em uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu (ALVES e STRIXINO, 2000), associada à macrófitas na Lagoa do Infernã (TRIVINHO-STRIXINO, CORREIA e SONODA, 2000), no sedimento da represa Ribeirão das Anhumas (CORBI e TRIVINHO-STRIXINO, 2002), em represas do Rio Tietê (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005), associada a gastrópodes (GORNI e ALVES, 2006), em macrófitas submersas (ALVES e GORNI, 2007) e associada à esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Dero raviensis* (Stephenson, 1914)** (Figura 1T)

Espécie com poucos registros no Brasil. Morfologicamente é caracterizada pela presença de brânquias diminutas, que parecem pequenas protuberâncias (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Em Bocaina, ocorreu somente no Ribeirão da Bocaina, com o registro de apenas um espécime (0.07% da amostra).

Distribuição - **São Paulo:** já foi registrada no córrego Monjolinho e Pinheirinho (ALVES, MARCHESE e ESCAPINARTI, 2006), associada à gastrópodes da espécie *Pomacea bridgesii* (GORNI e ALVES, 2006), associada à macrófitas submersas (ALVES e GORNI, 2007) e associada à esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a).

***Dero sawayai* Marcus, 1943** (Figura 1J)

Espécie amplamente distribuída no Brasil e comum em associações com outros organismos. É caracterizada principalmente pela presença de dois pares de brânquias digitiformes (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo, ocorreu somente no Córrego Bocaina, com uma representatividade muito baixa (0,07%).

Distribuição - **São Paulo:** já foi encontrada em córregos periféricos no Jardim Europa (Cidade de São Paulo) e em Rio Claro, próximo a Mogi das Cruzes por Marcus (1943), associada a gastrópodes (GORNI e ALVES, 2006), associada a macrófitas submersas (ALVES e GORNI, 2007) e associada à esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a).

Paraná: foi evidenciada associada às macrófitas *Hydrilla verticillata* e *Egeria najas* coletadas no Rio Paraná e resaca do Leopoldo (BEHREND *et al.* 2013), no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012) e Rio Paraná, no Parque Nacional de Ilha Grande, entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná (RAGONHA *et al.* 2013).

Minas Gerais: ocorreu associada a folhas em decomposição de *Eichhornia azurea* no Lago Manacás (MARTINS, SILVEIRA e ALVES, 2011).

Ceará: foi encontrada entre indivíduos da espécie *Stolella agilis* f. *iheringi* (MARCUS, 1942).

Alagoas: foi encontrada no município de Satuba, num tanque artificial (MARCUS, 1943).

Pernambuco: ocorreu no município de Jaboatão e no rio São Francisco (MARCUS, 1944).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Nais communis* Piguet, 1906** (Figura 1G)

Essa espécie é cosmopolita e assemelha-se muito às espécies do gênero *Dero*, porém não possuem brânquias na região extremo posterior (BRINKHURST e MARCHESI, 1989). Neste estudo, foram encontrados 9 organismos, representando 0,65% da amostra total. A espécie tem uma ampla ocorrência no Brasil, e esteve presente em todos os córregos estudados no município de Bocaina, mesmo em baixa abundância.

Distribuição - **São Paulo:** associada à esponja *Ephydatia crateriformis* (MARCUS, 1943), à esponja *Radiospongilla amazonenses* (CORBI, TRIVINHO-STRIXINO, ALVES, 2005) e à esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a); associada à macrófitas (TRIVINHO-STRIXINO, CORREIA e SONODA, 2000; ALVES e GORNI, 2007); sedimento dos córregos Pinheirinho e Santa Clara (ALVES e LUCCA, 2000); associada a gastrópodes da espécie *Pomacea briggesii* (GORNI e ALVES, 2006); sedimento do Rio Monjolinho (ALVES, MARCHESI e ESCARPINATI, 2006); associada a briófitas dos gêneros *Fissidens* sp. e *Philonotis* sp. (GORNI e ALVES, 2007); nos córregos Campo do Meio e Galharada (GORNI e ALVES, 2008b, GORNI e ALVES, 2012) e córregos do Parque Intervales (ALVES, MARCHESI e MARTINS, 2008).

Minas Gerais: foi evidenciada em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Paraná: ocorreu no Rio Paraná, no Parque Nacional de Ilha Grande, entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná (RAGONHA *et al.* 2013), no Rio Iguçu, no estado do Paraná (BEHREND *et al.* 2012); em diferentes habitats de planície de inundação do Rio Paraná (RAGONHA e TAKEDA, 2014) e associada às macrófitas *Hydrilla verticillata* e *Egeria najas* coletadas no Rio Paraná e resaca do Leopoldo (BEHREND *et al.* 2013).

Alagoas: foi encontrada por Marcus (1944) na cachoeira Paulo Afonso.

***Nais variabilis* Piguet, 1906** (Figura 1L)

Esta espécie é mais comum em substratos com areia fina e material orgânico finamente fragmentado (VERDONSCHOT, 1999). É caracterizada principalmente pela

mudança da forma das cerdas ventrais entre os segmentos V-VI (BRINKHURST e MARCHESI, 1989). Neste estudo, ocorreu somente um espécime no Córrego Bocaina, representando apenas 0,07% da amostra total.

São Paulo: associada a larvas de Odonata *Elasmotheremis canacrioides* e *Mnesarete* sp. (CORBI *et al.* 2004); associada a macrófitas aquáticas (ALVES e GORNI, 2007); folhiços de corredeiras do córrego Galharada (GORNI e ALVES, 2008b, GORNI e ALVES, 2012).

Minas Gerais: foi evidenciada em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

***Slavina evelinae* (Marcus, 1942)** (Figura 1N)

Espécie caracterizada pela presença de papilas cuticulares (MARCUS, 1942). Neste estudo foram identificados 8 organismos, que ocorreram principalmente no Córrego Himalaia, representando 0,57% da amostra total.

Distribuição - **São Paulo:** em tanques cimentados da Universidade de São Paulo, associada a folhas em decomposição de *Ficus elastica* (MARCUS, 1942), lago em Canindé (MARCUS, 1944), na rizosfera de macrófitas (CORREIA e TRIVINHO-STRIXINO, 1998), associada a macrófitas na Lagoa do Infernã (TRIVINHO-STRIXINO, CORREIA e SONODA, 2000), no sedimento da represa Ribeirão das Anhumas (CORBI e TRIVINHO-STRIXINO, 2002), no sedimento de represas do Rio Tietê (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESI, 2005) e em macrófitas submersas (ALVES e GORNI, 2007).

Paraná: Rio Paraná, entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná (RAGONHA *et al.* 2013); em diferentes habitats de planície de inundação do Rio Paraná (RAGONHA e TAKEDA, 2014) e no Rio Iguazu, também no estado do Paraná (BEHREND *et al.* 2012); associada as macrófitas *Hydrilla verticillata* e *Egeria najas* coletadas no Rio Paraná e ressaco do Leopoldo (BEHREND *et al.* 2013).

Ceará: foi encontrada associada à brizoários da espécie *Stolella agilis* f. *iheringi* (MARCUS, 1942).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Slavina sawayai* Marcus, 1944** (Figura 1E, F)

Espécie com poucos registros no Brasil. Neste estudo, foram

identificados 21 espécimes, representando 1,51% da amostra total. Os organismos foram coletados em todos os corpos hídricos, com uma maior abundância no Córrego Bocaina durante a estação chuvosa e mais quente, com baixa oxigenação e alta condutividade elétrica.

Distribuição - **São Paulo:** no sedimento do Rio Araguá no município de Águas de São Pedro (MARCUS, 1944).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

Sufamília Pristininae

Pristina aequiseta aequiseta Bourne, 1891 (Figura 1Q, R)

Espécie caracterizada pela presença de uma cerda modificada no segmento V (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo, teve uma representatividade de 0,29% com 4 organismos coletados no Ribeirão da Bocaina.

Distribuição - **São Paulo:** ocorreu em córregos da cidade de São Paulo, no sedimento da Represa de Emas entre colônias de brizoários da espécie *Stolella evelinae*, sedimento do Rio Araguá, associada à esponja *Ephydatia crateriformis* no rio Ribeira de Iguapé (MARCUS, 1943) e associada a esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a). Também ocorreu no córrego Água Branca em Araraquara (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006).

Minas Gerais: ocorreu associada a folhas em decomposição de *Eichhornia azurea* no Lago Manacás (MARTINS, SILVEIRA e ALVES, 2011); em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Paraná: foi evidenciada no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012).

Pristina longiseta Ehrenberg, 1828 (Figura 1O, P)

Espécie cosmopolita mais comumente encontrada em águas com fluxo rápido e em substratos pedregosos com acumulação de matéria orgânica (LEARNER, LOCHHEAD e HUGHES, 1978). Uma de suas principais características é a presença de uma cerda capilar alongada no segmento III (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo, ocorreu em maior número no Ribeirão da Bocaina na estação seca, em locais com alta condutividade elétrica e uma maior concentração de matéria orgânica.

Distribuição - **São Paulo:** já foi registrada em colônias de esponjas de *Ephydatia*

crateriformis, no sedimento do Rio Araguá (MARCUS, 1943); associada a gastrópodes da espécie *Pomacea bridgesii* (GORNI e ALVES, 2006), associada a macrófitas submersas (ALVES e GORNI, 2007), associada à esponja *Metania spinata* (GORNI e ALVES, 2008a), no córrego Galharada (GORNI e ALVES, 2008b) e em mesohabitats do córrego Galharada (GORNI e ALVES, 2012).

Paraná: Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012).

Minas Gerais: ocorreu associada a folhas em decomposição de *Eichhornia azurea* no Lago Manacás (MARTINS, SILVEIRA e ALVES, 2011) e em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Alagoas: ocorreu em um riacho do município de Garça Torta (MARCUS, 1944).

Pernambuco: ocorreu no rio São Francisco (MARCUS, 1944).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

***Pristina menoni* (Aiyer, 1929) (Figura 1S)**

Espécie com pouca ocorrência no Brasil. Neste estudo ocorreu no Córrego Himalaia, representando apenas 0,07% da amostra total.

Distribuição - **São Paulo:** esta espécie já foi registrada no Córrego Pinheirinho no município de Araraquara (ALVES, MARCHESE, ESCARPINATI, 2006) e associada a briófitas dos gêneros *Fissidens* sp. e *Philonotis* sp. coletadas no Rio Jacaré Pepira (GORNI e ALVES, 2007).

Paraná: já ocorreu no Rio Ivinhema (MONTANHOLI-MARTINS e TAKEDA, 2001).

***Pristina rosea* (Piguet, 1906) (Figura 1H)**

Espécie cosmopolita encontrada em vários tipos de substratos e condições ambientais. Neste estudo, ocorreu em todos os corpos d'água analisados, representando 3,58% da amostra total. Porém, sua maior representatividade foi no Córrego Bocaina, em locais com baixa oxigenação e alta condutividade elétrica.

Distribuição - **São Paulo:** com ocorrência no Rio Pinheiros e no campus da Universidade de São Paulo associada a bromeliáceas (MARCUS, 1943), no Rio Tietê associada à planta do gênero *Calathea* sp. (MARCUS, 1944); nos córregos urbanos Pinheirinho e Água Branca em condições de baixo oxigênio dissolvido, e um córrego rural Gouvêa, também com pouco oxigênio (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006); no reservatório Monjolinho, enriquecido organicamente (FUSARI e FONSECA-

GESSNER, 2006); associada a briófitas dos gêneros *Fissidens* sp. e *Philonotis* sp. (GORNI e ALVES, 2007); em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão, caracterizados por águas frias, corredeiras e leito pedregoso (GORNI e ALVES, 2008b), e em mesohabitats do córrego Galharada (GORNI e ALVES, 2012).

Minas Gerais: ocorreu em córregos de primeira ordem de áreas preservadas sob condições de alta concentração de oxigênio dissolvido (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Pernambuco: ocorreu na cidade de Recife, em poças de água (MARCUS, 1944).

***Pristina synclites* Stephenson, 1925** (Figura 1U)

Espécie com poucos registros no Brasil. Porém, neste estudo ocorreu em todos os córregos estudados, representando 7,67% da amostra total.

Distribuição - **São Paulo:** já foi registrada nos córregos urbanos Pinheirinho e Monjolinho em baixas concentrações de oxigênio dissolvido (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006); no reservatório Monjolinho, enriquecido organicamente (FUSARI e FONSECA-GESSNER, 2006).

Subfamília Tubificinae

***Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862** (Figura 1K)

A principal característica morfológica desse gênero é a presença de bainha penial cuticular. Essa espécie é um tubificínio comum em vários habitats, mas é mais facilmente encontrado em ambientes poluídos (BRINKHURST e MARCHESE, 1989), sendo assim amplamente utilizado como um indicador de poluição orgânica (ALVES e LUCCA, 2000; DORNFELD *et al.* 2006). Além disso, a reprodução dessa espécie é favorecida em sedimentos finos (LOBO e ALVES, 2011) e temperaturas mais altas de 23 a 25°C (NASCIMENTO e ALVES, 2009). Neste estudo, esteve presente em maior número no Ribeirão da Bocaina, durante a estação chuvosa e mais quente, em locais com oxigenação de 4,15 mg/L, alta condutividade elétrica e grande concentração de metais pesados. A espécie representou 10,25% da amostra total.

Distribuição - **São Paulo:** onde já foi registrada em tanques cimentados da Universidade de São Paulo, em córregos do Jardim Europa e Rio Tietê (MARCUS, 1942), nos córregos Santa Clara e Pinheirinho (ALVES e LUCCA, 2000), em uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu por Alves e Strixino (2000), em represas do Rio Tietê

(PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005), nos córregos Pinheirinho, Monjolinho e Água Branca (ALVES, MARCHESE e ESCAPINARTI, 2006), no Reservatório eutrofizado de Salto Grande (DORNFELD *et al.* 2006), na Represa Americana (PAMPLIN, ALMEIDA e ROCHA, 2006), no Lago Monte Alegre (CLETO-FILHO e ARCIFA, 2006), em córregos do Parque Estadual Intervales (ALVES, MARCHESE e MARTINS, 2008), nos córregos Galharada e Serrote (GORNI e ALVES, 2008b) e em mesohabitats do córrego Galharada (GORNI e ALVES, 2012).

Paraná: já teve sua ocorrência registrada no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012) e no Rio Paraná, no Parque Nacional de Ilha Grande, entre os estados de Mato Grosso do Sul e Paraná (RAGONHA *et al.* 2013) e em diferentes habitats de planície de inundação do Rio Paraná (RAGONHA e TAKEDA, 2014).

Rio Grande do Sul: ocorreu na lagoa dos Quadros, com fundo lodoso e água fracamente salobra (MARCUS, 1944).

Subfamília Rhyacodrilinae

Bothrioneurum sp. (Figura 1Y,Z)

Este gênero caracteriza-se pela presença de um órgão sensitivo no próstomio e pela presença de espermatóforos externos (BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Neste estudo esteve presente em grande número no Córrego Bocaina, representando 22,72% dos oligoquetos coletados. Os espécimes foram coletados na estação chuvosa em locais com baixa oxigenação e alta condutividade elétrica.

Distribuição - **São Paulo:** foi registrada em córregos urbanos da cidade de Araraquara (ALVES e LUCCA, 2000). Também foi encontrada na Represa de Barra Bonita (SURIANI *et al.* 2007).

Minas Gerais: este gênero foi encontrado em grande abundância em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES, LEITE e ALVES, 2013).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

Família Opistocystidae

Opistocysta funiculus Cordero, 1948 (Figura 1M)

Esta espécie tem como principais características a presença de próstomio formando uma probóscide e três apêndices caudais no extremo posterior

(BRINKHURST e MARCHESE, 1989). Nesta pesquisa, sua maior ocorrência foi registrada no Córrego Himalaia, (16,06% da amostra) em águas mais frias, durante a estação seca, com alta condutividade elétrica e oxigenação de 4,8mg/L.

Distribuição - **São Paulo:** já foi registrada em um lago próximo ao Rio Tietê no Bairro Canindé (Cidade de São Paulo) (MARCUS, 1944), em uma lagoa marginal do Rio Mogi-Guaçu (ALVES e STRIXINO, 2000), no sedimento da represa Ribeirão das Anhumas (CORBI e TRIVINHO-STRIXINO, 2002) em represas do Rio Tietê (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005); no Reservatório eutrofizado de Salto Grande (DORNFELD *et al.* 2006) e na Represa Americana (PAMPLIN, ALMEIDA e ROCHA, 2006). No Paraná já ocorreu no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012).

Paraná: em reservatórios eutrofizados (MORETTO *et al.* 2013).

Pernambuco: foi encontrada no rio Jaboatão (MARCUS, 1944).

Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

Família Alluroididae

***Brinkhurstia americana* (Brinkhurst, 1964)** (Figura 1B)

Esta espécie é classificada como semi-aquática e neste estudo ocorreu no Córrego Himalaia e Ribeirão da Bocaina, representando 1,29% dos oligoquetos coletados.

Distribuição - **São Paulo:** essa espécie foi evidenciada no córrego Pinheirinho (ALVES e LUCCA, 2000; ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006) e no córrego Santa Clara (ALVES e LUCCA, 2000) localizados na cidade de Araraquara; na represa Ribeirão das Anhumas (CORBI e TRIVINHO-STRIXINO, 2002); sedimento das represas Ponte Nova e Bariri (PAMPLIN, ROCHA e MARCHESE, 2005).

Paraná: já ocorreu no Rio Ivinhema e associada à macrófita *Eichhornia azurea* na Lagoa dos Patos e Rio Ivinhema (MONTANHOLI-MARTINS e TAKEDA, 2001) e no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012).

Família Enchytraeidae (Figura 1V)

Esta família é característica de ambientes terrestres, porém algumas espécies podem ser encontradas em ambientes aquáticos e solos encharcados (BRINKHURST e MARCHESE, 1989).

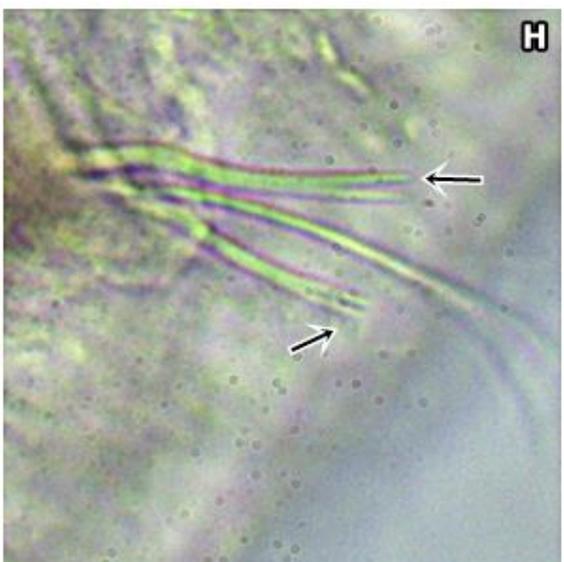
Distribuição - **São Paulo:** esta família foi registrada no córrego Galharada, no município Campos do Jordão (GORNI e ALVES, 2012). Também ocorreu com baixa densidade no córrego Carmo, no Parque Estadual Intervales (ALVES, MARCHESE e MARTINS, 2008). Foi encontrada também no córrego urbano Pinheirinho, na cidade de Araraquara (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006). Foi encontrada na macrófita *Schoenoplectus californicus* (SILVEIRA *et al.* 2011).

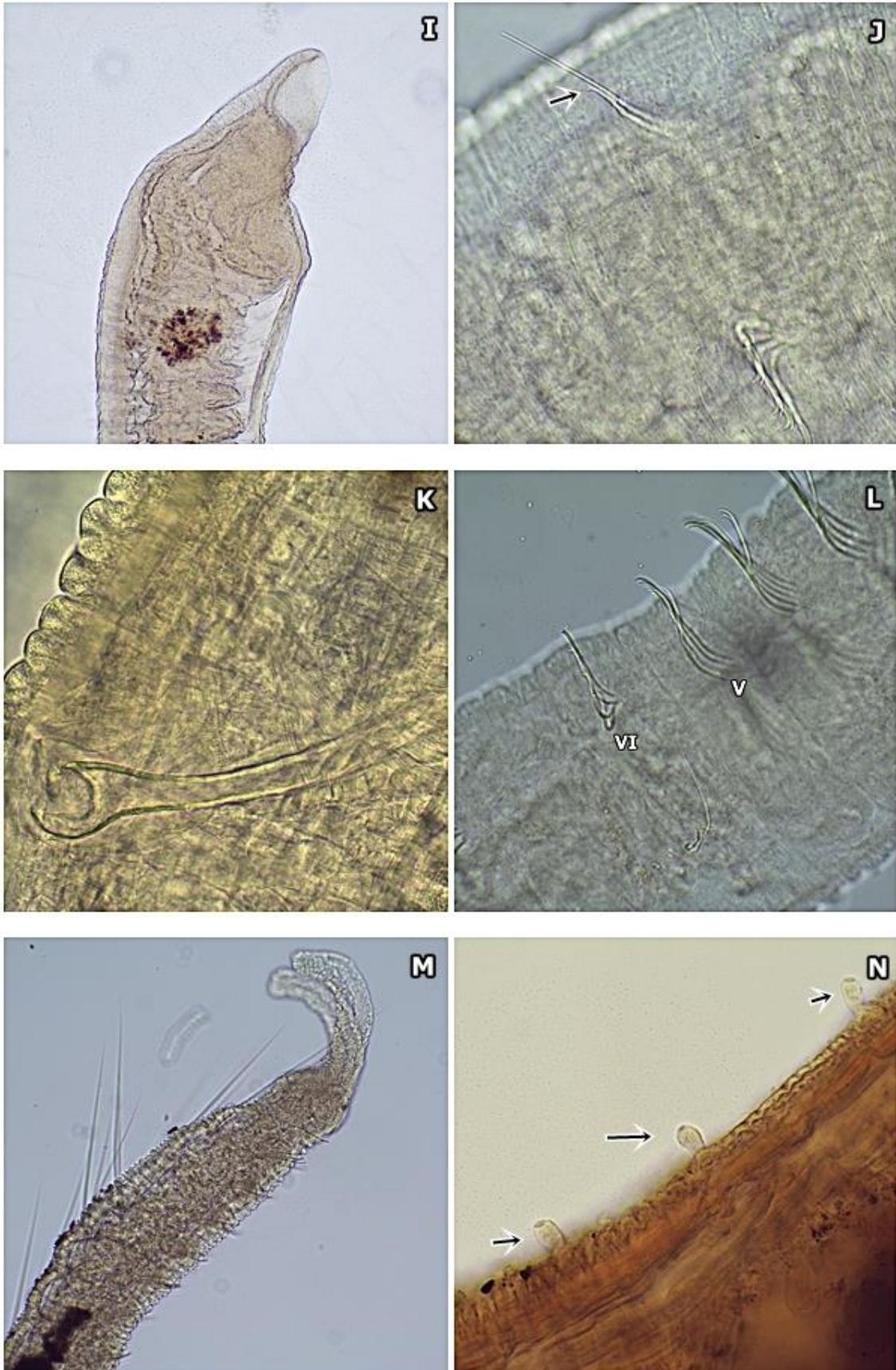
Mato Grosso do Sul: foi encontrada no lago dos Patos, associada a macrófita *Eichhornia azurea* e no Rio Ivinhema (MONTANHOLI-MARTINS e TAKEDA, 2001).

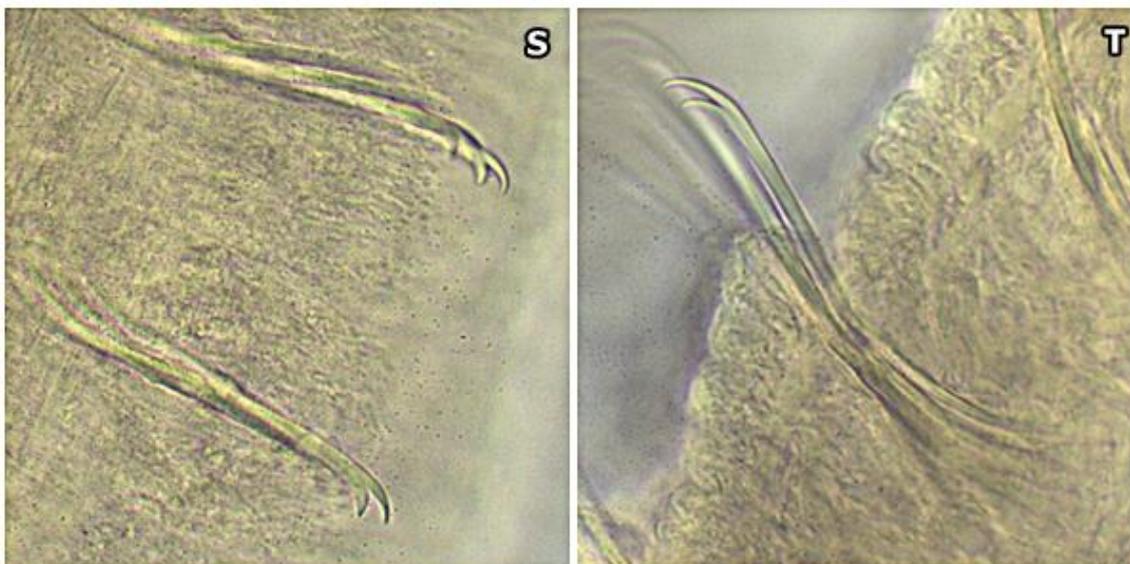
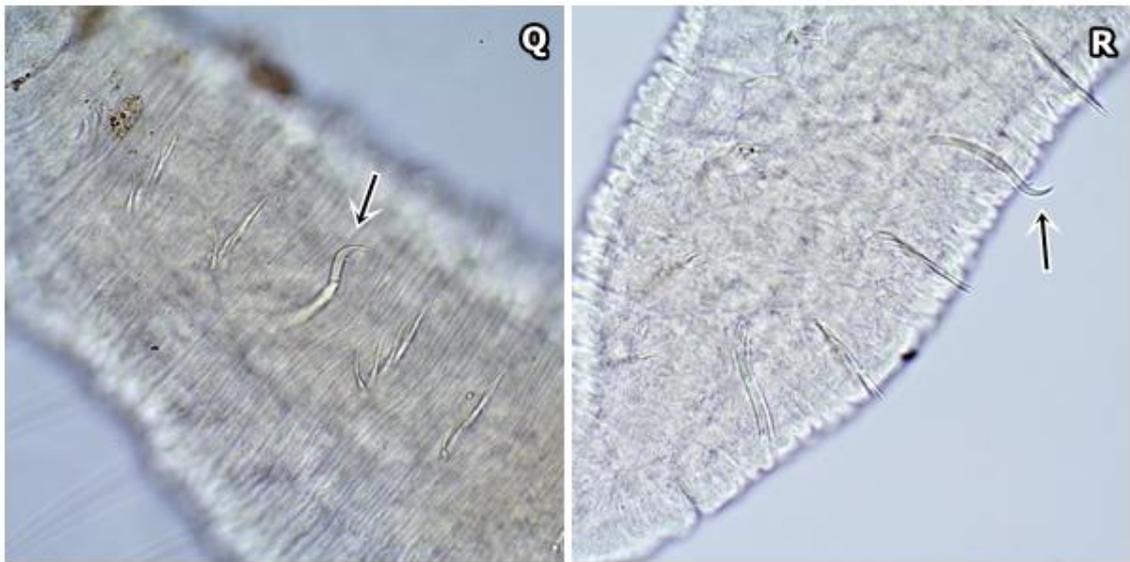
Rio Grande do Sul – em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT, MALTCHIK e ROCHA, 2012).

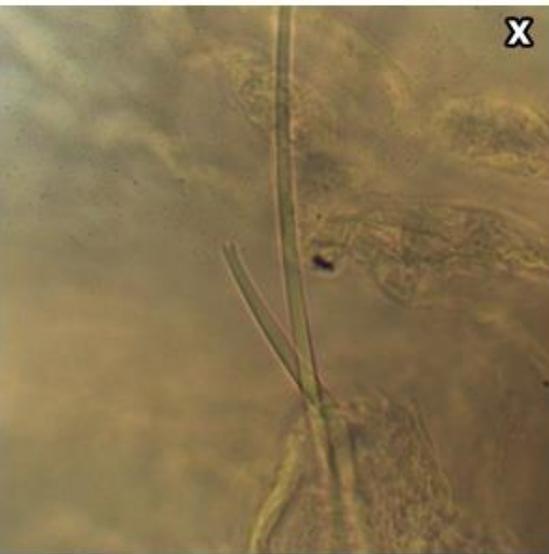
Figura 1: **A:** cerdas aciculares de *Allonais inaequalis*; **B:** cerdas ventrais de *Brinkhurstia americana*; **C,D:** fossa branquial de *Aulophorus furcatus*; **E,F:** cerda acicular bífida de *Slavina sawayai*; **G:** cerdas de *Nais communis*; **H:** cerdas aciculares de *Pristina rosea*; **I:** fossa branquial de *Dero nivea*; **J:** cerdas de *Dero sawayai*; **K:** bainha penial de *Limnodrilus hoffmeisteri*; **L:** mudança de cerdas entre os segmentos V-VI em *Nais variabilis*; **M:** região branquial de *Opistocysta funiculus*; **N:** papilas secretoras epidérmicas em *Slavina evelinae*; **O,P:** cerda capilar alongada no segmento III de *Pristina longiseta*; **Q,R:** cerda modificada de *Pristina aequiseta aequiseta* no segmento V; **S:** cerdas ventrais da região anterior de *Pristina menoni*; **T:** cerdas ventrais da região anterior de *Dero raviensis*; **U:** cerdas acicular de *Pristina synclites*; **V:** Cerdas ventrais de Enchytraeidae; **W:** Fossa branquial de *Dero botrytis*; **X:** cerda acicular de *Dero botrytis*; **Y,Z:** espermatóforo de *Bothrioneurum* sp.











2.5 DISCUSSÃO

O presente inventário obteve uma riqueza de 20 táxons, representando aproximadamente 23% das 86 espécies registradas em ecossistemas aquáticos brasileiros (CHRISTOFFERSEN, 2007). Já no Estado de São Paulo, a riqueza encontrada representa 28% das 75 espécies catalogadas (GORNI, PEIRÓ e SANCHES, 2015). Esse número de espécies registradas no território brasileiro pode ser considerado baixo, uma vez que grande parte dos ecossistemas aquáticos do Brasil, nunca foram inventariados (AGOSTINHO, THOMAZ e GOMES, 2005).

Nesse cenário, as pesquisas com a classe Oligochaeta em córregos urbanos ainda são escassos (AZRINA *et al.* 2005), e a maioria dos trabalhos focam nas espécies da subfamília Tubificinae como bioindicadores de poluição (ALVES, MARCHESE e ESCARPINATI, 2006; JABLONSKA, 2014).

Nesse estudo a família Naididae foi a mais representativa (82,51%), sendo que espécies da subfamília Naidinae prevaleceram (35,27%), em comparação com a subfamília Tubificinae (10,25%). Dessa forma, as pesquisas deveriam investigar mais profundamente as relações da subfamília Naididae nos ecossistemas degradados, uma vez que, segundo Learner, Lochhead e Hughes (1978), a família Naididae é um grupo adaptado a várias condições ambientais e com ampla distribuição, sendo encontrado no mundo todo.

Em comparação com outros estudos, Alves e Lucca (2000) identificaram 9 espécies de Oligochaeta em dois córregos urbanos do município de Araraquara (SP), com ênfase para as espécies *Bothrioneurum* sp. e *Limnodrilus hoffmesteri*, que são comumente encontradas em ambiente organicamente enriquecidos. Também em São Paulo, Alves, Marchese e Escarpinati (2006) encontraram 19 táxons em três córregos urbanos, enfatizando também a predominância do gênero *Limnodrilus* nesses ecossistemas perturbados. Recentemente, Jablonska (2014) encontrou 43 espécies em córregos urbanos da europa central, com maior riqueza da subfamília Naidinae, porém a subfamília Tubificinae, foi mais abundante, sendo representada pelas espécies *Limnodrilus hoffmesteri*, *Limnodrilus udekemianus* e *Tubifex tubifex*.

Por fim, a diversidade aquática continental do Brasil precisa receber mais atenção dos pesquisadores, para enfatizar a importância da conservação desses ambientes, principalmente no cenário atual de crescimento da população humana e desenvolvimento acelerado dos centros urbanos que juntos, invadem cada vez mais as

áreas naturais, colocando em risco os ecossistemas naturais e ameaçando assim, a descoberta e conhecimento de novas espécies (ODUM; BARRET, 2011).

Além disso, o conhecimento sobre a Classe Oligochaeta e o registro desses organismos é essencial para enfatizar sua importância como bioindicadores de qualidade da água e para manutenção do equilíbrio ecológico em ambientes aquáticos. Segundo Christoffersen (2010) as informações sobre esses vermes na América do Sul é considerado insuficiente e muitos estudos ainda precisam ser realizados para fornecer dados mais completos sobre a distribuição e ecologia desse táxon.

2.6 REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A., THOMAZ, S.M. e GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v.1, n.1, p. 70-78. 2005.
- ALVES, R. G., GORNI, G. R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 19, n. 4, p. 407-413, 2007.
- ALVES, R.G., LUCCA, J.V. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro - Araraquara (São Paulo-Brasil). **Brazilian Journal of Ecology**, v. 4, n. 1-2, p. 112-117, 2000.
- ALVES, R.G., MARCHESE, M.R., ESCARPINATI, S.C. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in lotic environments in the state of São Paulo, Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 431-435. 2006.
- ALVES, R.G., MARCHESE, M.R., MARTINS, R.T. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 69-72, 2008.
- ALVES, R.G., STRIXINO, G. Distribuição espacial de Oligochaeta em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu-SP. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 88, p.173-180, 2000.
- AZRINA, M.Z.; YAP, C.K.; RAHIM, A. I.; ISMAIL, A.; TAN, S.G. Antropogenic impact on the distribution and biodiversity of benthic macroinvertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia. **Ecotoxicology and Environmental safety**, v. 63, n. 3, p. 337-347, 2005.
- BEHREND, R.D.L., TAKEDA, A.M., GOMES, L.C. e FERNANDES, S.E.P. Using Oligochaeta assemblages as an indicator of environmental changes. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 873-884, 2012.
- BEHREND, R.D.L., TEIXEIRA, M.C., FERNANDES, S.E.P., CAMARGO, J.C., ROSIN, G.C. e TAKEDA, A.M. Effects of a native and a non-native macrophyte species of Hydrocharitaceae on Chironomidae and Oligochaeta assemblages structure. **Acta Scientiarum**, v. 35, n.3, p. 351-358, 2013.
- BRINKURST, R.O.; MARCHESE, M.R. 1989. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Santa Fé: Asociación de ciencias naturales del litoral, 1989. 207p.
- CHRISTOFFERSEN, M.L. A catalogue of aquatic microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from South America. **Acta Hydrobiologica Sinica**, v. 31, p.59-86, 2007.
- CHRISTOFFERSEN, M.L. Continental biodiversity of south American oligochaetes: the importance of inventories. **Acta Zoologica Mexicana**, número especial 2, p.35-46, 2010.

CHAPMAN, P. M. Utility and relevance of aquatic oligochaetes in ecological risk assessment. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 149-169, 2001.

CLETO-FILHO, S.E.N.; ARCIFA, M.S.; Horizontal distribution and temporal variation of the zoobenthos of a tropical Brazilian lake. **Acta Limnologica Brasiliensia**. v.18, n.4, p. 407-421, 2006.

COPATTI, C.E; ROSS, M.; COPATTI-ROSS, B.; SEIBEL, L.F. Bioassessment using benthic macroinvertebrates of the water quality in the Tigreiro River, Jacuí Basin. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 4, p. 521-529, 2013.

CORBI, J.J., GORNI, G.R. e CORREA, R.C. An evaluation of *Allonais inaequalis* Stephenson, 1911 (Oligochaeta: Naididae) as a toxicity test organism. **Ecotoxicology environmental contamination**, v.10, n.1, p. 7-11, 2015.

CORBI, J.J., JANCOSO, M.A., TRIVINHO-STRIXINO, S. e FRAGOSO, E.N. Occurrence of Oligochaeta living on larvae of Odonata from Ipeúna (São Paulo state, Brazil). **Biota neotropica**, v.4, n2, p. 1-3, 2004.

CORBI, J. J.; TRIVINHO-STRIXINO, S. Spatial and bathymetric distribution macrobenthic fauna of the Ribeirão das Anhumas reservoir (Américo Brasiliense-SP, Brasil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.1, p. 37-47, 2002.

CORBI, J.J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; ALVES, R.G. Records of oligochaetes in freshwater sponges, on bryozoans and on colonial hydrozoans from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n.1, p.187-188, 2005.

CORREIA, L.C.S., TRIVINHO-STRIXINO, S. Macroinvertebrados da Rizosfera de *Scirpus cubensis* na lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí – SP): Estrutura e função. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.1, p. 37-47, 1998.

DORNFELD, C.B., ALVES, R.G., LEITE, M.A., ESPÍNDOLA, E.L.G. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.18, n.2, p.189-197, 2006.

FUSARI, L.M; FONSECA-GESSNER, A.A. Environmental assessment of two small reservoirs in southeastern Brazil, using macroinvertebrate community metrics. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n.1, p. 89-99, 2006.

GORNI, G. R .; ALVES, R.G. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with briophytes in Brotas, State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.2, p. 518-519, 2007.

_____. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with *Pomacea bridgesii* (Reeve) (Gastropoda, Ampullaridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.23, n.4, p.1059-1061, 2006.

_____. Naididae species (Annelida: Oligochaeta) associated with the sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (Porifera: Metaniidae) from a southeastern reservoir. **Acta**

Limnologica Brasiliensia, v.20, n.3, p.261-263, 2008a.

_____. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo - Brasil). **Biota Neotropica**, v. 8, n. 4, p. 161-165, 2008b.

_____. Oligochaetes (Annelida, Clitellata) in a neotropical stream: a mesohabitat approach. **Iheringia, Série Zoologia**, v.102, n.1, p.106-110, 2012.

GORNI, G. R.; PEIRÓ, D. F.; SANCHES, N. Aquatic Oligochaeta (Annelida: Clitellata) from State of São Paulo, Brazil: Diversity and Occurrence review. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2015.

JABLONSKA, A. Oligochaete communities of highly degraded urban streams in Poland, Central Europe. **North-Western Journal of zoology**, v. 10, n.1, p.74-82, 2014.

LEARNER, M.A.; LOCHHEAD, G; HUGHES, B.D. A review of the biology of the British Naididae (Oligochaeta) with emphasis on the lotic environment. **Freshwater Biology**, v.8, p. 357-375, 1978.

LIN, K.J.; YO, S.P. The effect of organic pollution on the abundance and distribution of aquatic oligochaetes in an urban water basin, Taiwan. *Hydrobiologia*, v.596, n. 1, p. 213-223, 2008.

LOBO, H. ***Branchiura sowerbyi* (Oligochaeta, Naididae) como espécie-teste em bioensaios ecotoxicológicos**. 2014. 117p. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, São Carlos.

LOBO, H.; ALVES, R.G. Influence of body weight and substrate granulometry on the reproduction of *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta: Naididae: Tubificinae). **Zoologia**, v. 28, n. 5, p. 558-564, 2011.

MALTCHIK, L.; ROLON, A.S.; STENERT, C.; MACHADO, I.F.; ROCHA, O. Can rice field channels contribute to biodiversity conservation in Southern Brazilian wetlands?. **Revista de Biologia tropical**, v.59, n. 4, p. 1895-1914, 2011.

MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Editora UFPR: Paraná, 2011. 262p.

MARCUS, E. Sobre algumas Tubificidae do Brasil. **Boletim da faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo Zoologia**. v.25, n.6, p.153-228. 1942.

_____. Sobre Naididae do Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo Zoologia**. v. 32, n.7, p.3-247. 1943.

_____. Sobre Oligochaeta límnicos do Brasil. . **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo Zoologia**.v.43, n.8, p.5-135, 1944.

MARQUES, M.M.; ALMEIDA, K.A.; GATO, L.; BARBOSA, F. Insetos aquáticos das lagoas do Parque Estadual do Rio Doce. *MGBiota*, v.4, n.1, n.1, 2011.

MARTINS, R.T., SILVEIRA, L.S. ; ALVES, R.G. Colonization by oligochaetes (Annelida: Clitellata) in decomposing leaves of *Eichhornia azurea* (SW.) Kunth (Pontederiaceae) in a neotropical lentic system. *Annales of limnologie*, v. 47, p. 339-346, 2011.

MILLIGAN, M.R. **Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida**. Volume 1. Freshwater oligochaetes. Florida Department Environmental. Protection, USA. 1997.

MONTANHOLI-MARTINS, M.C.; TAKEDA, A.M. Spatial and temporal variations of oligochaetes of the Ivinhema River and Patos Lake in the Upper Paraná River Basin, Brazil. *Hydrobiologia*, v. 463, n. 1-3, p. 197- 205, 2001.

MORETTO, Y.; SIMÕES, N.R.; BENEDITO, E.; HIGUTI, J. Effect of trophic status and sediment particle size on diversity and abundance of aquatic Oligochaeta (Annelida) in neotropical reservoirs. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, v.49, n.1, p.65-78, 2013.

NASCIMENTO, H.L.S.; ALVES, R.G. The effect of temperature on the reproduction of *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta: Tubificidae). *Zoologia*, v.26, n.1, p.191-193, 2009.

NUNES, P.R.A.; DONCATO, K.B.; PERAZZO, G.X.; TELOKEN, F. Insetos aquáticos bioindicadores: influência da piscicultura sobre um córrego pampeano brasileiro. *Ciência e Natura*, v.37, n.2, p. 230 – 240, 2015.

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

PAMPLIN, P.A.Z.; ALMEIDA, T.C.M.; ROCHA, O. Composition and distribution of benthic macroinvertebrados in Americana Reservoir (SP, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*. v.18, n.2, p. 121-132. 2006.

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.

RAGONHA, F.H., CHIARAMONTE, J.B., JUNIOR, H.M.F., CUNHA, E.R., BENEDITO, E. e TAKEDA, A.M. Spatial distribution of aquatic Oligochaeta in Ilha Grande National Park, Brazil. *Acta Scientiarum*, v.35, n1, p. 63-70, 2013.

RAGONHA, F.H. e TAKEDA, A. M. Does richness of Oligochaeta (Annelida) follows a linear distribution with habitat structural heterogeneity in aquatic sediments?. *Journal of limnology*, v. 73, n.1, p. 146-156, 2014.

ROGRIGUES, L. F.T., LEITE, F.S. E ALVES, R.G. Inventory and distribution of Oligochaeta (Annelida: Clitellata) in first-order streams in preserved áreas of the state of

Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 13, n.1, p. 245-254, 2013.

SILVEIRA, L.F.; BEISIEGEL, B.M.; CURCIO, F.F.; VALDUJO, P.H.; DIXO, M.; VERDADE, V.K.; MATTOX, G.M.; CUNNINGHAM, P.T.M. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, v.24, n.68, p.173-207, 2010.

SILVEIRA, T.C.L.; RODRIGUES, G.G.; SOUZA, G.P.C.; WURDIG, N.L. Effects of disturbance in *Schoenoplectus californicus* (C.A. Mey.) Soják on the benthic macroinvertebrates. **Acta Scientiarum**, v. 33, n.1, p. 31-39, 2011.

STENERT, C.; MALTCHIK, L.; ROCHA, O. Diversidade de invertebrados aquáticos em arrozais no Sul do Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, v.7, n. 1, p.67-77, 2012.

SURIANI, A.L., FRANÇA, R.S., PAMPLIN, P.A.Z., MARCHESE, M., LUCCA, J.V. ROCHA, O. Species richness and distribution of oligochaetes in six reservoirs on Middle and Low Tietê River (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.19, n. 4, p.415-426, 2007.

TRIVINHO-STRIXINO, S., CORREIA, L.C.S., SONODA, K. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.3, p.527-535, 2000.

VERDONSCHOT, P.F.M. Micro-distribution of oligochaetes in a soft-bottomed lowland stream (Elsbeek: Netherlands). **Hydrobiologia**, v.406, p. 149-163, 1999.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A., THOMAZ, S.M. e GOMES, L.C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**. v.1, n.1, p. 70-78. 2005.
- ANDRADE, D.P., PASCHOAL, L.R.P., SÁ, O., FRANÇA, N. Water quality of fifth-order tributaries of the reservoir at the Marechal Mascarenhas de Moraes Hydroelectric Power Station in the Rio Grande watershed (State of Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 24, n.3, p. 326-337. 2012.
- ALVES, R.G., LUCCA, J.V. Oligochaeta (Annelida: Clitellata) como indicador de poluição orgânica em dois córregos pertencentes à Bacia do Ribeirão do Ouro - Araraquara (São Paulo-Brasil). **Brazilian Journal of Ecology**, v. 4, n. 1-2, p. 112-117, 2000.
- ALVES, R. G., GORNI, G. R. Naididae species (Oligochaeta) associated with submersed aquatic macrophytes in two reservoirs (São Paulo, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 19, n. 4, p. 407-413, 2007.
- ALVES, R.G., MARCHESE, M.R., MARTINS, R.T. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brasil). **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 69-72, 2008.
- BARBOUR, M.T., STRIBLING, J.B. e KARR, J.R. The multimetric approach for establishing biocriteria and measuring biological condition. In: DAVIS, W.S. e SIMON, T.P. **Biological assessment criteria: tools for water resource planning and decision making**. Boca Raton: Lewis Publishers, 1995. p. 63-80.
- BRINKURST, R.O.; MARCHESE, M.R. 1989. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Santa Fé: Asociación de ciencias naturales del litoral, 1989. 207p.
- CHRISTOFFERSEN, M.L. A catalogue of aquatic microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from South America. **Acta Hydrobiologica Sinica**, v. 31, p.59-86, 2007.
- 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.
- 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., JANCOSO, M.A., TRIVINHO-STRIXINO, S. e FRAGOSO, E.N. Occurrence of Oligochaeta living on larvae of Odonata from Ipeúna (São Paulo state, Brazil). **Biota neotropica**, v.4, n2, p. 1-3, 2004.

CORBI, J.J.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; ALVES, R.G. Records of oligochaetes in freshwater sponges, on bryozoans and on colonial hydrozoans from Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v.65, n.1, p.187-188, 2005.

CORREIA, L.C.S., TRIVINHO-STRIXINO, S. Macroinvertebrados da Rizosfera de *Scirpus cubensis* na lagoa do Infernã (Estação Ecológica de Jataí – SP): Estrutura e função. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.10, n.1, p. 37-47, 1998.

DORNFELD, C.B., ALVES, R.G., LEITE, M.A., ESPÍNDOLA, E.L.G. Oligochaeta in eutrophic reservoir: the case of Salto Grande reservoir and their main affluent (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.18, n.2, p.189-197, 2006.

ESTEVEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

ESTEVEVES, F.A.; LEAL, J.J.F.; CALLISTO, M. Comunidade Bentônica. In: **Fundamentos de limnologia**, 3ed. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 2011. 790p.

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, J.S.R. **Estudos Integrados em ecossistemas: Estação Ecológica de Jataí**, São Carlos: Rima, 2000. v.2, p. 707-731.

GORNI, G. R .; ALVES, R.G. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with briophytes in Brotas, State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.24, n.2, p. 518-519, 2007.

_____. Naididae species (Annelida: Oligochaeta) associated with the sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (Porifera: Metaniidae) from a southeastern reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.20, n.3, p.261-263, 2008.

_____. Oligochaetes (Annelida, Clitellata) in a neotropical stream: a mesohabitat approach. **Iheringia, Série Zoologia**, v.102, n.1, p.106-110, 2012.

JOHNSON, R.K, WIEDERHOLM, T. e ROSENBERG, D.M. Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D.M, RESH, V.H (eds.). **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. New York: Chapman e Hall. 1993. p. 195-233.

HARPER, D.M. **Eutrophication of freshwaters: principles, problems and restoration**. New York: Chapman e Hall, 1992. 372p.

HICKMAN Jr., C.P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 846 p.

LOPES, A., PAULA, J. D'ARC., MARDEGAN, F., HAMADA, N., PIEDADE, M.T.F. Influência do habitat na estrutura da comunidade de macroinvertebrados aquáticos associados às raízes de *Eichhornia crassipes* na região do Lago Catalão, Amazonas,

Brasil. **Acta Amazonica**, v.41, n.4, p.493-502, 2011.

MARQUES, M.M.;G.S.M., BARBOSA, F.A. Eficiência de alguns parâmetros da comunidade de macroinvertebrados utilizados na avaliação da qualidade de água. Anais do **VIII Seminário Regional de Ecologia** - UFSCar. v. 8, p. 113-126, 1997.

MARTIN, P., MARTÍNEZ-ANSEMIL, E., PINDER, A., TIMM, T. WETZEL, M.J. Global diversity of oligochaetous clitellates (Oligochaeta: Clitellata) in freshwater. In: Balian, E.V.; Lévêque, C.; Segers, H.; Martens K. Freshwater animal diversity assessment. **Hydrobiologia**, v. 595, n.1, p.117-127, 2008.

MARVAN, P. Algal assays- an introduction into the problem. In: **Algal Assay and monitoring eutrophication**. MARVAN, PRIBIL e LHOTSSKY (eds.) Stuttgart, 1979. 253p.

MONTANHOLI-MARTINS, M.C., TAKEDA, A.M. Communities of benthic oligochaetes in relation to sediment structure in the Upper Paraná River, Brazil. **Studies Neotropical Fauna & Environment**, v. 34, p. 52-58, 1999.

MOULTON, T.P. Saúde e integridade do ecossistema e o papel dos insetos aquáticos. In: NESSIMIAN, J.L., CARVALHO, A. L. (eds.). **Oecologia brasiliensis – Ecologia de insetos aquáticos**, v. 5, p. 281-298, 1998.

NOGUEIRA, D.S.; CABETTE, H.S.R.; JUEN, L. Estrutura e composição da comunidade de Trichoptera (Insecta) de rios e áreas alagadas da bacia do rio Suiá-Miçú, Mato Grosso, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 101, n. 3, p. 173-180, 2011.

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

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.

QUEIROZ, J.F., SILVA, M.S.G.M., TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos Bentônicos: Biomonitoramento de qualidade de água**. Embrapa Jaguariúna, SP. 2008. 91p.

RESH, V.H., MYERS, M. e HANNAFORD, M.J. Macroinvertebrates as Biotic Indicators of Environmental quality. In: HAUER, F.R., LAMBERTI, G.A. **Methods in Stream Ecology**. Academy Press, San Diego. 1996. p. 647-667.

RIGHI, G. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**. CNPq/Coordenação Editorial, 1984. 48p.

RIGHI, G. Anelídeos Oligoquetos. In **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**. Invertebrados de água doce. v. 4. FAPESP, São Paulo. 2002.

SÁ, R.L.; SANTIN, L.; AMARAL, A.M.B. Diversidade de moluscos em riachos de uma região de encosta no extremo sul do Brasil, **Biota neotropica**, v. 13, n. 3, p. 213-221, 2013.

SAITO, V.S.; FONSECA-GESSNER, A.A. Taxonomic composition and feeding habits of Chironomidae in Cerrado streams (Southeast Brazil): impacts of land use changes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 26, n. 1, p. 35-46, 2014.

SURIANI, A.L., FRANÇA, R.S., PAMPLIN, P.A.Z., MARCHESE, M., LUCCA, J.V. ROCHA, O. Species richness and distribution of oligochaetes in six reservoirs on Middle and Low Tietê River (SP, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.19, n. 4, p.415-426, 2007.

TAKEDA, A.M. Oligochaeta community of alluvial Upper Paraná River, Brazil: spatial and temporal distribution (1987-1988). **Hydrobiologia**, v. 412, p. 35-42, 1999.

TAVARES-DIAS, M.; DIAS-JÚNIOR, M.B.F.; FLORENTINO, A.C.; SILVA, L.M.A.; CUNHA, A.C. Distribution pattern of crustacean ectoparasites of freshwater fish from Brazil. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 24, n. 2, p. 136-147, 2015.

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

TIMM, T., SEIRE, A., PALL, P. Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 223-234, 2001.

TRIVINHO-STRIXINO, S., CORREIA, L.C.S., SONODA, K. Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the ox-bow Infernão Lake (Jataí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v.60, n.3, p.527-535, 2000.

TUNDISI, J.G. Água no século XXI: enfrentando a escassez. Rima/IIIE. São Carlos, Brasil, 2003.

TUNDISI, J.G. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**. n.70, p. 24-35, 2006.

ANEXOS

Anexo A: 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:	

Caracterização Física/Qualidade da água
<p>Tipo predominante do uso do solo no entorno</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Floresta <input type="checkbox"/> Cerrado <input type="checkbox"/> Pastagem <input type="checkbox"/> Agricultura <input type="checkbox"/> Agropecuária <input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Industrial <input type="checkbox"/> Outros – Quais?

<p>Erosão Local</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> Moderada <input type="checkbox"/> Elevada
--

<p>Vegetação Ripária Dominante</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Árvores <input type="checkbox"/> Arbustos <input type="checkbox"/> Gramíneas <input type="checkbox"/> Herbáceas

<p>Características dos Pontos de Coleta</p> <p>Profundidade ____m</p> <p>Largura ____m</p> <p>Cobertura do Dossel</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Aberta <input type="checkbox"/> Parcial <input type="checkbox"/> Fechada

Temperatura (°C):
Condutividade ($\mu.S^{-1}$):
pH:
Oxigênio Dissolvido ($mg.L^{-1}$):

Sedimento:

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