

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

MARIANA FUTENMA DE LIMA

**Assembleias de Oligochaeta como ferramentas no  
biomonitoramento da qualidade da água/sedimento em rios do  
Estado de São Paulo**

ARARAQUARA

2020

MARIANA FUTENMA DE LIMA

**Assembleias de Oligochaeta como ferramentas no  
biomonitoramento da qualidade da água/sedimento em rios do  
Estado de São Paulo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente da Universidade de Araraquara – UNIARA.  
Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni

ARARAQUARA

2020



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA

Rua Voluntários da Pátria, 1309 - Centro - Araraquara - SP  
CEP 14801-320 | (16) 3301-7100 | www.uniara.com.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

NOME DO(A) ALUNO(A): *Mariana Futenma De Lima*

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

Área de Concentração: Desenvolvimento Territorial e Alternativas de Sustentabilidade.

### BANCA EXAMINADORA

*Prof. Dr. Hugo Henrique Lanzi Saulino*  
USP – São Carlos

*Prof. Dr. Olavo Nardy*  
UNIARA – Araraquara

*Prof. Dr. Gaútherme Rossi Gorni*  
UNIARA – Araraquara

*Dedico esta dissertação a todos que sempre acreditaram em meu potencial e me incentivaram a seguir meus sonhos.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve olhando por mim, que nunca me abandonou e que a cada momento de dificuldade me deu fé e forças necessárias para conseguir seguir em frente.

Sou grata ao universo, por conspirar ao meu favor para que eu possa amar e ser amada. Agradeço por me levar com inteligência em direção aos meus ideais. Obrigada pelas boas energias, por me motivar a ser quem sou e assumir meu estilo de vida, me impulsionando a fazer diferença nesse mundo. Sou grata por existir e poder aprender todos os dias com as minhas experiências e com as experiências daqueles que fazem parte dessa minha jornada na Terra.

Agradeço a minha família pelo apoio. Em especial agradeço minha mãe, que sempre foi um exemplo de força, perseverança e dedicação profissional e que me apoiou na decisão de fazer o mestrado. Ao meu pai, que em sua simplicidade sempre demonstrou um interesse excepcional em meus estudos, que sempre me incentivou a realizar novas pesquisas e buscar novos caminhos para poder atingir todos os meus sonhos e objetivos tanto na área profissional quanto pessoal.

Agradeço ao meu namorado Gustavo. Sou grata pelo amor, carinho, cuidado e paciência que sempre teve comigo. Agradeço também a todos de sua família.

Sou imensamente grata aos meus professores por toda contribuição em minha vida acadêmica e pessoal. Em especial agradeço meu orientador Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni, por compartilhar seus conhecimentos e ganho intelectual, por ter paciência ao me orientar e acima de tudo pela confiança depositada em mim para realizar essa dissertação. Sou grata também pela amizade que pudemos estabelecer durante todos esses anos de convivência durante minha graduação e agora mestrado.

Agradeço aos meus amigos e companheiros do Centro de estudos Ambientais - CEAM. Em especial à Profa. Dra. Maria Lúcia agradeço o companheirismo, por tornar a pesquisa mais leve e agradável e por contribuir em meu conhecimento na área acadêmica. Ao meu amigo Douglas, que proporcionou inúmeros momentos de descontração e alegria, muitas vezes nos dias em que mais precisávamos. À Maitê que mesmo não fazendo mais parte da equipe de pesquisa manteve a nossa sincera amizade. Agradeço também a Nathalie Sanches por compartilhar os conhecimentos em comum dos nossos trabalhos. Agradeço aos Profs. Drs. Hugo Saulino, Juliano Corbi e Olavo Nardy pelo aceite em fazer parte da minha banca de avaliação e por suas considerações, sugestões e apontamentos para o aumento do meu ganho intelectual e para o enriquecimento da minha dissertação.

Sou grata também a todos os membros que compõem o Programa de Pós-Graduação de Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente da Universidade de Araraquara - UNIARA por ter fornecido suporte necessário para a realização da minha pesquisa. À Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB por disponibilizar parte do material utilizado. Ao Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares - PROSUP pelo auxílio financeiro regular que foi essencial e determinante para o desenvolvimento e conclusão desse estudo.

Por fim, agradeço às minhas amigas Bruna, Camila e Renata que além de serem pessoas especiais em minha vida há anos, sempre me apoiam e incentivam a seguir meus ideais em especial nesses últimos dois anos de mestrado. Agradeço também à Profa. Dra. Marisa Chahud que transformou a relação de professora e aluna em uma amizade verdadeira. Obrigada por todos momentos compartilhados, por não me deixar desistir dos meus objetivos e por me incentivar e aconselhar não apenas nas questões profissionais, mas principalmente nas questões “da vida”. Tenho certeza de que está em um lugar melhor.

*'Depois? Depois o café esfria, depois a prioridade muda, depois o encanto se perde, depois o cedo fica tarde, depois a saudade passa. Depois tanta coisa muda. Não deixe nada pra depois, porque na espera do depois, você pode perder os melhores momentos, as melhores experiências, e os melhores e mais sinceros sentimentos'.*

*May Castilho*

## RESUMO

Este estudo objetivou analisar a qualidade ambiental de rios do Estado de São Paulo sob influência antrópica e em áreas conservadas, utilizando como ferramentas de avaliação as variáveis físicas e químicas da água/sedimento, bem como a assembleia de Oligochaeta. Para tanto, os temas abordados foram organizados em dois capítulos: o primeiro contém o registro e descrição da assembleia de Oligochaeta encontrada em rios sob influência antrópica; o segundo analisou a resposta da assembleia de oligoquetos aquáticos, tanto em rios antropizados, quanto e em áreas conservadas em relação às variáveis físicas e químicas da água/sedimento. As amostras provenientes de rios sob influência antrópica foram realizadas pela CETESB, coletadas em triplicata no período de 2014 a 2016. Os organismos foram lavados em água corrente, triados, armazenados em potes plásticos e fixados em formol seguindo a Norma Técnica CETESB L5.309. A metodologia utilizada para coleta das amostras dos rios localizados em áreas conservadas procedeu da mesma forma no ano de 2007. O Conjunto de dados totalizou 174 amostras em 11 trechos. 34 táxons foram inventariados, sendo distribuídos entre as famílias: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae e Opistocystidae. As análises revelaram que todas as variáveis físicas e químicas aferidas influenciaram na composição da fauna separando as espécies em grupos de acordo com os diferentes níveis de concentrações das propriedades físicas e químicas aferidas nas amostras. Com relação a assembleia de Oligochaeta obtivemos como resultado que espécies da família Enchytraeidae são possíveis indicadoras de ambientes conservados ao passo que os táxons *Branchiura sowerbyi* (Rhyacodrilinae), *Allonais chelata*, *Nais communis* e *Slavina appendiculata* (Naidinae) apresentaram-se associados a ambientes impactados.

**Palavras-chave:** Ambientes lóticos. Avaliação ambiental. Bioindicadores. Classe Oligochaeta. Variáveis físicas e químicas.



## ABSTRACT

This study aimed to analyze the environmental quality of rivers in the State of São Paulo under impacted and in conserved areas, using the physical and chemical variables of the water/sediment as well as the Oligochaeta assemblage bioindicators. For this purpose, the topics covered were organized in two chapters: the first contains the record and description of the Oligochaeta assemblage found in rivers under anthropic influence; the second analyzed the response of the assemblage of aquatic oligochaetes, both in anthropized rivers and in conserved areas in relation to the physical and chemical variables of the water/sediment. Samples from rivers under anthropic influence were collected by the Environmental Company of the State of São Paulo (CETESB), collected in triplicate in the period from 2014 to 2016. The organisms were washed in running water, sorted, stored in plastic pots and fixed in formaldehyde following the CETESB Technical Standard L5.309. The methodology used to collect samples from rivers located in conserved areas proceeded in the same way as previously mentioned in 2007. The data set totaled 174 samples in 11 analyzed sections. 34 taxa were inventoried and distributed among the families: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae and Opistocystidae. The analyzes revealed that all the chemical and chemical variables measured influence the composition of the fauna, separating species into groups according to the different levels of classification of the chemical and chemical substances measured in the samples. Regarding the Oligochaeta assembly, we obtained as a result that species of the Enchytraeidae family are possible indicators of conserved environments and the taxa *Branchiura sowerbyi* (Rhyacodrilinae), *Allonais chelata*, *Nais communis* and *Slavina appendiculata* (Naidinae) were associated with impacted environments.

**Keywords:** Bioindicators. Environmental assessment. Lotic environments. Oligochaeta class. Physical and chemical variables.

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

### FIGURAS

<b>Figura 1</b> - <i>Opistocysta funiculus</i> . <b>A:</b> prostômio com probocíde; <b>B:</b> apêndices caudais. ....	35
<b>Figura 2</b> - <i>Aulophorus borelli</i> . ....	37
<b>Figura 3</b> - <b>A:</b> <i>Aulophorus furcatus</i> ; <b>B:</b> brânquias e palpos. ....	39
<b>Figura 4</b> - <i>Chaetogaster diaphanus</i> . ....	40
<b>Figura 5</b> - <i>Nais communis</i> . ....	44
<b>Figura 6</b> - Mudança de cerda entre os segmentos V-VI da espécie <i>Nais variabilis</i> . ...	46
<b>Figura 7</b> - <i>Slavina appendiculata</i> <b>A:</b> cerda capilar longa; <b>B:</b> papilas. ....	47
<b>Figura 8</b> - <b>A:</b> <i>Slavina evelinae</i> ; <b>B:</b> papilas. ....	48
<b>Figura 9</b> - <i>Pristina americana</i> <b>A:</b> cerdas genitais; <b>B:</b> cerdas peniais. ....	51
<b>Figura 10</b> - <i>Pristina longisoma</i> <b>A:</b> capilares alongadas; <b>B:</b> cerdas ventrais. ....	53
<b>Figura 11</b> - <i>Pristina osborni</i> <b>A:</b> cerdas anteriores ventrais; <b>B:</b> cerda acicular. ....	54
<b>Figura 12</b> - <b>A:</b> <i>Pristina synclites</i> , seta indica ausência de cerdas na parte posterior; <b>B:</b> cerdas aciculares bífidas. ....	57
<b>Figura 13</b> - <b>A:</b> <i>Bothrioneurum</i> sp.; <b>B:</b> órgão sensitivo. ....	58
<b>Figura 14</b> - brânquias da espécie <i>Branchiura sowerbyi</i> . ....	59
<b>Figura 15</b> - <b>A:</b> <i>Aulodrilus pigueti</i> ; <b>B:</b> cerdas modificadas. ....	60
<b>Figura 16</b> - <b>A:</b> Prostômio da espécie <i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> ; <b>B:</b> bainha penial. ....	62

### GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para oligoquetos coletados nos trechos de amostragem da Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos de rios do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB no período de 2014 a 2016. ....	33
<b>Gráfico 2</b> - Gráfico obtido por meio da análise de agrupamento CLUSTER. ....	87
<b>Gráfico 3</b> - Boxplot dos grupos em relação às variáveis físicas e químicas. <b>A:</b> oxigênio dissolvido (OD); <b>B:</b> condutividade elétrica (CE). ....	88
<b>Gráfico 4</b> - Boxplot dos grupos em relação às variáveis físicas e químicas. <b>A:</b> potencial hidrogeniônico (pH); <b>B:</b> turbidez (Turb). ....	89
<b>Gráfico 5</b> - Boxplot dos grupos em relação a variável ambiental temperatura (T). ....	89

**Gráfico 6** - Gráfico de estimadores de Riqueza. **A:** Jacknife 1; **B:** Chao; **C:** Bootstrap.

.....91

## **QUADROS**

**Quadro 1** - Trechos amostrados da Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos de rios do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB de 2014 a 2016. ....30

**Quadro 2** - Caracterização dos trechos amostrados da área de referência no Córrego Galharada (PECJ) (SP, Brasil).....76

**Quadro 3** - Caracterização do conjunto amostral. ....82

**Quadro 4** - Grupos formados por meio da análise de agrupamento. ....85

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Quantificação de espécies de oligoquetos registrados em rios do Estado de São Paulo (JUNA- Rio Jundiaí; TIET- Rio Tietê; MOJI- Rio Moji Guaçu; SORO- Rio Sorocaba; BETA- Rio Betari; RIBE- Rio Ribeira; AGUA- Rio Aguapeí; BATA- Rio Batalha). .....	32
<b>Tabela 2</b> - Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas dos rios amostrados no Estado de São Paulo pela CETESB no período de 2014 a 2016 (JUNA- Rio Jundiaí; TIET - Rio Tietê; MOJI - Rio Moji Guaçu; SORO - Rio Sorocaba; BETA - Rio Betari; RIBE - Rio Ribeira; AGUA - Rio Aguapeí; BATA - Rio Batalha) e no PECJ (CG 1 - Córrego Galharada 1ª ordem; CG 2 - Córrego Galharada 2ª ordem; CG 3 - Córrego Galharada 3ª ordem). .....	86
<b>Tabela 3</b> - Análise de correção de Bonferroni. ....	90
<b>Tabela 4</b> - Índices de comunidade dos grupos. ....	92

## SUMÁRIO

PRÓLOGO.....	15
Monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo.....	16
Organismos bioindicadores como ferramentas de avaliação ambiental .....	17
REFERÊNCIAS.....	21
2 CAPÍTULO I .....	25
Assembleia de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em rios sob influência de atividades antrópicas no Estado de São Paulo .....	25
RESUMO.....	25
1 INTRODUÇÃO .....	26
2 OBJETIVOS .....	28
2. 1 Objetivo Geral.....	28
2. 2 Objetivos específicos .....	28
3 METODOLOGIA.....	29
3. 1 Área de estudo.....	29
3. 2 Amostragem e identificação dos organismos.....	31
4 RESULTADOS .....	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
REFERÊNCIAS.....	66
3 CAPÍTULO II.....	72
Resposta das assembleias de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas de rios e riachos no Estado de São Paulo .....	72
RESUMO.....	72

1 INTRODUÇÃO .....	73
2 OBJETIVOS .....	75
2. 1 Objetivo Geral.....	75
2. 2 Objetivos específicos .....	75
3 METODOLOGIA.....	76
3. 1 Área de estudo.....	76
3. 2 Variáveis físicas e químicas .....	82
3. 3 Caracterização da assembleia de Oligochaeta.....	82
3. 4 Análise de dados .....	83
4 RESULTADOS .....	85
4. 1 Agrupamento.....	85
4.2 Variáveis físicas e químicas .....	88
4. 3 Relação Grupos x Variáveis físicas e químicas .....	90
4. 4 Métricas da comunidade .....	90
4. 5 Relação Fauna x Grupos formados na análise de Cluster.....	92
6 CONCLUSÕES .....	98
REFERÊNCIAS.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	105
REFERÊNCIAS.....	106

## PRÓLOGO

Ao longo dos anos o crescimento exponencial da população vem promovendo o aumento acelerado do desenvolvimento industrial e urbano. Esse crescimento traz como consequências inevitáveis uma série de alterações ambientais que muitas vezes são prejudiciais ao meio ambiente. Alterações ocasionadas por ações antrópicas como desmatamentos, monoculturas, mineração, lançamento de efluentes não tratados (domésticos e industriais) em rios e lagos, entre outras ações, são responsáveis por impactar negativamente o ambiente, principalmente os corpos hídricos que sofrem alterações na sua composição física e química, promovendo assim graves problemas ecológicos como a perda da qualidade ambiental, diminuição da diversidade de habitats, além da consequente queda da biodiversidade aquática (DERISIO, 1992; CALLISTO *et al.* 2001; GOULART, CALLISTO, 2003).

A percepção dos efeitos das ações antrópicas sobre os sistemas biológicos é de suma importância para distinção das variações naturais e sazonais. De acordo com Cairns e Van Der Schalie (1980), a distinção dos fatores que ocorrem naturalmente dos ocasionados por ações antrópicas, quando realizada corretamente, proporciona o monitoramento e o uso racional dos recursos naturais.

Ainda se tratando de ecossistemas aquáticos, a poluição hídrica destaca-se como um dos tipos de poluição mais preocupante. A água é um recurso natural essencial à vida e ao desenvolvimento econômico, que proporciona a sustentabilidade dos ciclos no planeta e que atualmente se apresenta de maneira escassa em sua forma potável. Devido a crescente preocupação dos órgãos públicos com os impactos ocasionados ao meio ambiente, surgem estímulos para o desenvolvimento de programas de avaliação ambiental com o intuito de reabilitar esses ambientes impactados, propondo assim programas de biomonitoramento desenvolvidos pela comunidade científica (TUNDISI, 2003; PASSY, 2007).

A necessidade de abordagens que incorporem a qualidade da água, analisando as variáveis físicas, químicas e biológicas dos rios é essencial para avaliar a saúde dos corpos d'água. Essas informações permitem a avaliação precisa das condições dos rios e promove o desenvolvimento de mecanismos para o manejo de bacias hidrográficas (JAYAWARDANA *et al.*, 2017).

Mediante o exposto, os programas de biomonitoramento, em geral, comparam uma área não impactada (ponto de referência) com um local onde se quer testar a condição ambiental. Visto isso, para avaliar a qualidade da água de uma bacia hidrográfica são selecionados rios

com baixa interferência humana e rios impactados por atividades antrópicas (SILVEIRA, 2004).

Atualmente são utilizadas ferramentas denominadas índices multimétricos para auxiliar no diagnóstico de impactos em ecossistemas aquáticos. Estes índices consideram os efeitos de múltiplos impactos agregados a medidas biológicas individuais em um único valor que pode ser usado para avaliar a condição geral de um local (HERING *et al.*, 2006; MORENO *et al.*, 2009). Existem ainda estudos que utilizam como ferramentas de pesquisa índices bióticos bentônicos multimétricos, como no trabalho de Ferreira *et al.* (2010), para caracterizar as comunidades de macroinvertebrados aquáticos com intuito de avaliar a qualidade das águas em microbacias. Estes índices também são utilizados por agências como a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) aplicando índices específicos que refletem a qualidade das águas de acordo com seus usos, a fim de transmitir informações ao público (CETESB, 2016).

A comunidade científica tem demonstrado grande interesse em estudos relacionados ao biomonitoramento utilizando a comunidade de macroinvertebrados aquáticos. Neste contexto cabe citar a pesquisa de Oliveira, Castro e Baptista (2008), que motivados pelo interesse nos diferentes tipos de índices multimétricos promoveram um levantamento bibliográfico sobre o tema. Sua revisão buscou comparar diferentes abordagens e apresentar os novos caminhos que a literatura propõe para tornar a utilização destes índices mais eficiente, transformando-os em ferramentas mais robustas para a pesquisa científica. De acordo com essa pesquisa, há 39 anos o monitoramento da qualidade da água era feito principalmente por meio da análise de parâmetros físicos e químicos, quando Karr (1981) desenvolveu um Índice de Integridade Biótica (*Index of Biotic Integrity - IBI*) com intuito de tornar o monitoramento de corpos hídricos mais eficiente. Assim, essa revisão aponta que o desenvolvimento de índices multimétricos envolve diversas etapas, como por exemplo a definição da área de aplicação do índice e das áreas de referência, a padronização do procedimento de coleta, triagem e identificação das amostras, seleção das métricas centrais que irão compor o índice, entre outras, nas quais devem ser considerados critérios que garantam a acurácia, precisão e aplicabilidade do índice.

### **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo**

Frente à importância e urgência em conservar os aspectos ecológicos dos ecossistemas aquáticos, a CETESB há 45 anos criou a operação Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores que abrange rios e reservatórios no Estado de São Paulo. Secas severas, como por exemplo a de 2013/2014, os estimulou a ampliar e intensificar esse monitoramento nos



principais mananciais responsáveis por abastecer a região metropolitana do Estado de São Paulo. Para tanto, ao passar dos anos a CETESB vem realizando ampliações e adequações na malha dos pontos para cumprir seu objetivo e aprimorar sua representatividade nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo (CETESB, 2016).

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA) variáveis físicas e químicas são utilizadas para avaliar a qualidade da água. Devido a limitação dessas variáveis considera-se que a utilização de bioindicadores para esse monitoramento é de fundamental importância. Atualmente existem órgãos de gestão hídrica, como por exemplo a CETESB, que incluíram a utilização dos bioindicadores nas análises de monitoramento, como já ocorre em países da Europa. Portanto, essas pesquisas fornecem aos órgãos de gestão, informações importantes sobre a fauna aquática propondo protocolos de coleta e avaliação apropriados a cada ecossistema brasileiro (ANA, 2005; 2013).

De acordo com a CETESB (2016) os principais objetivos desse monitoramento são:

- Fazer um diagnóstico da qualidade das águas superficiais do Estado, avaliando sua conformidade com a legislação ambiental;
- Avaliar a evolução temporal da qualidade das águas superficiais do Estado;
- Identificar áreas prioritárias para o controle da poluição das águas, tais como trechos de rios e estuários onde a sua qualidade possa estar mais comprometida, possibilitando, assim, ações preventivas e corretivas da CETESB e de outros órgãos;
- Subsidiar o diagnóstico e controle da qualidade das águas doces utilizadas para o abastecimento público, verificando se suas características são compatíveis com o tratamento existente, bem como para os seus usos múltiplos;
- Subsidiar a execução dos Planos de Bacia e Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, para a cobrança do uso da água e estudo do enquadramento dos corpos hídricos;
- Subsidiar a implementação da Política Nacional de Saneamento Básico Lei 11.445/2007 (CETESB, 2016).

### **Organismos bioindicadores como ferramentas de avaliação ambiental**

Os organismos bioindicadores são capazes de demonstrar respostas individuais quando expostos a contaminantes no meio ambiente, apontando assim, uma mudança de comportamento entre locais impactados e preservados. Os bioindicadores podem ser classificados em três categorias: I. Indicadores ambientais que refletem o estado biótico ou abiótico de um ambiente; II. Indicadores ecológicos que revelem evidências para os impactos

ambientais e; III. Indicadores de biodiversidade que indicam especificamente a diversidade de espécies, táxons ou comunidades inteiras dentro de uma área (GERHARDT, 2002).

A utilização de macroinvertebrados aquáticos para o desenvolvimento de índices é um trabalho que requer pessoal treinado para identificar e analisar os organismos coletados. Apesar da dificuldade de se encontrar pessoas capacitadas, estes estudos vêm se tornando cada vez mais comuns, especialmente para avaliação da integridade de rios e riachos (SILVEIRA, 2004; MOYA; TOMANOVA; OBERDORFF; 2007).

Resultados obtidos por meio dos estudos com essas comunidades têm contribuído para aumentar o conhecimento ecológico sobre a estrutura e funcionamento de ecossistemas aquáticos. Considerando-os como organismos bioindicadores, os macroinvertebrados apresentam características como: a) sensibilidade a poluentes de vários tipos e reação rápida a exposição a eles; b) capacidade de fornecer respostas graduais a um amplo espectro de tipos e níveis de estresse; c) abundância e coleta relativamente fácil; d) identificação relativamente simples; e) sedentarismo, e, portanto representativos das condições locais; f) vida longa o suficiente para testemunhar a qualidade ambiental; e, g) heterogeneidade, possuindo representantes de vários filos, aumentando assim a probabilidade, de que ao menos alguns desses organismos, reagirão às mudanças nas condições ambientais (METCALFE, 1989; MELO; FROEHLICH, 2001; ROQUE *et al.*, 2003).

Neste contexto cabe expor a Classe Oligochaeta, que faz parte do Filo Annelida, caracteriza-se principalmente pela segmentação corporal (metamerismo) e por apresentar uma estrutura reprodutiva denominada clitelo durante a maturidade sexual (RODRIGUEZ; REYNOLDS, 2011).

Os oligoquetos são organismos facilmente encontrados nos corpos d'água e constituem um dos táxons dominantes em sedimentos de água doce representando parte da fauna de macroinvertebrados aquáticos. Esses organismos possuem grande importância ao ambiente por participarem da decomposição de matéria orgânica e transportarem material orgânico das camadas mais profundas do sedimento para a superfície. Encontram-se presentes em diversos tipos de substrato, desde ambientes enriquecidos organicamente e, até mesmo, associados a outros organismos como briófitas e macrófitas aquáticas (ESTEVES, 1998; WETZEL, 1992; TRIVINHO-STRIXINO; CORREIA; SONODA, 2000; GORNI; ALVES, 2007; ALVES; GORNI, 2007).

Características ambientais como por exemplo: disponibilidade de oxigênio e recursos alimentares, temperatura e tipo de substrato, são fatores determinantes para a presença e

abundância desses organismos em determinados locais (ESTEVEES, 1998; CALLISTO; GONÇALVES JUNIOR; MORENO, 2005). Como exemplos da preferência dos oligoquetos a ambientes com características ambientais específicas podemos citar a espécie *Aulophorus furcatus*, Müller 1774, que de acordo com Lin e Yo (2008) geralmente ocorrem em locais com alta concentração de matéria orgânica e sedimento pedregoso, e *Limnodrilus hoffmeisteri*, Claparède 1862 que têm sua reprodução favorecida quando estão em ambientes de sedimentos finos (LOBO; ALVES, 2011) e temperaturas mais altas de 23 a 25°C (NASCIMENTO; ALVES, 2009). De forma complementar, outro fator que contribui para o êxito de colonização em uma grande diversidade de habitats é sua capacidade de reprodução assexuada e a presença de brânquias e apêndices respiratórios que possibilitam a esses organismos habitar locais onde a disponibilidade de oxigênio é restrita (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004; RAPOSEIRO; RAMOS; COSTA, 2009).

De acordo com Chapman (2001), a Classe Oligochaeta vem sendo utilizada há anos como bioindicadores. Estes organismos possuem distribuição cosmopolita, abundância numérica, mobilidade limitada e são de fácil manuseio para estudos em laboratório, características que favorecem o seu uso como bioindicadores (HELLAWELL, 1986). Ademais, existem espécies dessa Classe mais sensíveis à contaminação orgânica e espécies resistentes a altas concentrações de metais pesados, o que lhes confere um vasto gradiente de sensibilidade à poluição (QUEIROZ; SILVA; TRIVINHO-STRIXINO, 2008). Desse modo, pode-se considerar que a assembleia de Oligochaeta é capaz de refletir o estado de conservação ou degradação de um ecossistema aquático (SCHIAVONE; MONZANE; LUCCA, 2012).

Apesar de sua importância ecológica, conhecimentos detalhados sobre organismos da Classe Oligochaeta ainda são insuficientes, cabendo à comunidade científica investir em pesquisas para enriquecer o conteúdo bibliográfico acerca dessa temática (TIMM; SEIRE; PALL, 2001).

Tendo em vista que o desenvolvimento agrícola e industrial e o crescimento populacional aumentam a cada dia, afetando o meio ambiente e os recursos hídricos que são essenciais à vida, ao desenvolvimento econômico e que proporcionam a sustentabilidade dos ciclos no planeta, essa dissertação tem como propósito contribuir para os avanços científicos de biomonitoramento para avaliação da qualidade das águas no Estado de São Paulo. A carência desses estudos traz problemas para o desenvolvimento do monitoramento ecológico, pois somente as análises físicas e químicas dos corpos hídricos monitorados muitas vezes não são suficientes para demonstrar a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos. Para tanto,

espera-se compreender melhor a qualidade ambiental desses ecossistemas, incorporando a utilização de organismos bioindicadores como os macroinvertebrados aquáticos em geral, em especial os organismos pertencentes à Classe Oligochaeta e suas relações com as variáveis físicas e químicas do ambiente.

Neste contexto, o objetivo geral dessa pesquisa foi realizar um inventário faunístico detalhado da Classe Oligochaeta provenientes das amostras disponibilizadas pela CETESB em rios sob influência antrópica, bem como analisar e comparar sua qualidade ambiental com rios em áreas de conservação, utilizando como ferramenta auxiliar os dados da variáveis físicas e químicas dos ecossistemas aquáticos estudados.

Para tanto, os temas abordados neste estudo foram organizados em capítulos independentes com o intuito de facilitar a leitura e interpretação isolada dos mesmos.

O primeiro capítulo intitulado “Assembleia de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em rios sob influência de atividades antrópicas no Estado de São Paulo” trata-se do inventário faunístico das espécies identificadas em oito rios no Estado de São Paulo que sofrem influência antrópica, apresentando a diversidade, distribuição e informações morfológicas gerais de cada espécime identificado nos rios amostrados. Como ferramenta auxiliar dessa abordagem para identificação dos oligoquetos foram utilizados os critérios taxonômicos adotados por Brinkhurst e Jamieson (1971), Righi (1984), Brinkhurst e Marchese (1989) e Timm (2009) e a lista de sinônimos foi elaborada conforme o catálogo proposto por Christoffersen (2007). Adicionalmente, uma revisão bibliográfica de outras pesquisas seguindo a mesma temática também foi utilizada para gerar informações sobre a ocorrência e distribuição das espécies no Brasil.

O segundo capítulo intitulado “Resposta da assembleia de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas de ecossistemas aquáticos sob influência de atividades antrópicas e em áreas de conservação no Estado de São Paulo”, teve como objetivo geral analisar a resposta da assembleia de oligoquetos aquáticos em relação às variáveis físicas e químicas de corpos hídricos sob influência antrópica e de áreas de conservação consideradas como área de referência neste estudo.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Panorama da Qualidade das águas superficiais no Brasil. **Cadernos de recursos hídricos**. Brasília, 2005. 175p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013. **Brasília, 2013**. 432p.
- BRINKHURST, R. O.; JAMIESON, B. G. M. **Aquatic Oligochaeta of the world**. 1971.
- BRINKHURST, R.O; MARCHESI, M.R. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Asociación Ciencias Naturales del Litoral. Argentina. **Colección Climax**, v. 5, p. 179, 1989.
- CAIRNS JR., J.; VAN DER SCHALIE, W. H. Biological monitoring. Part I – Early warning systems. **Water Research**, v. 14, p. 1179-1196, 1980.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES JUNIOR, J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: Goulart, E. M. A. (Eds). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte, p. 555-567, 2005.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6 (1), p. 71-82, 2001.
- CETESB (São Paulo). **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016**. São Paulo, 2016. (Série Relatórios). Disponível em: <[http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb\\_QualidadeAguasInteriores\\_2017\\_02-06\\_VF.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2017_02-06_VF.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- CHAPMAN, P. M. Utility and relevance of aquatic oligochaetes in ecological risk assessment. **Hydrobiologia**, Canada, v. 463, p. 149-169, 2001.
- CHRISTOFFERSEN, M. L. A catalogue of aquatic microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from South America. **Acta Hydrobiologica Sinica**, v. 31, 59-86, 2007.
- DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. In: **Introdução ao controle de poluição ambiental**. CETESB, 1992.
- ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 602, 1998.
- FERREIRA, W. R.; LIGEIRO, R.; OLIVEIRA, D.; FRANÇA, J.; RODRIGUES, L.; SOUZA, B.; OLIVEIRA, D.; RIBEIRO, A.; CALLISTO, M. **Aplicação de um Índice Multimétrico Bentônico no Levantamento Ecológico Rápido da qualidade das águas em duas micro-bacias no RVS Mata do Junco, Capela, SE**. III Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe - 24 a 26 de março de 2010, Aracaju-SE.

- GERHARDT, A. 2002. Bioindicator species and their use in biomonitoring. Environmental monitoring I. **Encyclopedia of life support systems**. UNESCO ed. Oxford (UK): Eolss Publisher.
- 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.
- GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 156-164, 2003.
- HERING, D.; FELD, C. K.; MOOG, O.; OFENBOCK, T. Cook book for the development of a multimetric index for biological condition of aquatic ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. **Hydrobiologia**, v. 566, n. 1, p. 311-324, 2006.
- HELLAWELL, J. M., Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management. **Elsevier Applied Science Publishers Ltd**, p. 546, 1986.
- HICKMAN JUNIOR, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. Vermes Segmentados Filo Annelida. In: HICKMAN JUNIOR, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, p. 336-353, 2004.
- JAYAWARDANA, J. M. C. K.; GUNAWARDANA, W. D. T. M.; UDAYAKUMARA, E. P. N.; WESTBROOKE, M. Land use impacts on river health of Uma Oya, Sri Lanka: implications of spatial scales. **Environmental Monitoring and Assessment**, 189:192 Switzerland, 2017.
- 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.; ALVES, R.G. Influence of body weight and substrate granulometry on the reproduction of *Limnodrilus hoffmeisteri* (Oligochaeta: Naididae: Tubifinae). **Zoologia**, v. 28, n. 5, p. 558-564, 2011.
- MELO, A. S.; FROEHLICH, C. G. 2001. Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species richness using individual stones in tropical streams. Blackwell Science Ltd, **Freshwater Biology**, 46, 711-721.
- METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-39, 1989.
- MORENO, P.; FRANÇA, J. S.; FERREIRA, W. R.; PAZ, A. D.; MONTEIRO, I.; CALLISTO, M. Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a Neotropical basin. **Hydrobiologia**, v. 630, n. 1, p. 231-242, 2009.

- MOYA, N.; TOMANOVA, S.; OBERDORFF, T. Initial development of a multi-metric index based on aquatic macroinvertebrates to assess streams condition in the Upper Isiboro-Sécre Basin, Bolivian Amazon. **Hydrobiologia**, v. 589, n. 1, p. 107-116, 2007.
- 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.
- OLIVEIRA, R. B. S.; CASTRO, C. M.; BAPTISTA, D. F. Desenvolvimento de índices multimétricos para utilização em programas de monitoramento biológico da integridade de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 487-505, 2008.
- PASSY, S. I. Community analysis in stream biomonitoring: what we measure and what we don't. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 127, n. 1-3, p. 409-417, 2007.
- QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. S. G. M.; TRIVINHO-STRIXINO, S. **Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de águas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008.
- RAPOSEIRO, P. M.; RAMOS, J. C.; COSTA, A. C. First record of *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1982 (Oligochaeta: Tubificidae) in Azores. **Aquatic Invasions**, Ponta Delgada, v. 4, n. 1, p. 487-490, 2009.
- RIGHI, G. Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil. **CNPq/Coordenação Editorial**, 1984.
- RODRIGUEZ, P.; REYNOLDS, T. B. **The pollution biology of aquatic oligochaetes**. Springer Science e Business Media, p. 265, 2011.
- ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G.; AGOSTINHO, R. C.; FOGO, J. C. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaraguá State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation**, v. 7, n. 2, p. 63-72, 2003.
- SCHIAVONE, D. C.; MONZANE, T. E. G.; LUCCA, J. V. de. Inventário taxonômico preliminar da comunidade bentônica nos reservatórios do rio Jaguari e do rio Jacaré – Sistema Cantareira SABESP – São Paulo, SP. **VII Fórum Ambiental da Alta Paulista**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 223-234, 2012.
- SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios / Mariana Pinheiro Silveira. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, 2004.
- TIMM, T. **A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe**. Mauch, 2009.
- TIMM, T.; SEIRE, A.; PALL, P. Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 223-234, 2001. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1013176229631>>. Acesso em: 14 fev. 2018.
- 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. O futuro dos recursos hídricos. **Revista Multiciência**, v. 1, p. 1-15, 2003.

WETZEL, M. J. Aquatic Annelida of Illinois: Introduction and Checklist of Species.  
**Transaction of the Illinois State Academy of Science**, v. 85, n. 1, p. 87-101, 1992.



## 2 CAPÍTULO I

### **Assembleia de Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em rios sob influência de atividades antrópicas no Estado de São Paulo**

#### **RESUMO**

Organismos pertencentes à Classe Oligochaeta são considerados bioindicadores importantes para análise da qualidade ambiental, porém os conhecimentos detalhados sobre esses organismos ainda são insuficientes. Visto isso, este capítulo realizou o inventário faunístico dos oligoquetos em oito rios do Estado de São Paulo. As coletas do sedimento para análise das comunidades bentônicas e as análises físicas e químicas das amostras foram realizadas em triplicata pelo Setor de Comunidades Aquáticas, parte do Projeto Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) em rios no Estado de São Paulo no período de 2014 a 2016 e englobam um conjunto de dados de Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) com atividades predominantes diferentes, variando entre áreas de conservação, agropecuária e industrial. Os organismos foram lavados em água corrente, triados, armazenados em potes plásticos e fixados em formol com concentração final na amostra de 10% ou álcool 70° GL seguindo a Norma Técnica CETESB L5.309. Para a identificação dos oligoquetos lâminas semipermanentes foram montadas utilizando lactofenol. Todos os organismos foram identificados em microscópio óptico utilizando critérios taxonômicos adotados por literatura especializada. Obtivemos como resultado da identificação um total de 7.398 oligoquetos distribuídos dentre as famílias: Alluroididae (0,01%), Naididae (96,38%) e Opistocystidae (6,61%). O táxon mais abundante registrado, presente em sete dos oito rios amostrados foi *Bothrioneurum* sp. que representou 68,95% do número total de indivíduos, seguida de *Pristina synclites* (11,48%) registrada em seis dos oito rios amostrados. Estes resultados demonstram a importância do levantamento faunístico dessas espécies, uma vez que os organismos identificados nesse estudo representaram cerca de 26% de toda fauna de Oligochaeta registrada no Brasil.

**Palavras-chave:** Classe Oligochaeta. Corpos hídricos. Inventário de espécies. Oligoquetos aquáticos. Organismos bentônicos.

## 1 INTRODUÇÃO

Ainda que a importância ecológica do levantamento de espécies para conhecer a biota local seja grande, a diversidade faunística em água doce é menos conhecida que em ambientes marinhos, isso ocorre devido à carência de estudos nessa área. Os organismos pertencentes a esses ambientes abrangem vários grupos taxonômicos de diferentes reinos. Contudo, oligoquetos de água doce são pouco conhecidos, mesmo falando a nível mundial (ROCHA, 2003).

Macroinvertebrados aquáticos desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes nos ecossistemas aquáticos. A abundância e distribuição desses organismos está ligada a vários fatores ambientais que estão relacionados com qualidade da água (HARPER, 1992). Um dos grupos mais comum e abundantes da comunidade bentônica são os oligoquetos, que em geral apresentam ampla distribuição geográfica e podem alcançar populações numerosas (WETZEL, 1992; BRINKHURST; JAMIESON, 1971). Adicionalmente, os oligoquetos são reconhecidos como bioindicadores de qualidade da água e do sedimento por apresentarem sensibilidade a poluição química e eutrofização (MASSON *et al.*, 2010).

No Brasil, ainda sabe-se pouco sobre o número real de espécies da Classe Oligochaeta nos ecossistemas continentais, essa escassez de informações ocorre devido a alguns fatores como, por exemplo, o grande número de bacias hidrográficas ainda não inventariadas; a falta de pesquisadores e infraestrutura adequada para realizar as amostragens; a perda de informações que muitas vezes não são disponibilizadas para todos e a necessidade de revisão taxonômica para vários grupos de oligoquetos (AGOSTINHO *et al.* 2005).

Ainda assim, devido a essa carência de informações, muitos autores tem realizado pesquisas recentes sobre a diversidade e ecologia da comunidade macroinvertebrados aquáticos e Oligochaeta no Estado de São Paulo e no Brasil em geral, tanto em rios, lagos e represas (TRIVINHO-STRIXINO; CORREIA; SONODA, 2000; CORBI *et al.*, 2004; PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005; GORNI; ALVES; 2007; BEHREND *et al.* 2012; SALES *et al.* 2014; AMO *et al.*, 2017; TAKEDA *et al.*, 2017), em reservatórios (DORNFELD *et al.*, 2006; JORCIN; NOGUEIRA, 2008; MOLOZZI *et al.*, 2011; GIROLI, 2019), como em áreas de conservação (GORNI; ALVES, 2007; ALVES; MARCHESE; MARTINS, 2008; GORNI; ALVES, 2008).

Estudos envolvendo a taxonomia e o levantamento faunístico de espécies apresentam informações importantes sobre a biodiversidade de cada grupo, além de ampliar o conhecimento sobre sua distribuição e preferência de habitats. Essas informações de cunho

ecológico são grandes ferramentas utilizadas no desenvolvimento de programas de monitoramento ambiental e de conservação da biodiversidade das áreas estudadas (AGOSTINHO; THOMAZ; GOMES, 2005).

Ainda se tratando dos estudos relacionados ao levantamento faunístico, no caso da assembleia de Oligochaeta, os estudos são insuficientes (GORNI; ALVES, 2008; SILVA, 2007). Os primeiros registros de estudos sobre esses organismos no Brasil começaram na década de 40 com o trabalho de Marcus (1942), posteriormente Righi (1984) descreveu uma chave de identificação taxonômica específica para espécies brasileiras e em 1989 Brinkhurst e Marchese descreveram outra para espécies da América do Sul (PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005). Contudo, percebe-se que a realização de novas pesquisas e a atualização das informações sobre oligoquetos no Brasil é necessária, visto que essas chaves de identificação são as mais utilizadas no país atualmente (SILVA, 2017).

Neste contexto cabe ressaltar, que na atual situação da nossa sociedade, onde a degradação dos recursos hídricos é recorrente, ferramentas que buscam compreender o desequilíbrio ecológico nos corpos hídricos são essenciais. Além do que, é necessário ressaltar a importância de organismos bioindicadores, como os pertencentes a Classe Oligochaeta, que podem indicar os impactos decorrentes do desenvolvimento urbano-industrial que acontece sem um planejamento adequado (SILVA, 2017).

Isto posto, é de suma importância para o conhecimento da biodiversidade límnic, buscar informações sobre o levantamento faunístico e sobre as assembleias de oligoquetos. Essas informações servem de subsídio aos órgãos de gestão ambiental para tomada de decisões sobre a preservação e/ou recuperação de ecossistemas aquáticos brasileiros (GIROLI, 2019).

De acordo com Suriani *et al.* (2007), deve-se investir em estudos relacionados a ecologia e taxonomia desses organismos para que se obtenha o conhecimento da diversidade de espécies de água doce no Brasil.

Para tanto, este capítulo teve como objetivo inventariar a diversidade de espécies pertencentes a Classe Oligochaeta em ambientes lóticos monitorados pela CETESB no Estado de São Paulo, a fim de contribuir com o conhecimento da distribuição e diversidade dos oligoquetos nesses ambientes.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Realizar o inventário faunístico dos oligoquetos em oito rios com influência antrópica do Estado de São Paulo.

### **2.2 Objetivos específicos**

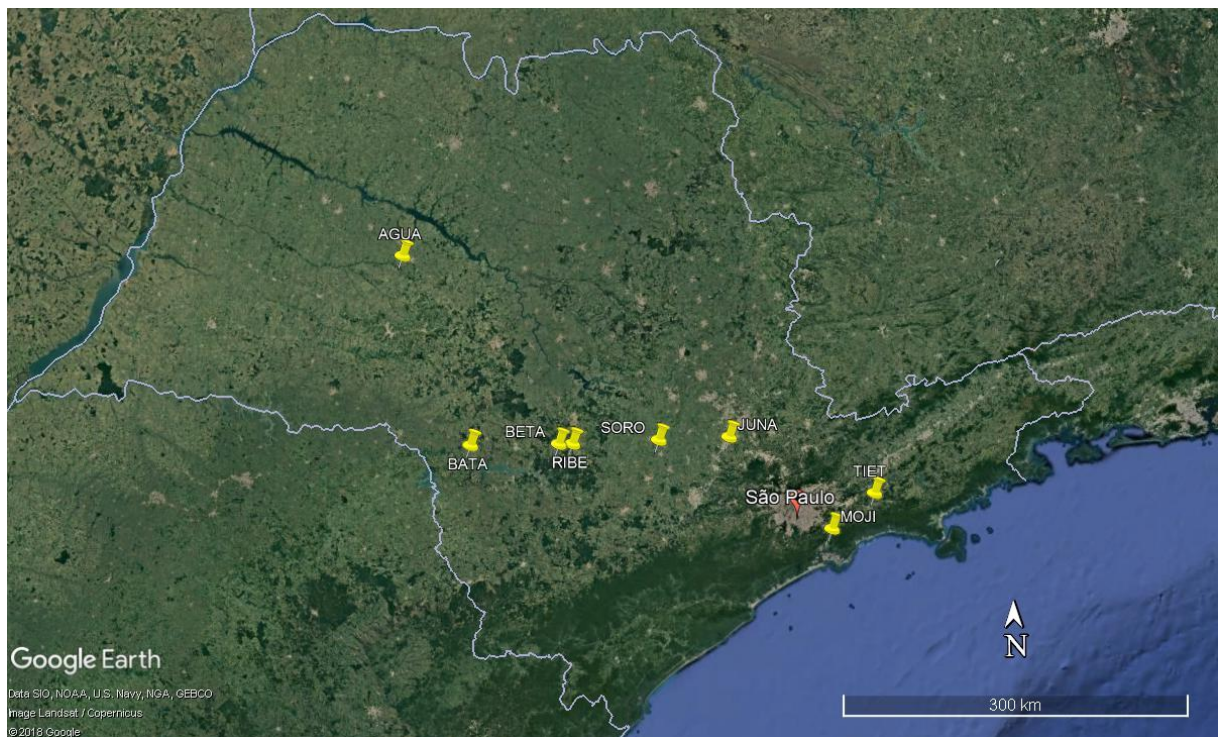
- Descrever a composição da assembleia de Oligochaeta nos trechos amostrados;
- Gerar informações de cunho ecológico e taxonômico para o desenvolvimento de estudos de biomonitoramento por meio da utilização da oligofauna.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

As amostragens foram realizadas e concedidas pelo Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) que fazem parte do Projeto Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos da CETESB em rios no Estado de São Paulo, no período de 2014 a 2016, e englobam um conjunto de dados de Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de atividades predominantes diferentes, variando entre áreas de conservação, agropecuária e industrial, conforme mostra o Mapa 1 e o Quadro 1.

**Mapa 1** - Localização dos rios amostrados no Estado de São Paulo.



**Fonte:** Google Earth, 2018.

**Quadro 1** - Trechos amostrados da Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos de rios do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB de 2014 a 2016.

Trecho	Corpo d'água	Descrição	Município	Coordenadas	UGRHI	Atividade Predominante
JUNA 03600	Rio Jundiáí	Próximo da ETA III do SAEE	Indaiatuba	23°08'25"S/47°13'11"O	5	Industrial
TIET 02050	Rio Tietê	Na captação da SABESP	Biritiba Mirim	23°33'57"S/46°1'17"O	6	Industrial
MOJI 02720	Rio Moji Guaçu	A montante da barragem da Fosfertil	Cubatão	23°50'08"S/46°22'17"O	7	Industrial
SORO 02700	Rio Sorocaba	Na captação de Cerquilho	Cerquilho	23°9'33"S/47°47'42"O	10	Industrial
RIBE 02650	Rio Ribeira	Próximo da balsa para o bairro de Pilões, em Poço Grande	Iporanga	24°32'47"S/48°29'58"O	11	Conservação
BETA 02900	Rio Betari	Ponte na estrada para o bairro da Serra	Iporanga	24°36'14"S/48°36'41"O	11	Conservação
BATA 02222	Rio Batalha	Na área de lazer da Aldeia Kopenoty, limite norte da Terra Indígena, na divisa com a Fazenda Phenix	Indaiatuba	22°14'25"S/49°20'04"O	16	Agropecuária
AGUA 02030	Rio Aguapeí	A aproximadamente 150m a montante da ponte na rod. BR-153, que liga Lins a Getulina	Lins	21°44'43"S/49°51'27"O	20	Agropecuária

**Fonte:** adaptado do Relatório da Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo (CETESB, 2014, 2015 e 2016).

### 3. 2 Amostragem e identificação dos organismos

As amostras de sedimento para análise das comunidades bentônicas foram realizadas pela CETESB, coletadas em triplicata no período de 2014 a 2016. Os organismos foram lavados em água corrente, triados, armazenados em potes plásticos e fixados em formol com concentração final na amostra de 10% ou álcool 70° GL seguindo a Norma Técnica CETESB L5.309 (CETESB, 2003). 33 amostras provenientes de oito rios foram disponibilizadas para este estudo, contendo organismos da Classe Oligochaeta conservados em álcool.

Para a identificação dos oligoquetos lâminas semipermanentes foram montadas utilizando lactofenol para serem observadas em microscópio óptico. Todos os organismos foram identificados no Laboratório de Ecotoxicologia Aquática do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente – Departamento de Ciências Biológicas da Saúde – Universidade de Araraquara (UNIARA), utilizando os critérios taxonômicos adotados por Brinkhurst e Jamieson (1971), Righi (1984) e Brinkhurst e Marchese (1989) e Timm (2009) e a lista de sinônimos foi elaborada conforme catálogo proposto por Christoffersen (2007).

Após o término da identificação os organismos serão depositados na coleção do Setor de Comunidades Aquáticas (ELHC) da CETESB.

Para avaliar a eficiência das amostras coletadas nos rios foram utilizados estimadores de riqueza de espécies *Bootstrap* e curvas de acumulação de espécies randomizadas (curva do coletor). As curvas de acumulação de espécies foram construídas por meio de 9.999 curvas geradas pelo acréscimo aleatório das amostras, utilizando o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2019), software “R” versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2017).

## 4 RESULTADOS

Obtivemos como resultado da identificação dos espécimes amostrados neste estudo um total de 7.398 oligoquetos distribuídos dentre as famílias: Alluroididae, Naididae e Opistocystidae (Tabela 1).

**Tabela 1** - Quantificação de espécies de oligoquetos registrados em rios do Estado de São Paulo (JUNA- Rio Jundiá; TIET- Rio Tietê; MOJI- Rio Moji Guaçu; SORO- Rio Sorocaba; BETA- Rio Betari; RIBE- Rio Ribeira; AGUA- Rio Aguapeí; BATA- Rio Batalha).

Espécies	JUNA	TIET	MOJI	SORO	BETA	RIBE	AGUA	BATA	Total	%
<b>Família Alluroididae</b>										
Alluroididae sp.	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0,01%
<b>Família Opistocistidae</b>										
<i>Opistocysta funiculus</i>	-	246	-	18	-	1	2	-	267	3,61%
<b>Família Naididae</b>										<b>96,38%</b>
<b>Subfamília Naidinae</b>										<b>3,78%</b>
<i>Allonais chelata</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,01%
<i>Aulophorus borelli</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1	0,01%
<i>Aulophorus furcatus</i>	29	-	9	-	-	-	-	-	38	0,51%
<i>Chaetogaster diaphanus</i>	2	4	17	-	-	-	-	1	24	0,32%
<i>Dero digitata</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0,01%
<i>Dero nivea</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,01%
<i>Dero sawayai</i>	-	6	5	2	-	-	-	-	13	0,18%
<i>Nais communis</i>	20	5	6	9	-	-	1	2	43	0,58%
<i>Nais variabilis</i>	-	20	-	-	-	-	-	-	20	0,27%
<i>Slavina appendiculata</i>	-	2	-	11	-	-	6	4	23	0,31%
<i>Slavina evelinae</i>	-	98	-	5	-	-	5	-	108	1,46%
<i>Stephensoniana trivandrana</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	5	0,08%
<i>Stylaria lacustris</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	2	0,03%
<b>Subfamília Pristininae</b>										<b>11,91%</b>
<i>Pristina americana</i>	-	8	2	-	-	-	-	-	10	0,14%
<i>Pristina longisoma</i>	-	10	-	-	-	-	-	-	10	0,14%
<i>Pristina menoni</i>	-	7	-	-	-	-	-	-	7	0,09%
<i>Pristina osborni</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0,01%
<i>Pristina rosea</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	4	0,05%
<i>Pristina synclites</i>	46	249	-	475	-	11	59	9	849	11,48%
<b>Subfamília Rhyacodrilinae</b>										<b>70,22%</b>
<i>Bothrioneurum</i> sp.	180	165	3644	436	-	607	23	45	5100	68,95%
<i>Branchiura sowerbyi</i>	-	-	-	20	16	49	10	-	95	1,28%
<b>Subfamília Tubficinae</b>										<b>10,46%</b>
<i>Aulodrilus pigueti</i>	-	230	-	1	-	1	-	35	267	3,61%
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	3	41	257	27	-	178	-	-	506	6,84%



<i>Limnodrilus neotropicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0,01%
<b>Total</b>	<b>281</b>	<b>1096</b>	<b>3941</b>	<b>1006</b>	<b>18</b>	<b>848</b>	<b>106</b>	<b>102</b>	<b>7398</b>	<b>100.00%</b>

(-) espécie não registrada.

Fonte: elaborado pela própria autora, 2019.

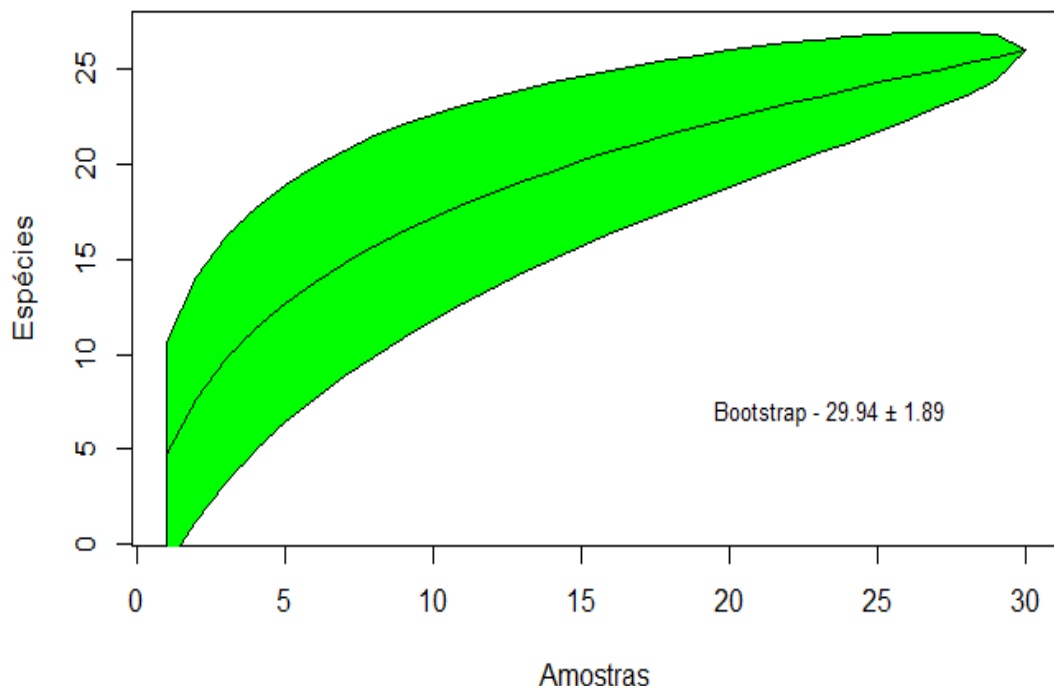
Um total de 26 táxons (24 espécies) foram registrados neste estudo, onde o mais abundante presente em sete dos oito rios amostrados foi *Bothrioneurum* sp. que representou 68,95% do número total de indivíduos, seguido de *Pristina synclites* (11,48%) registrado em seis dos oito rios amostrados.

A família Naididae foi considerada a mais representativa dessa assembleia de oligoquetos, apresentando 96,38% dos táxons encontrados, sendo dividida em quatro subfamílias: Rhyacodrilinae (70,22%), Pristininae (11,91%), Tubificinae (10,46%) e Subfamília Naidinae (3,78%).

A família Alluroididae foi representada por apenas um indivíduo identificado ao nível de família, correspondendo a 0,01% das espécies identificadas e a família Opistocystidae foi representada pela espécie *Opistocysta funiculus* (3,61%).

O resultado obtido pelo estimador de riqueza Bootstrap ( $29,9 \pm 1,9$ ) indica que o desenho amostral adotado neste estudo foi satisfatório, considerando que a riqueza de espécies registrada está muito próxima da faixa estimada (Gráfico 1).

**Gráfico 1** - Curva de acumulação de espécies e estimadores de riqueza para oligoquetos coletados nos trechos de amostragem da Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos de rios do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB no período de 2014 a 2016.



Segue abaixo a relação de espécies identificadas neste estudo em conjunto com informações gerais sobre sua distribuição, características morfológicas e sinônimos conforme Christoffersen (2007).

### **Considerações e Distribuição das espécies**

#### **Família Alluroididae**

*Alluroididae* sp. Michaelsen, 1900.

Não foi possível identificar este oligoqueto até espécie. Espécies pertencentes a este gênero costumam ser encontradas principalmente na África e América do Sul e apresentam como uma de suas características morfológicas cerdas unicúspides aos pares (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada no Rio Ribeira, Iporanga.

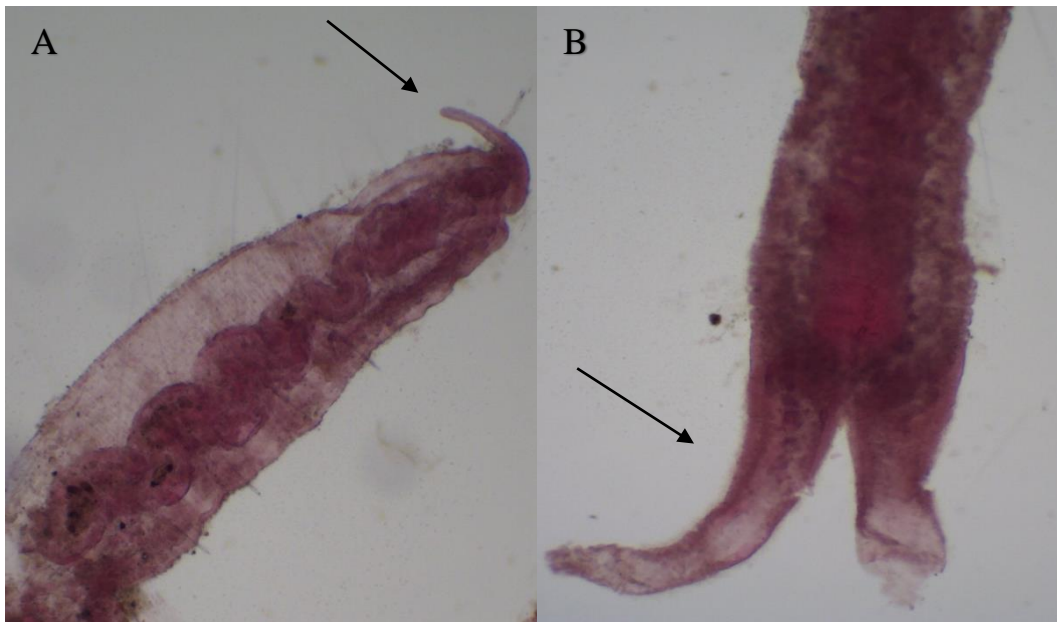
#### **Família Opistocystidae**

*Opistocysta funiculus* Cordero, 1948.

**Sinônimos:** *Pristina flagellum*, Černosvitov, 1936 (non Leidy, 1880); *Opistocysta flagellum*, Marcus, 1944, Du Bois-Reymond Marcus, 1947 (non Leidy, 1880).

As principais características dessa espécie são a presença de prostômio formando uma probóscide (Figura 1 - A) e três apêndices caudais no extremo posterior (Figura 1 - B) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Encontrada geralmente na América do Norte e do Sul e África.

**Figura 1** - *Opistocysta funiculus*. **A:** prostômio com probocidade; **B:** apêndices caudais.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa esta espécie foi registrada nos rios Tietê, Sorocaba, Ribeira e Aguapeí. Registrada também no lago Diogo próximo ao rio Tietê no Bairro Canindé (Cidade de São Paulo) (MARCUS, 1942; 1943; 1944), em Luiz Antônio (ALVES; STRIXINO, 2000), no rio Moji Guaçu (ALVES; STRIXINO, 2000; 2003), em Bariri, no reservatório Ponte Nova (PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005), em Americana, no rio Atibaia/Reservatório de Salto Grande (DORNFELD *et al.*, 2006), no córrego Himalaia, córrego Bocaina e Ribeirão da Bocaina do Município de Bocaina (SANCHES; SAHM; GOMES, 2016), no rio Paranapanema (CESAR; HENRY, 2017) e nos reservatórios Billings, Promissão, Ponte Nova, Santa Branca, França, Jurumirim, Paiva Castro e Rio grande (GIROLLI, 2019). Associada à macrófitas aquáticas do gênero *Egeria* (Hydrocharitaceae) na represa Ribeirão de Anhumas em Américo Brasiliense (SANCHES; GORNI, 2014) e; associada ao sedimento em Américo Brasiliense, na represa do Ribeirão das Anhumas (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2002), nos municípios de Americana, no rio Atibaia/Reservatório de Salto Grande (DORNFELD *et al.*, 2006) e na represa da cidade (PAMPLIN; ALMEIDA; ROCHA; 2006), Barra Bonita, Ibitinga, Nova Avanhandava, Três Irmãos (SURIANI *et al.*, 2007).

**Amazonas:** coletada no município de Humaitá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1943) e em Maués (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b).

**Pará:** encontrada nos municípios de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), Belterra (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b), Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942) e Óbidos, no rio Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b).

**Paraná:** o registro ocorreu no rio Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009), no Rio Iguaçu (BEHREND *et al.* 2012) e em reservatórios eutrofizados (MORETTO *et al.* 2013).

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

**Rio Grande do Sul:** registradas em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

## Família Naididae

### Subfamília Naidinae

*Allonais chelata* Marcus, 1944.

**Sinônimos:** ? *Schmardaella filiformis*, Moore, 1906; *Nais paraguayensis* f. *chelata* Marcus, 1944.

Esta espécie possui cerdas aciculares características, porém a variação entre outras espécies ainda não é muito clara (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Encontrada geralmente na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

### Distribuição:

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada no rio Jundiaí. Encontrada também em Araraquara, no rio Pinheirinho, associada a sedimento (ALVES; LUCCA, 2000; ALVE; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006), em Brotas, na represa Lagoa Dourada, associada à macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007) e em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas, associada à macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007) e a sedimento (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2002).

**Amazonas:** coletada no lago Grande Curuay (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1944).

**Pará:** encontrada no município de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), no município de Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942), no município de Óbidos, no rio Trombetas (DU BOIS-

REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942), rio São Manuel (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), rio Cuminá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), lago Salgado (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942) e no rio Cupari (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942).

**Pernambuco:** ocorreu no município de Cabo de Santo Agostinho, no reservatório de Gurjaú (MARCUS, 1944).

**Rio Grande do Sul:** coletada no município de Mostardas, no Instituto Rio Grandense de Arroz (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

*Aulophorus borelli* Michaelsen, 1900. (Figura 2).

**Sinônimos:** *Dero* sp. Cognetti, 1900; *Dero borelli* Michaelsen, 1900; *Aulophorus borellii* Michaelsen, 1900; *Dero (Aulophorus) borellii* Michaelsen, 1900.

Esta espécie caracteriza-se basicamente por possuir cerdas aciculares bífidas e 4 pares de brânquias (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Encontrada geralmente na América do Norte e do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

**Figura 2 - *Aulophorus borelli*.**



**Fonte:** própria autora, 2019.

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa essa espécie foi registrada no rio Moji Guaçu. Foi encontrada também associada ao sedimento em Araraquara, no córrego Santa Clara (ALVES; LUCCA; 2000); associada à rizomas e raízes da macrófita aquática *Scirpus cubensis* (Cyperaceae) em Luiz Antônio, na Lagoa do Infernã (CORREIA; TRIVINHO-STRIXINO, 1998; TRIVINHO-STRIXINO; CORREIA; SONODA, 2000); também associadas à macrófitas aquáticas dos gêneros *Salvinia* (Salviniaceae) e *Egeria* (Hydrocharitaceae) no município de Américo

Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas (SANCHES; GORNI, 2014) e nos reservatórios Billings e Promissão (GIROLI, 2019).

**Amazonas:** coletada no município de Maués (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada no brejo do Santa Sofia e no rio Negro (TAKEDA; PEREIRA, BARBOSA, 2000).

**Mato Grosso:** encontrada no município do Mato Grosso (MICHAELSEN, 1900).

**Pará:** coletada no rio Tabajós (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), no município de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), no município de Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942) e no município de Óbidos, nos rios Trombetas (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b), Cuminá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), Alemquer (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942) e no lago Salgado (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942).

**Paraná:** ocorreu nos municípios Parapanema (MORETTO *et al.*, 2013), canal Curutuba (RAGONHA; TAKEDA, 2014), no Parque Nacional de Ilha Grande (RAGONHA *et al.*, 2013), nos rios Paraná (PETSCH *et al.*, 2015) e Baía (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA; TAKEDA, 2014).

**Piauí:** coletada no rio Poti (SALES *et al.*, 2014).

*Aulophorus furcatus* Müller, 1774. (Figura 3 - A).

**Sinônimos:** *Nais furcata* O. F. Müller, 1774. *Dero (Aulophorus) furcatus* O. F. Müller, 1774; ? *Aulophorus palustres* Michaelsen, 1905; *Dero* sp. Stephenson, 1910; ? *Aulophorus furcatus* var. *brevipalpus* Golanski, 1911; *Aulophorus stephensi* Michaelsen, 1912; ? *Aulophorus africanus* Michaelsen, 1914; *Dero roseola* Nicholls, 1921.

Espécie cosmopolita, suas principais características são a presença de brânquias e palpos na região posterior do seu corpo (Figura 3 - B) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Muito encontrada na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971). De acordo com estudos dos autores Lin e Yo (2008), essa espécie costuma ocorrer em locais com alta concentração de matéria orgânica e sedimento pedregoso.

**Figura 3 - A:** *Aulophorus furcatus*; **B:** brânquias e palpos.



Fonte: própria autora, 2019.

### Distribuição:

**São Paulo:** nesta pesquisa ocorreu nos rios Jundiá e Moji Guaçu. Registrada também 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; MARCHESI, 2005), no córrego Bocaina no município de Bocaina (SANCHES; SAHM; GOMES, 2016) e nos reservatórios Billings e Graminha (GIROLI, 2019); associada a gastrópodes da espécie *Pomacea bridgesii* (GORNI; ALVES, 2006); no sedimento da represa de Barra Bonita (SURIANI *et al.*, 2007).

**Amazonas:** coletada no município de Humaitá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949A/1949B; MARCUS, 1943).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada no rio Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Minas Gerais:** encontrada no município de Minas Gerais (MARTINS; SILVEIRA; ALVES, 2011), no município de Lima Duarte, na Fazenda Floresta e em Juiz de Fora, no lago Manacás (RODRIGUES; LEITE; ALVES, 2013).

**Pará:** ocorreu no município de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), no rio Cururú (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), no município de Óbidos, no rio Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b) e no município Itaituba (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947).

**Paraná:** encontrada nos rios Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009), Baía (BEHREND *et al.*, 2009; FUJITA *et al.*, 2015; RAGONHA *et al.*, 2014), nos lagos Patos, associada à

macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e do gênero *Salvinia* (Salviniaceae) (MONTANHOLI - MARTINS; TAKEDA, 2001) e Garças (RAGONHA; TAKEDA, 2014).

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

**Pernambuco:** coletada nos municípios de Cabo, Mercês, Salgadinho (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947) e Bom Jardim (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1944).

**Rio Grande do Sul:** ocorreu no município de Mostardas, no Instituto Rio Grandense de Arroz (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

**Rondônia:** encontrada em Porto Velho em uma Reserva Extrativista do Lago Cuniã, no Rio Madeira (GOMES *et al.*, 2017).

*Chaetogaster diaphanus* Gruithuisen, 1828. (Figura 4).

**Sinônimos:** *Nais diaphana* Gruithuisen, 1828.

Espécie caracterizada por possuir prostômio inconspícuo e cerdas ventrais do segmento II geralmente de 4-8 por feixe. Encontrada geralmente na Europa, Ásia, América do Norte e do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

**Figura 4 -** *Chaetogaster diaphanus*.



**Fonte:** própria autora, 2019.



**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada nos rios Jundiá, Tietê, Moji Guaçu, Batalha. Encontrada também nos reservatórios França, Graminha e Rio grande (GIROLI, 2019), ocorreu também associada ao caracol *Pomacea bridgesii* (Ampullaridae) em Araraquara (GORNI; ALVES, 2006); associada às macrófitas aquáticas do gênero *Salvinia* (Salviniaceae) e *Egeria* (Hydrocharitaceae) na represa Ribeirão das Anhumas, em Américo Brasiliense (SANCHES; GORNI, 2014).

**Minas Gerais:** coletada no município de Juiz de Fora, no lago Manacás (MARTINS; SILVEIRA; ALVES, 2011).

*Dero digitata* Müller, 1773.

**Sinônimos:** *Nais digitata* O. F. Müller, 1773; *Dero (Dero) digitata* O. F. Müller, 1773; *Nais (Proto) digitata* O. F. Müller, 1773; *Uronais digitata* O. F. Müller, 1773; *Proto digitata* O. F. Müller, 1773; *Xantho hexapoda* Dutrochet, 1819; *Dero limosa* Leidy, 1852; ? *Dero philippinensis* Semper, 1877; *Dero acuta* Bousfield, 1886; ? *Dero mülleri* Bousfield, 1886; ? *Dero intermedia* Cragin, 1887; *Dero michaelsoni* Svetlov, 1924; *D. bonariensis* Michaelson, 1933; *D. kawamurai* Kondô, 1936; *Dero tanimotoi* Kondô, 1936; *Dero quadribranchiata* Cernovitov, 1937.

Normalmente possui como principal característica fossa branquial com 4 pares de brânquias ou menos no extremo posterior do corpo. Geralmente presente na América do Sul (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa ocorreu no rio Tietê. Foi registrada também no município de Bariri, no reservatório Ponte Nova (PAMPLIN *et al.*, 2005), no rio São Lourenço (ROSA; MARTINS; ALVES, 2015) e nos reservatórios Billings, Promissão e Graminha (GIROLI, 2019). Também encontrada associada ao sedimento em Bariri, no reservatório Ponte Nova (SURIANI *et al.*, 2007); associada à macrófitas submersas em Brotas, na represa Lagoa Dourada, e em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas (ALVES; GORNI, 2007); em macrófitas aquáticas dos gêneros *Salvinia* (Salviniaceae) e *Egeria* (Hydrocharitaceae) (SANCHES; GORNI, 2014). Em Araraquara, esta espécie foi encontrada associada ao sedimento no córrego Santa Clara (ALVES; LUCCA, 2000); e ao caracol *Pomacea bridgesii* (Ampullaridae) (GORNI; ALVES, 2006).

**Amazonas:** coletada no lago Grande Curuay (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1944).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada nos rios Negro e Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Pará:** ocorreu nos rios Tabajós (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), Cururú (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), nos município de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), Belterra (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b), Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942), Itaituba (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947) e Óbidos, nos rios Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b), São Manuel (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), Cupari (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942) e Juruena (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1944).

**Paraná:** encontrada nos rios Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009), Paraná (BEHREND *et al.*, 2013; RAGONHA; TAKEDA, 2014), Baía (BEHREND *et al.*, 2009), no lago Pau Véio (RAGONHA; TAKEDA, 2014), na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013) e nos municípios Tibagi (MORETTO *et al.*, 2013), Santa Isabel do Ivaí (MORETTO *et al.*, 2013) e Capitão Leônidas Marques, no rio Iguaçu (BEHREND *et al.*, 2012).

**Rondônia:** coletada em Porto Velho em uma Reserva Extrativista do Lago Cuniã, no Rio Madeira (GOMES *et al.*, 2017).

**Rio Grande do Sul:** registrada no município de Mostardas, no Instituto Rio Grandense de Arroz (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

*Dero nivea* Aiyer, 1930.

**Sinônimos:** *Dero (Dero) nivea* Aiyer, 1930; *Dero palestinica* Černosvitov, 1938.

Espécie cosmopolita e caracterizada principalmente pela fossa branquial prolongada (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Registrada geralmente na Europa, Ásia, América, África e Austrália (BRINKHURST; JAMIESON, 1971). De acordo com Milligan (1997) a ocorrência de *D. nivea* é mais comum em regiões com macrófitas e sedimento fino.

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** neste estudo foi encontrada no rio Betari. Registrada também no córrego Himalaia no Município de Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016), na rizosfera de macrófitas (CORREIA; TRIVINHO-STRIXINO, 1998), em uma lagoa marginal do Rio Moji Guaçu

(ALVES; STRIXINO, 2000), associada à macrófitas na Lagoa do Infernã (TRIVINHO-STRIXINO; CORREIA; SONODA, 2000), no sedimento da represa Ribeirão das Anhumas (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2002), em represas do Rio Tietê (PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005), associada a gastrópodes (GORNI; ALVES, 2006), em macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007) e associada à esponja *Metania spinata* (GORNI; ALVES, 2008a).

**Rio Grande do Sul:** registrada em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK, ROCHA, 2012).

*Dero sawyai* Marcus, 1943.

**Sinônimos:** ? *Dero heterobranchiata* Michaelsen, 1933; *Dero (Dero) sawyai* Marcus, 1943.

Esta espécie é amplamente distribuída no Brasil e comum em associações com outros organismos. Caracterizada principalmente pela presença de dois pares de brânquias digitiformes (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** neste estudo foi encontrada nos rios Tietê, Moji Guaçu e Sorocaba. Ocorreu no córrego Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016), nos reservatórios Itupararanga, Promiss, Graminha, Billings, Paiva Castro e reservatório Rio grande, 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; ALVES, 2006), associada a macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007) e associada à esponja *Metania spinata* (GORNI; ALVES, 2008a).

**Paraná:** foi encontrada no Rio Iguazu (BEHREND *et al.* 2012) e Rio Paraná, no Parque Nacional de Ilha Grande, entre o Estado do Mato Grosso do Sul e do Paraná (RAGONHA *et al.* 2013), registrada também associada às macrófitas *Hydrilla verticillata* e *Egeria najas* coletadas no Rio Paraná e resaco do Leopoldo (BEHREND *et al.* 2013).

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

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

**Alagoas:** ocorreu no município de Satuba, num tanque artificial (MARCUS, 1943).

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

**Rio Grande do Sul:** encontrada em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

*Nais communis* Pignet, 1906. (Figura 5).

**Sinônimos:** *Nais heterochaeta* Benham, 1893; *Nais. parvula* Walton, 1906; *Nais parviseta* Walton, 1906; *Nais variabilis* var. *punjabensis* Stephenson, 1909; *Nais communis* var. *punjabensis* Stephenson, 1909; *Nais communis* var. *caeca* Stephenson, 1910; *Pterochaeta astronensis* Pierantoni, 1911; *Nais communis* var. *acuta* Pointner, 1914; *Nais communis* f. *magenta* Marcus, 1943.

Esta espécie é considerada cosmopolita e assemelha-se muito com espécies do gênero *Dero*, porém não possuem brânquias na região extremo posterior do corpo (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 5 - *Nais communis*.**



**Fonte:** própria autora, 2019.

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada nos rios Jundiaí, Tietê, Moji Guaçu, Sorocaba e Aguapeí. Ocorreu em Rio Claro (MARCUS, 1943), nos rios Monjolinho (ALVES *et al.*, 2006), São Lourenço (ROSA *et al.*, 2014), em córregos do Parque Estadual Intervales, Bocaina,

Carmo Lageado e Água Comprida (ALVES *et al.*, 2008), em Bocaina no córrego do Himalaia (SANCHES *et al.*, 2016), e nos reservatórios Billings, Itupararanga, Promissão, Jurumirim e Rio grande (GIROLI, 2019), foi registrada também associada ao sedimento em Araraquara nos córregos Santa Clara (ALVES; LUCA, 2000) e Pinheirinho (ALVES *et al.*, 2006); em Campos do Jordão no córrego Campo Meio associada ao sedimento e substrato de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008). Associada à esponja *Ephydatia crateriformis* (Spongillidae), no rio Ribeira de Iguape e no rio Tietê (MARCUS, 1943), em São Carlos no córrego Espreado associada à esponja *Radiospongilla amazonenses* (Spongillidae) (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO; ALVES, 2005; PAMPLIN *et al.*, 2005); à esponja *Metania spinata* (Metaniidae) em Itirapina na represa Lagoa Dourada (GORNI; ALVES, 2008a); e associada ao caracol *Pomacea bridgesii* (Ampullaridae) (GORNI; ALVES, 2006). Associada à macrófitas submersas em Brotas na Lagoa Dourada (ALVES; GORNI, 2007), à macrófitas aquáticas em Luiz Antônio na Lagoa do Infernã (TRIVINHO-STRIXINO *et al.*, 2000), e também associada a briófitas no rio Jacaré-Pepira (GORNI; ALVES, 2007); também foi encontrada em Campos do Jordão, associada à folhiços, no córrego Galharada (GORNI; ALVES, 2012).

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

**Minas Gerais:** registrada em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES; LEITE; ALVES, 2013).

**Pará:** ocorreu no município de Belterra (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942).

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

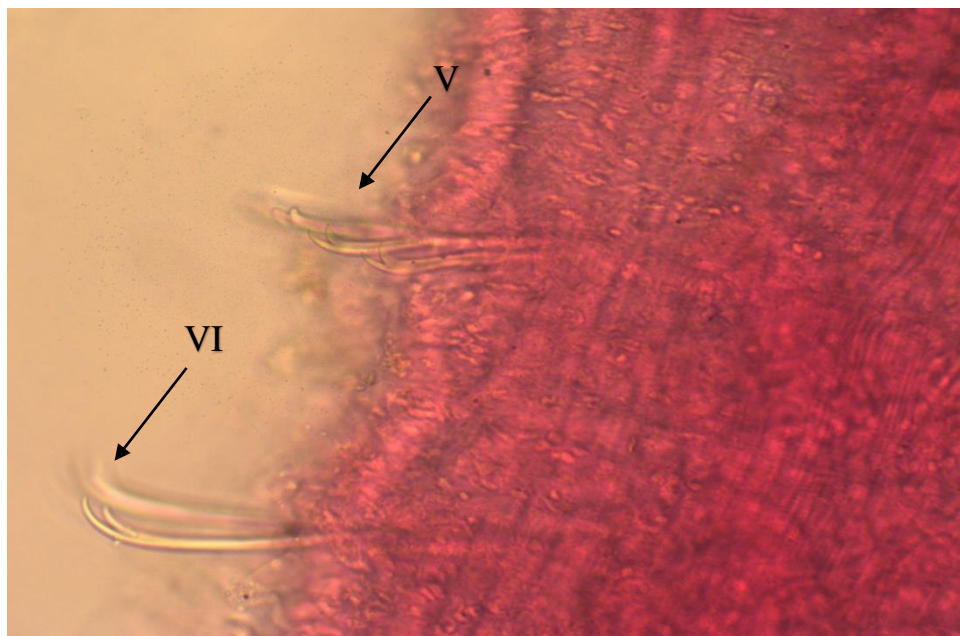
*Nais variabilis* Piguet, 1906.

**Sinônimos:** ? *Nais rivulosa* Leidy, 1850; ? *Nais japonica* Kondô, 1936; ? *Nais bekmani* Sokolskaya, 1962.

Espécie geralmente encontrada em substratos com areia fina e material orgânico finamente fragmentado (VERDONSCHOT, 1999). Caracteriza-se principalmente pela

mudança da forma das cerdas ventrais entre os segmentos V-VI (Figura 6) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Espécie considerada cosmopolita (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

**Figura 6** - Mudança de cerda entre os segmentos V-VI da espécie *Nais variabilis*.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada no rio Tietê. Registrada no córrego Bocaina no município de Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016), no rio Paranapanema (CESAR; HENRY; 2017) e nos reservatórios Billings, Ituparanga, Promissão, Ponte Nova, Graminha, Billings e Paiva Castro (GIROLI, 2019); encontrada também associada à macrófitas submersas em Américo Brasiliense e Brotas, nas represas Ribeirão das Anhumas e Lagoa Dourada, respectivamente (ALVES; GORNI, 2007); associada a larvas de organismos da ordem Odonata em Ipeúna, nos córregos Cantagalo e Lapa (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO; FRAGOSO; 2004); e em Campos do Jordão, no córrego Galharada (GORNI; ALVES, 2015) associada à folhiços (GORNI; ALVES, 2012) e em substrato de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada no rio Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

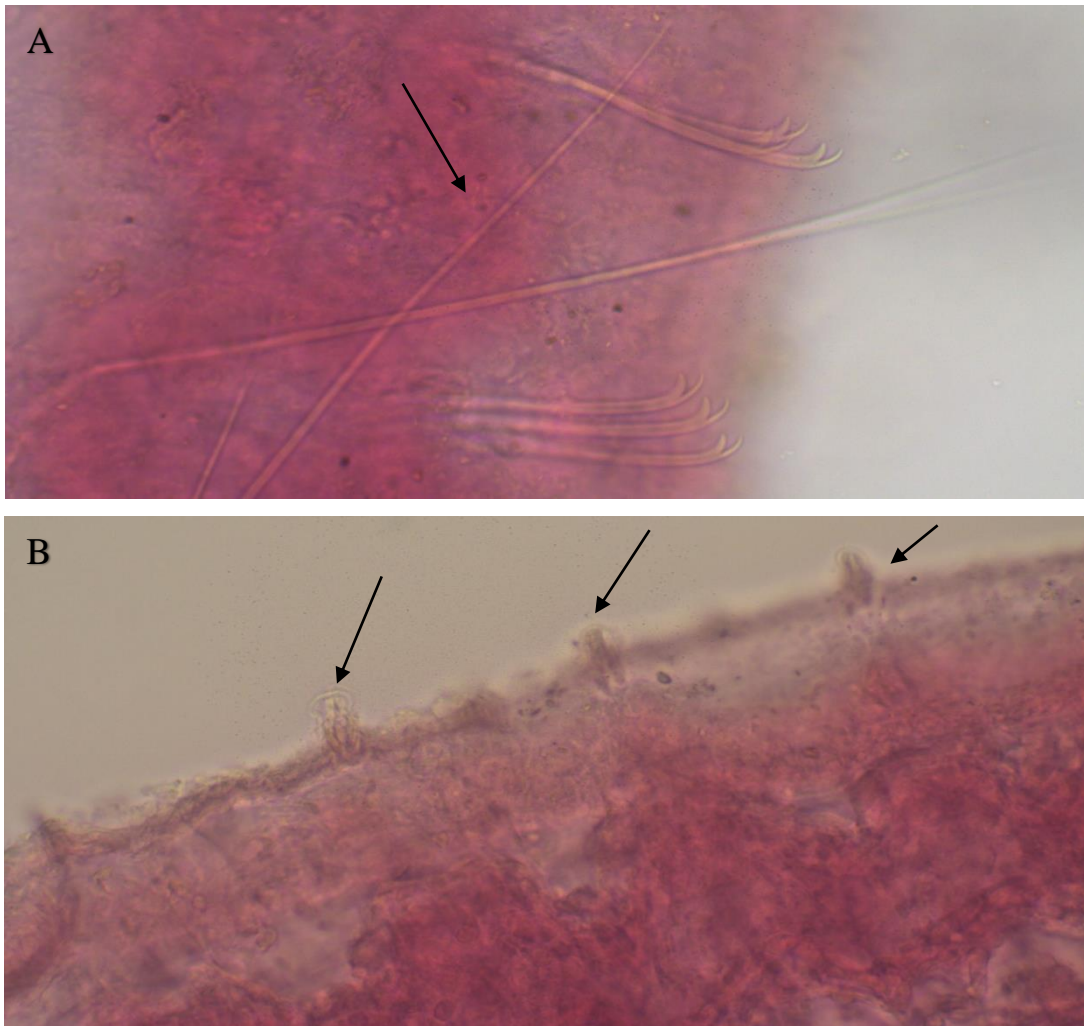
**Minas Gerais:** foi registrada em córregos de primeira ordem de áreas preservadas (RODRIGUES; LEITE; ALVES, 2013).

*Slavina appendiculata* D'Udekem, 1855.

**Sinônimos:** ? *Nais escherosa* Gruithuisen, 1828; ? *Nais gracilis* Leidy, 1850; ? *Slavina gracilis* (Leidy, 1850); *Stylaria gracilis* (Leidy, 1850); *Nais appendiculata* D'Udekem, 1855; *Nais lurida* Timm, 1883; *Slavina lurida* (Timm, 1883); *Slavina punjabensis* Stephenson, 1909; ? *Slavina* sp. Stephenson, 1916; ? *Slavina montana* Stephenson, 1923; *Slavina truncata* Harman, 1966.

Caracterizada por possuir cerda capilar ligeiramente mais alongada no segmento II (Figura 9 - A) e parede do corpo coberta com papilas (Figura 9 - B) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Espécie considerada cosmopolita (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

**Figura 7 -** *Slavina appendiculata* **A:** cerda capilar longa; **B:** papilas.



**Fonte:** própria autora, 2019.

**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada nos rios Tietê, Sorocaba, Aguapeí e Batalha. Coletada também no córrego Gouveia (ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006) e no bairro Caxingui, em São Paulo (MARCUS, 1942,1943,1944).

*Slavina evelinae* Marcus, 1942. (Figura 8 - A).

**Sinônimos:** *Peloscolex evelinae* Marcus, 1942.

Esta espécie possui como principal característica a presença de papilas cuticulares (Figura 8 - B) (MARCUS, 1942; BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Geralmente encontrada na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971).

**Figura 8 - A:** *Slavina evelinae*; **B:** papilas.



**Fonte:** própria autora, 2019.

**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada nos rios Tietê, Sorocaba e Aguapeí. Encontrada no rio Tietê em Bariri (PAMPLIN *et al.*, 2005), no rio Pinheiros (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1944; MARCUS, 1942, 1943); no reservatório Ponte Nova e; em Bocaina, no córrego Himalaia (SANCHES *et al.*, 2016) e nos reservatórios Santa Branca e Paiva Castro (GIROLI, 2019); encontrada também associada à macrófitas submersas nos municípios de



Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas, e Brotas, na represa Lagoa Dourada, (ALVES; GORNI, 2007); e à macrófitas dos gêneros *Salvinia* (Salviniaceae) e *Egeria* (Hydrocharitaceae) (SANCHES; GORNI, 2014); em Luiz Antônio na lagoa do Infernã associada à rizomas e raízes da macrófitas aquáticas *Scirpus cubensis* (Cyperaceae) (CORREIA; TRIVINHO-STRIXINO, 1998); e à macrófitas aquáticas (TRIVINHO-STRIXINO *et al.*, 2000); também associada à folhas em decomposição de *Ficus elástica* (Rosales: Moraceae) (MARCUS, 1942); também foram encontradas associadas ao sedimento em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas (CORBI; TRIVINHO-STRIXINO, 2002), e em Bariri, no rio Tietê (SURIANI *et al.*, 2007).

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

**Mato Grosso do Sul:** encontrada nos rios Negro e Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Pará:** encontrada nos municípios de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a; MARCUS, 1942), Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942) e em Óbidos, nos rios Trombetas (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), Cuminá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), Cupari (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942), Alemquer (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942) e no lago Salgado (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942).

**Paraná:** registrada no rio Paraná, entre o Estado do Mato Grosso do Sul e do Paraná (RAGONHA *et al.* 2013); em diferentes habitats de planície de inundação do Rio Paraná (RAGONHA; TAKEDA, 2014) e no Rio Iguaçú, encontrada no Estado do Paraná (BEHREND *et al.* 2012); e também associada as macrófitas *Hydrilla verticillata* e *Egeria najas* coletadas no Rio Paraná e resaca do Leopoldo (BEHREND *et al.* 2013).

**Pernambuco:** coletada no município de São Bartolomeu (MARCUS, 1942, 1943).

**Rio Grande do Sul:** encontrada em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

*Stephensoniana trivandrana* Aiyer, 1926.

**Sinônimos:** *Naidium trivandranum* Aiyer, 1926; *Stephensonia trivandrana* (Aiyer, 1926); *Slavinia trivandrana* (Aiyer, 1926).

Espécie caracterizada por possuir parede do corpo coberta com material estranho aderido às secreções glandulares. Geralmente encontrada na América do Sul (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Registro:**

**São Paulo:** nesta pesquisa essa espécie foi encontrada no rio Batalha. Foi registrada pela primeira vez no Estado de São Paulo na região profunda ( $\pm 21\text{m}$ ) do reservatório Promissão, no município de Promissão (GIROLI, 2019).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada em Salina, no brejo do Santa Sofia e no rio Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Paraná:** coletada nos rios Baía, Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009), Paraná, associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e sedimentos (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 1999), no canal de Ipoitã (RAGONHA; TAKEDA, 2014), na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013), nos lagos Patos (RAGONHA; TAKEDA, 2014), associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 2001), Ventura (RAGONHA; TAKEDA, 2014), nos municípios Alto Piquiri, Santa Isabel do Ivaí, Paranapanema (MORETTO *et al.*, 2013), União da Vitória (BEHREND *et al.*, 2012) e Paraná (MORETTO *et al.*, 2013), no rio Iguçu.

*Stylaria lacustris* Linnaeus, 1767.

**Sinônimos:** *Nereis lacustris* Linnaeus, 1767; *Nais lacustris* (Linnaeus, 1767); *Nais proboscidea* O. F. Müller, 1774; *Stylaria proboscidea* (O. F. Müller, 1774); *Stylinais proboscidea* (O. F. Müller, 1774); *Stylaria paludosa* Lamarck, 1816; *Stylaria philadelphia* Czerniavsky, 1880; *Stylaria scotica* Czerniavsky, 1880; *Caecaria rara* Floericke, 1892; *Caecaria silesica* Floericke, 1892; *Caecaria brevis* Floericke, 1892.

Espécie caracteriza-se basicamente por cerdas dorsais começando no segmento VI e presença de probocida. Geralmente encontrada na América do Sul (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada no rio Sorocaba. Encontrada também em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas, associada a macrófitas aquáticas dos gêneros *Salvinia* (Salviniaceae) e *Egeria* (Hydrocharitaceae) (SANCHES; GORNI, 2014;

ALVES; GORNI, 2007), e em Brotas, na represa Lagoa Dourada, associada à macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007).

**Mato Grosso do Sul:** ocorreu no rio Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA; 2000).

**Paraná:** coletada no rio Paraná (BEHREND *et al.*, 2013).

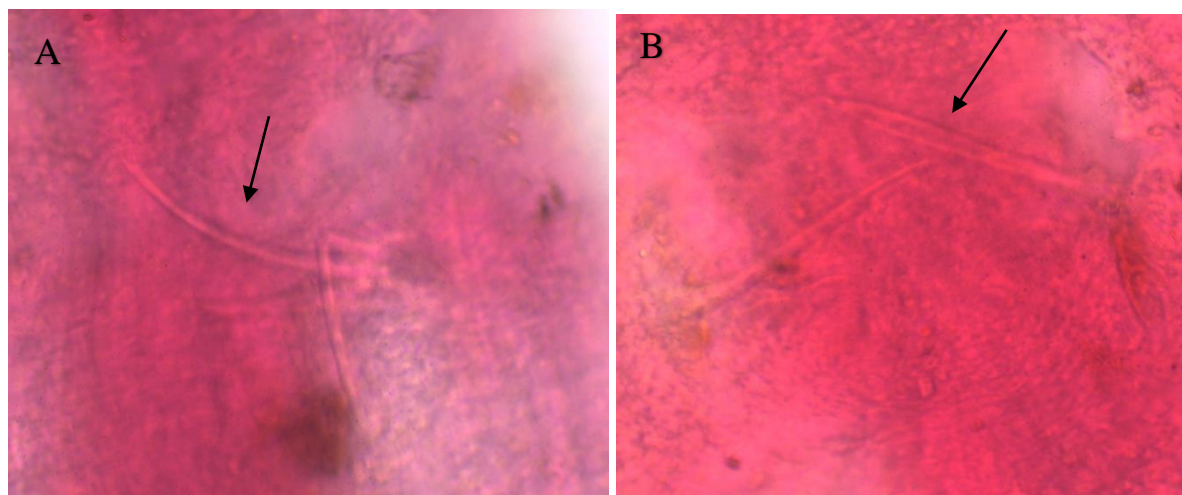
### Subfamília Pristininae

*Pristina americana* Černosvitov, 1937.

**Sinônimos:** *Pristina americana* f. *typica* Černosvitov, 1937; *Pristina americana* var. *loretana* Černosvitov, 1937; *Pristina peruviana* Černosvitov, 1939; *Pristina longidentata* Harman, 1965; *Pristinella longidentata* Harman, 1965; *Pristina orghidani* Botea, 1983.

Espécie apresenta, dentre outras estruturas, 3-5 cerdas genitais no segmento VI (Figura 9 - A), um par de cerda peniais acanalada no segmento VIII (Figura 9 - B) e prostômio formando probólide. Geralmente encontrada na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 9** - *Pristina americana* **A:** cerdas genitais; **B:** cerdas peniais.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### Distribuição:

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada nos rios Tietê e Moji Guaçu. Ocorreu no rio Pinheiros (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1944; MARCUS, 1942, 1943), e no rio Tietê (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1949; MARCUS, 1942; 1943); no reservatório Ponte Nova (PAMPLIN *et al.*, 2005); no rio Monjolinho (ALVES *et al.*, 2006); em Bariri, no rio Tietê (PAMPLIN *et al.*, 2005; SURIANI *et al.*, 2007); nos reservatórios Promissão, Santa Branca,

França, Jurumirim e Graminha (GIROLI, 2019). Também foi registrada associada ao sedimento em Ibitinga, Nova Avanhandava, Três Irmãos, Promissão e Barra Bonita (SURIANI *et al.*, 2007), nos córregos Pinheirinho no município de Araraquara (ALVES; LUCCA, 2000; ALVES *et al.*, 2006); Santa Clara, em Luiz Antônio, encontrada também no lago Diogo (ALVES; STRIXINO, 2000); em Campos do Jordão, no córrego Galharada (GORNI; ALVES; 2015), associada a folhiços (GORNI; ALVES, 2012), e a substrato de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008).

**Alagoas:** coletada no município de Satuba no rio Catolé (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949; MARCUS, 1944).

**Amazonas:** encontrada no município de Humaitá (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1943).

**Mato Grosso do Sul:** coletada no Corixo Santo Antônio, rios Novo, Negro e Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Minas Gerais:** ocorreu no município de Juiz de Fora, no lago Manacás (MARTINS; SILVEIRA; ALVES, 2011) e em um córrego na Mata Atlântica (ROSA; MARTINS; ALVES, 2015).

**Pará:** coletada nos rios Tabajós (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), Cururú (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947), nos municípios de Fordlândia (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b), Santarém (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949a/1949b; MARCUS, 1942) e Óbidos, nos rios Trombetas (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942), Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947/1949b) e no lago Salgado (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947; MARCUS, 1942).

**Paraná:** ocorreu nos canais Curutuba e Ipoitã (RAGONHA; TAKEDA, 2014), no Parque Nacional de Ilha Grande (RAGONHA *et al.*, 2013), nos lagos Fechada, Garças, Guaraná, Osmar, Pau Véio, Ventura, Patos (RAGONHA; TAKEDA, 2014), associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 2001), na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013), nos rios Baía (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA; TAKEDA, 2014; RAGONHA; TAKEDA, 2014), Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA; TAKEDA, 2014), associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e do gênero *Polygonum* (Polygonaceae) (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 2001), rio Paraná (BEHREND *et al.*, 2013; PETSCH *et al.*, 2015; RAGONHA; TAKEDA, 2014), associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e sedimentos (MONTANHOLI-MARTINS;

TAKEDA, 1999), nos municípios de Paranapanema (RAGONHA; TAKEDA, 2014), Sulina e União da Vitória, no rio Iguaçu (BEHREND *et al.*, 2012).

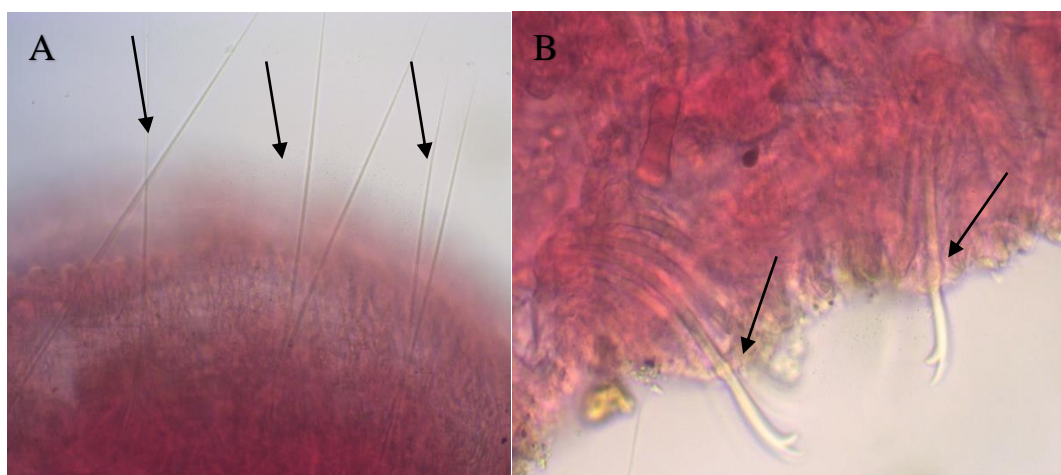
**Rio Grande do Sul:** coletada no município de Mostardas, no Instituto Rio Grandense de Arroz (STENERT; MALTCHIK, ROCHA, 2012).

***Pristina longisoma*** Harman, 1977.

**Sinônimos:** *Pristinella longisoma* Haran, 1977.

Esta espécie possui como uma de suas principais características cerdas capilares alongadas no segmento II (Figura 10 - A) e cerdas ventrais com nódulo distal (Figura 10 - B) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 10 - *Pristina longisoma* A:** capilares alongadas; **B:** cerdas ventrais.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa essa espécie foi registrada no rio Tietê. Obteve seu primeiro registro no Estado de São Paulo recentemente nos reservatórios Billings, Promissão e Billings - rio Grande (GIROLI, 2019).

**Paraná:** ocorreu na região litorânea em Paranapanema, no Rio Iguaçu (MORETTO *et al.*, 2013).

***Pristina menoni*** Aiyer, 1929.

**Sinônimos:** ? *Naidium mosquensis* Udalicov, 1907; ? *Naidium heteroseta* Udalicov, 1907; *Naidium menoni* Aiyer, 1929; *Pristinella menoni* (Aiyer, 1929).

Caracteriza-se por possuir cerdas aciculares grossas, unicúspides e curvadas distalmente. Possui poucos registros no Brasil, encontrada na América do Sul em geral, Europa, Ásia e África (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada no rio Tietê. Já foi registrada no córrego Pinheirinho no município de Araraquara (ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006) e também associada a briófitas dos gêneros *Fissidens* sp. e *Philonotis* sp. coletadas no Rio Jacaré Pepira (GORNI; ALVES, 2007).

**Minas Gerais:** coletada no município de Lima Duarte, no Parque Estadual do Ibitipoca (RODRIGUES, LEITE, ALVES, 2016).

**Paraná:** esta espécie ocorreu no Rio Ivinhema (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 2001).

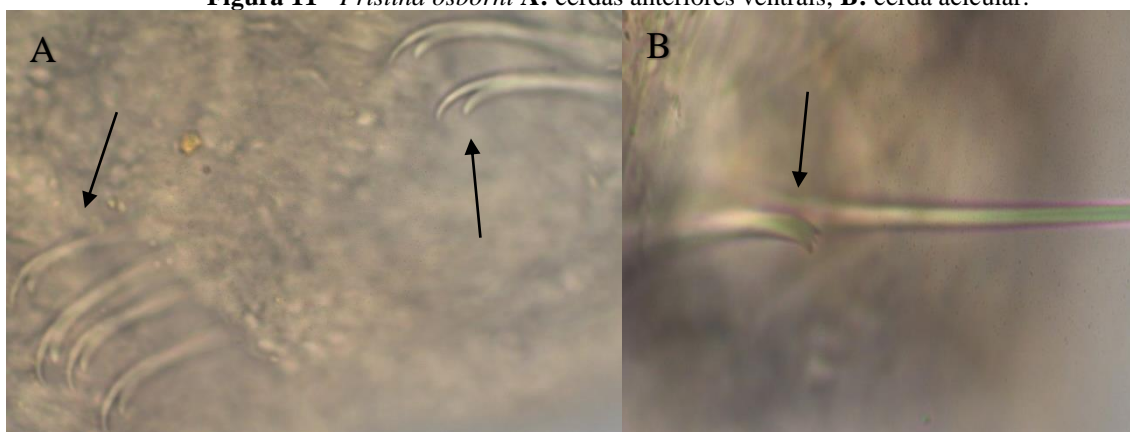
**Rondônia:** encontrada em Porto Velho em uma Reserva Extrativista do Lago Cuniã, no Rio Madeira (GOMES *et al.*, 2017).

*Pristina osborni* Walton, 1906.

**Sinônimos:** *Naidium osborni* Walton, 1906; *Pristinella osborni* Walton, 1906; *Naidium minutum* Stephenson, 1914; *Pristinella minuta* Stephenson, 1914; *Pristina minuta* Stephenson, 1914.

Organismos geralmente encontrados na América do Sul. Algumas de suas características morfológicas é a presença de cerdas ventrais anteriores com dente superior mais longo que o inferior (Figura 11 - A) e cerda acicular bífida ou pectinada (Figura 11 - B) (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 11 - *Pristina osborni* A: cerdas anteriores ventrais; B: cerda acicular.**



**Fonte:** própria autora, 2019.

**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada no rio Betari. Encontrada no Ribeira de Iguape, no rio Araquá (MARCUS, 1943; 1944), no rio Guareí (CESAR; HENRY, 2017), no Parque Estadual de Intervales (ALVES *et al.*, 2008); nos reservatórios Billings, Promissão, Ponte Nova, Santa Branca, Jurumirim, Paiva Castro e no reservatório rio Grande (GIROLI, 2019). Também foi registrada em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas, e em Brotas, na represa Lagoa Dourada, associada à macrófitas submersas (ALVES; GORNI, 2007); em Campos do Jordão, no córrego Galharada, associada à folhiços e sedimentos (GORNI; ALVES, 2012) e em substratos de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008).

**Amazonas:** coletada no município de Careiro da Várzea na Ilha Curari (RIGHI, 1978) e no rio Solimões (MARCUS, 1944; RIGHI, 1978).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada no brejo do Santa Sofia e no rio Negro (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Minas Gerais:** ocorreu na Serra do Espinhaço, no Parque Nacional Serra do Cipó – Rio Capivara (RIGHI, 1973), no município de Lima Duarte, na Fazenda Floresta, no Poço D’Anta, na Santa Cândida (RODRIGUES; LEITE; ALVES, 2013) e no município de Lima Duarte, no Parque Estadual do Ibitipoca (RODRIGUES; LEITE; ALVES, 2016). Paraná: Encontrada no Parque Nacional de Ilha Grande (RAGONHA *et al.*, 2013), nos rios Baía (BEHREND *et al.*, 2009), Paraná (PETSCH *et al.*, 2015) e no canal Ipoitã (RAGONHA; TAKEDA, 2014).

***Pristina rosea*** Piguet, 1906.

**Sinônimos:** *Naidium roseum* Piguet, 1906; ? *Naidium luteum*, Michaelsen, 1905 (non Schmidt); *Naidium jenkiniae* Stephenson, 1931; *Pristinella jenkiniae* Stephenson, 1931; *Naidium roseum* f. *jenkiniae* Stephenson, 1931; *Pristina jenkiniae* Stephenson, 1931.? *Pristina rosea*, Michaelsen ; Boldt, 1932, Kondô, 1936, Yamaguchi, 1953 (non Piguet); *Naidium roseum*, Marcus, 1943 (non Piguet); *Pristina idrensis* Sperber, 1948; *Pristinella idrensis* Sperber, 1948; *Pristina taita* Stout, 1956; *Pristina nothophagi* Stout, 1958.

Espécie cosmopolita encontrada em vários tipos de substratos e condições ambientais. Possui como uma de suas características a presença de cerdas aciculares bífidas curvadas distalmente com dentes longos paralelos (BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada no rio Tietê. Ocorreu no rio Pinheiros (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1944; MARCUS, 1942, 1943), em córregos no bairro de Jardim Europa (MARCUS, 1943), no município de Bocaina, nos córregos Himalaia e de Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016) e nos reservatórios Billings, França, Graminha e Paiva Castro (GIROLI, 2019), no município de Araraquara, nos córregos Água Branca, Gouveia e Pinheirinho (ALVES *et al.*, 2006); associada a sedimentos (ALVES; LUCCA, 2000); em São Carlos, no reservatório Monjolinho também associada a sedimento (FUSARI; FONSECA-GESSNER, 2006); em Campos do Jordão, nos córregos Galharada (GORNI; ALVES, 2015) associada à folhiços e sedimento (GORNI; ALVES, 2012), e Campo Meio e Serrote associada à substratos de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008). Associada à macrófitas aquáticas do gênero *Egeria* (Hydrocharitaceae) em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão de Anhumas (SANCHES; GORNI, 2014), e em Brotas no rio Jacaré-Pepira, associada a briófitas (GORNI; ALVES, 2007).

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

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

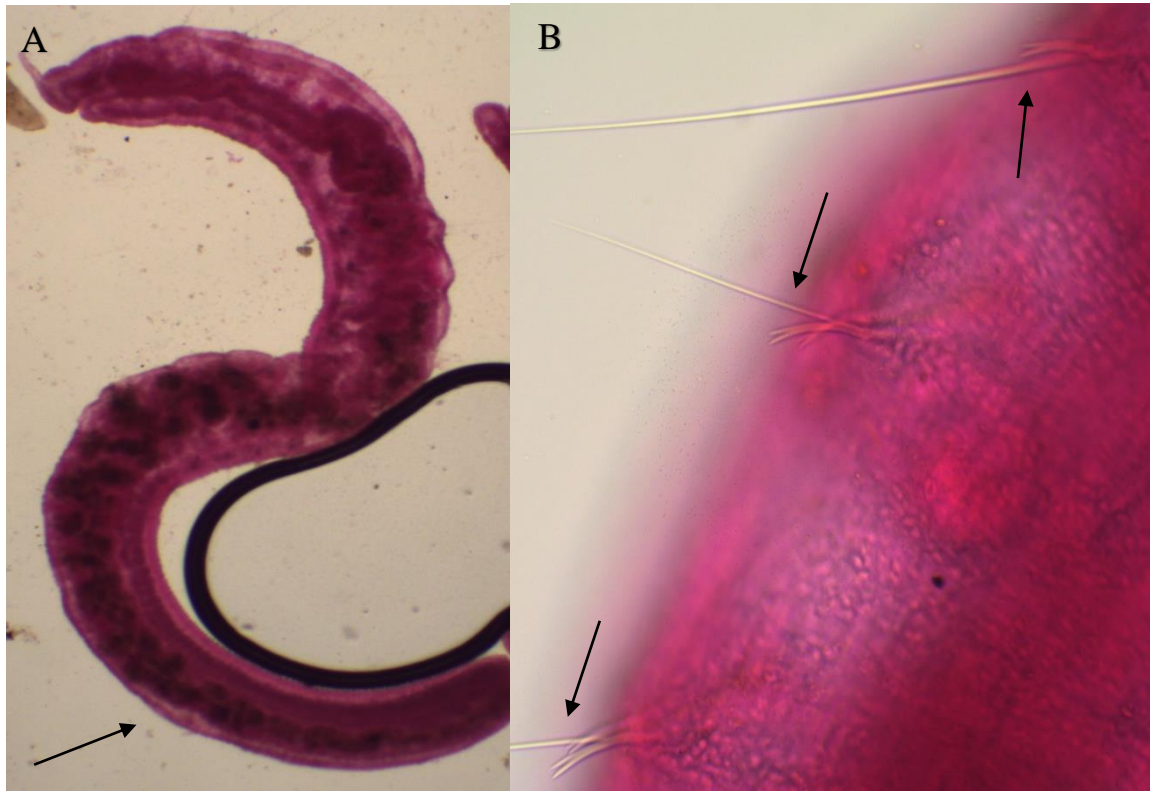
*Pristina synclites* Stephenson, 1925 (Figura 14 - A).

**Sinônimos:** esta espécie não possui sinonímia.

Espécie com poucos registros no Brasil, encontrada geralmente na América do Sul, Ásia e África. Possui como uma de suas características principais ausência de cerdas ventrais na parte posterior do corpo (Figura 12 - A) e cerdas aciculares bífidas com dentes longos (Figura 12 - B) (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESI, 1989).



**Figura 12** - **A:** *Pristina synclites*, seta indica ausência de cerdas na parte posterior; **B:** cerdas aciculares bífidas.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada nos rios Jundiaí, Tietê, Sorocaba, Aguapé e Batalha. Ocorreu também no rio São Lourenço (ROSA *et al.*, 2014), nos córregos Himalaia e Bocaina no município de Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016) e nos reservatórios Billings, Itupararanga, Promissão, Ponte Nova, França, Jurumirim, Graminha, Paiva Castro e Billings (GIROLI, 2019); associada ao sedimento em Araraquara, no córrego do Pinheirinho (ALVES; LUCCA, 2000; ALVES *et al.*, 2006), e em São Carlos, no reservatório Monjolinho (ALVES *et al.*, 2006; FUSARI; FONSECA-GESSNER, 2006); também foi encontrada associada à macrófitas aquáticas do gênero *Egeria* (Hydrocharitaceae) em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas (SANCHES; GORNI, 2014).

**Mato Grosso do Sul:** ocorreu nos rios Negro e Abobral (TAKEDA; PEREIRA; BARBOSA, 2000).

**Rondônia:** coletada em Porto Velho em uma Reserva Extrativista do Lago Cuniã, no Rio Madeira (GOMES *et al.*, 2017).

### **Subfamília Rhyacodrilinae**

***Bothrioneurum* sp.** Stolc, 1886. (Figura 13 - A).

Este gênero caracteriza-se pela presença de um órgão sensitivo na região do prostômio (Figura 13 - B) e pela presença de espermatóforos externos. Gênero com espécies consideradas cosmopolitas, comumente encontradas na Europa, Ásia, América do Norte e do Sul e África (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989). Possui três espécies com distribuição no Estado de São Paulo, sendo elas: *B. americanum* Beddard, 1894, encontrada nos reservatórios Ponte Nova e Bariri (PAMPLIN *et al.*, 2005); *B. iris* Beddard, 1901 encontrada em São Paulo: (MARCUS, 1942, 1943, 1944); e *B. vejovskyanum* Stolc, 1886 encontrada nos rios Tietê (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1949; MARCUS, 1942, 1943), Pinheiros (MARCUS, 1943), em um córrego no Jardim Europa (MARCUS, 1942, 1943) e em um tanque cimentado na Universidade de São Paulo (MARCUS, 1943).

Nesse estudo não foi possível identificar este oligoqueto até o nível de espécie, sendo registrado em 6 rios dos oito analisados, apresentando um número total de 5.100 indivíduos o que representa 68.94% do total dos organismos identificados.

**Figura 13** - A: *Bothrioneurum* sp.; B: órgão sensitivo.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi encontrada nos rios Jundiaí, Tietê, Moji Guaçu, Sorocaba, Ribeira e Batalha. Foi registrada também em córregos urbanos da cidade de Araraquara (ALVES; LUCCA, 2000) e nos reservatórios Billings, Itupararanga, Promissão, Ponte Nova, Santa Branca, França, Jurumirim, Paraibuna, Paiva Castro, Taiapuêba e Rio grande (GIROLI, 2019). Também encontrada na Represa de Barra Bonita (SURIANI *et al.* 2007).

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

**Rio Grande do Sul:** registrado em áreas de lavouras de arroz irrigado (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

*Branchiura sowerbyi* Beddard, 1892.

**Sinônimos:** esta espécie não possui sinomímia.

Possui como uma de suas características principais brânquias na região posterior do seu corpo (Figura 14). Espécie considerada cosmopolita, presente geralmente na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 14** - brânquias da espécie *Branchiura sowerbyi*.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa ocorreu nos rios Sorocaba, Betari e Batalha. Registrada também no rio Tietê (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1949; MARCUS, 1942; 1943) no rio Guareí (CESAR; HENRY, 2017); no reservatório Ponte Nova (PAMPLIN *et al.*, 2005), nos reservatórios Itupararanga, Promissão, Ponte Nova, Santa Branca, Billings, Paiva Castro, Taiaçupeba e Rio grande (GIROLI, 2019) e nos municípios de Barra Bonita, Ibitinga, Nova Avanhandava, Três Irmãos, Promissão (SURIANI *et al.*, 2007); em Americana, na represa da cidade (PAMPLIN *et al.*, 2006) e do Salto Grande (DORNFELD *et al.*, 2006), em São Carlos,

na represa de Monjolinho (FUSARI; FONSESA-GESSNER, 2006); em Moji Guaçu, no lago Diogo (ALVES, STRIXINO, 2000; 2003); e em Bariri (PAMPLIN *et al.*, 2005; SURIANI *et al.*, 2007), todos associada a sedimento.

**Paraná:** Coletada na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013) e nos municípios Parapanema (MORETTO *et al.*, 2013), Balsa Nova e Paraná, no rio Iguazu (BEHREND *et al.*, 2012; MORETTO *et al.*, 2013).

**Piauí:** Encontrada no rio Poti (SALES *et al.*, 2014).

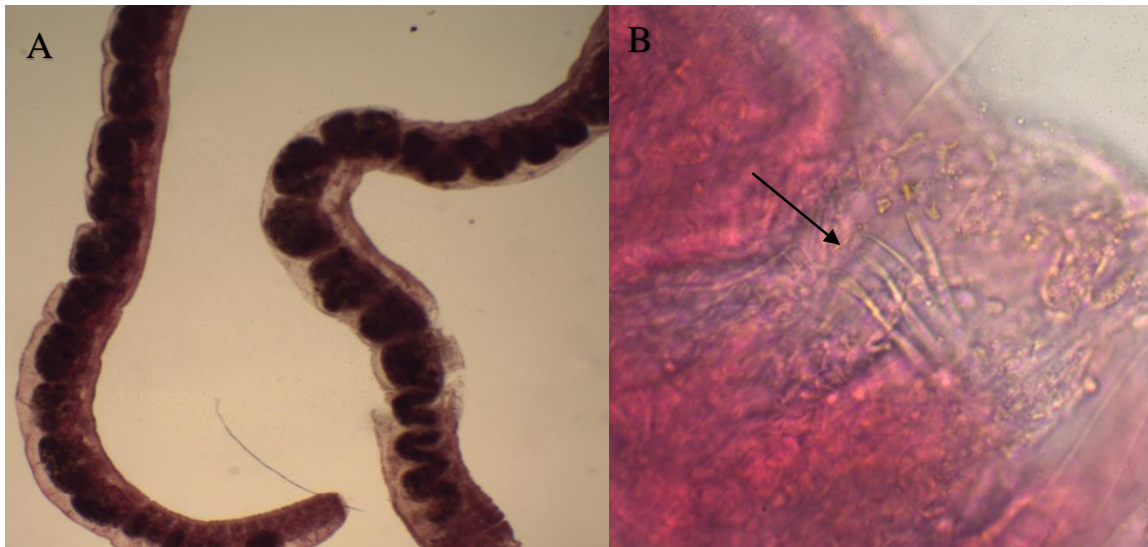
### Subfamília Tubificinae

*Aulodrilus pigueti* Kowalewski, 1914. (Figura 15 - A).

**Sinônimos:** esta espécie não possui sinonímia.

Espécie considerada cosmopolita, geralmente encontrada na América do Sul. Caracteriza-se por possuir cerdas dorsais bífidas que se modificam em forma de remo a partir do segmento VII (Figura 15 - B) (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 15 - A:** *Aulodrilus pigueti*; **B:** cerdas modificadas.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### Distribuição:

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada nos rios Tietê, Sorocaba e Batalha. Ocorreu também no rio Guareí (CESAR; HENRY, 2017); nos reservatórios Billings, Itupararanga, Promissão, Ponte Nova, Santa Branca, França, Jurumirim, Graminha, Paiva Castro e Rio grande; encontrada também associada a macrófitas aquáticas do gênero *Egeria*

(Hydrocharitaceae) em Américo Brasiliense, na represa Ribeirão das Anhumas (SANCHES; GORNI, 2014); e em Moji Guaçu, no lago Diogo, associada a sedimento (ALVES, STRIXINO, 2000, 2003).

**Mato Grosso do Sul:** encontrada nos rios Novo, Negro e Abobral (TAKEDA; PEREIRA, BARBOSA, 2000).

**Paraná:** encontrada no Parque Nacional de Ilha Grande (RAGONHA *et al.*, 2013), nos rios Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009; MONTANHOLI-MARTINS, TAKEDA, 2001; RAGONHA; TAKEDA, 2014), Paraná (PETSCH *et al.*, 2015; RAGONHA; TAKEDA, 2014), associada a macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e sedimentos (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 1999), Baía (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA; TAKEDA, 2014; RAGONHA *et al.*, 2014), canal Curutuba e Iporã (RAGONHA; TAKEDA, 2014), nos lagos Patos (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 2001; RAGONHA; TAKEDA, 2014), Osmar (RAGONHA; TAKEDA, 2014); Pau Véio (RAGONHA; TAKEDA, 2014), Ventura (RAGONHA; TAKEDA, 2014), na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013) e nos municípios do Parapanema (MORETTO *et al.*, 2013), Santa Isabel do Ivaí (MORETTO *et al.*, 2013), Alto Piquiri (MORETTO *et al.*, 2013), e em Água Azul, Balsa Nova e Paraná, no rio Iguaçu (BEHREND *et al.*, 2012; MORETTO *et al.*, 2013).

**Piauí:** coletada no rio Poti (SALES *et al.*, 2014).

**Rio Grande do Sul:** encontrada no município de Mostardas, no Instituto Rio Grandense de Arroz (STENERT; MALTCHIK; ROCHA, 2012).

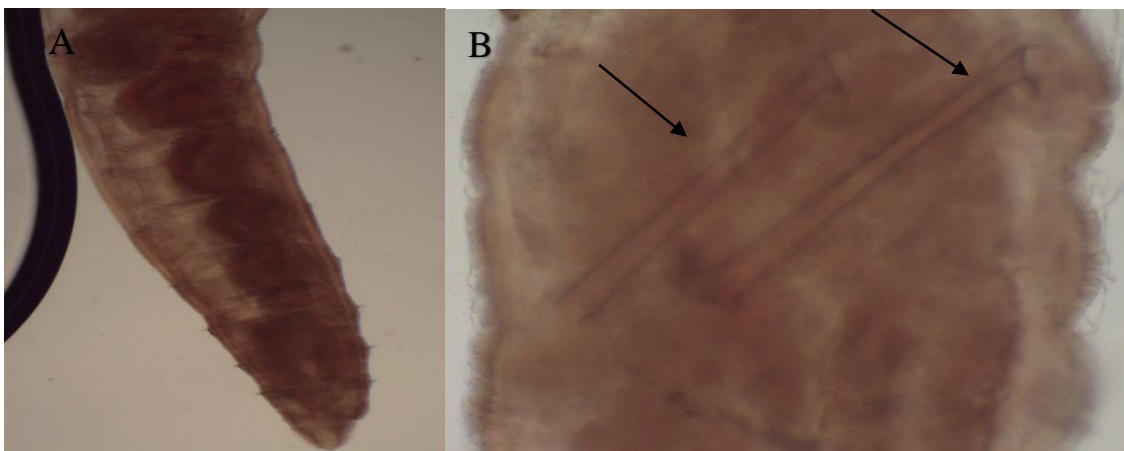
***Limnodrilus hoffmeisteri*** Claparède, 1862.

**Sinônimos:** *Limnodrilus hoffmeisteri* f. *typica* Claparède, 1862; *Clitellio hoffmeisteri* Claparède, 1862; *Clitellio (Limnodrilus) hoffmeisteri* Claparède, 1862; *Tubifex hoffmeisteri* Claparède, 1862; *Camptodrilus spiralis* Eisén, 1879; *Limnodrilus spiralis* Eisén, 1879; *Camptodrilus californicus* Eisén, 1879; *Limnodrilus californicus* Eisén, 1879; *Clitellio (Limnodrilus) californicus* Eisén, 1879; *Camptodrilus corallinus* Eisén, 1879; *Clitellio (Limnodrilus) corallinus* Eisén, 1879; *Limnodrilus corallinus* Eisen, 1879; ? *Limnodrilus steigerwaldi* Eisén, 1879; *Limnodrilus dugesi* Rybka, 1898; *Limnodrilus hoffmeisteri* f. *dugesi* Rybka, 1898; *Limnodrilus gotoi* (part) Hatai, 1899; *Limnodrilus lucasi* Benham, 1903; *Limnodrilus vej dovskyanus* Benham, 1903; *Limnodrilus subsalsus* (part) Moore, 1905; *Limnodrilus aurostriatus* Southern, 1909; *Limnodrilus aurantiacus* Friend, 1911; *Limnodrilus hoffmeisteri* var. *tenellulus* Friend, 1912; *Limnodrilus socialis* Stephenson, 1912; *Limnodrilus*

*hoffmeisteri* f. *socialis* Stephenson, 1912; *Limnodrilus parvus* var. *biannulatus* Lastockin, 1927; *Limnodrilus pacificus* Chen, 1940; *Limnodrilus hoffmeisteri* f. *divergens* Marcus, 1942; *Limnodrilus subsalus*, Marcus, 1944; *Limnodrilus parvus*, Du Bois-Reymond Marcus, 1947, Gavrillov ; Paz de Tomsic, 1950; *Limnodrilus hoffmeisteri* f. *parva*, Marcus, 1942.

Apresenta como sua principal característica morfológica a presença de bainha penial cuticular (Figura 16 - B). É considerada cosmopolita, comum em vários habitats e facilmente encontrada em ambientes poluídos (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

**Figura 16** - **A:** Prostômio da espécie *Limnodrilus hoffmeisteri*; **B:** bainha penial.



**Fonte:** própria autora, 2019.

### **Distribuição:**

**São Paulo:** neste estudo foi registrada nos rios Jundiaí, Tietê, Moji Guaçu e Sorocaba. Encontrada também no rio São Lourenço (ROSA *et al.*, 2014), em Bariri (PAMPLIN *et al.*, 2005; SURIANI *et al.*, 2007), em um córrego no Jardim Europa e no rio Tietê (MARCUS, 1942), em Americana, no rio Atibaia, e em um córrego em Bocaina (SANCHES *et al.*, 2016), no reservatório do Salto Grande (DORNFELD *et al.*, 2006) e na represa da cidade (PAMPLIN *et al.*, 2006), encontrada nos reservatórios de Ponte Nova (PAMPLIN *et al.*, 2005), Lomoeiro (MARCUS, 1943) e no reservatórios Billings, Itupararanga, Promissão, Ponte Nova, França, Jurumirim, Paiva Castro, Taiacupeba, Rio grande (GIROLI, 2019); em um tanque na Universidade de São Paulo (MARCUS, 1942, 1943, 1944). Também foi registrada associada ao sedimento em todos os locais seguintes, como Parque Estadual Intervales nos córregos de Bocaina, Lageado, Rio das Mortes, Roda d'Água, Três Córregos (ALVES *et al.*, 2008); no município de Araraquara, nos córregos Pinheirinho (ALVES; LUCCA, 2000; ALVES *et al.*, 2006), Água Branca (ALVES *et al.*, 2006) e Santa Clara (ALVES; LUCCA, 2000); em Pirituba

(MENDES; PÉREZ GONZÁLEZ; COUTINHO, 1951); em Moji Guaçu no lago Diogo (ALVES, STRIXINO, 2000, 2003); em São Carlos no rio Monjolinho (ALVES *et al.*, 2006; FUSARI; FONSECA-GESSNER, 2006); em Ribeirão Preto no lago Monte Alegre (CLETO-FILHO, ARCIFA, 2006); em Campos do Jordão nos córregos Serrote, associada a substrato de áreas erosionais e deposicionais (GORNI; ALVES, 2008), e Galharada (GORNI; ALVES, 2015), associada a folhiços e sedimentos (GORNI; ALVES, 2012); também registrada em Barra Bonita, Ibitinga, Nova Avanhandava, Três Irmãos e Promissão (SURIANI *et al.*, 2007).

**Minas Gerais:** coletada no município de Juiz de Fora, no córrego São Pedro (FRIZZERA, ALVES, 2012; MARTINS, STEPHAN, ALVES, 2008) e em um córrego na Mata Atlântica (ROSA; MARTINS; ALVES, 2015).

**Pará:** ocorreu no município de Óbidos, no rio Acará (DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1947,1949b).

**Paraná:** encontrada no Parque Nacional de Ilha Grande (RAGONHA *et al.*, 2013), nos rios Ivinhema (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA *et al.*, 2014), Paraná, associada à macrófitas aquáticas da espécie *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) e sedimentos (MONTANHOLI-MARTINS; TAKEDA, 1999), Baía (BEHREND *et al.*, 2009; RAGONHA *et al.*, 2014), no lago Osmar (RAGONHA; TAKEDA, 2014), na região litorânea (MORETTO *et al.*, 2013) e nos municípios Capitão Leônidas Marques, Cruzeiro do Iguaçu e Paraná, no rio Iguaçu (BEHREND *et al.*, 2012; MORETTO *et al.*, 2013).

**Piauí:** coletada no rio Poti (SALES *et al.*, 2014).

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

*Limnodrilus neotropicus* Černosvitov, 1939.

**Sinônimos:** *Isochaetides neotropicus* (Černosvitov, 1939).

Espécie possui como uma de suas características morfológicas bainha penial maior e mais longa com cabeça dilatada. Geralmente encontrada na América do Sul (BRINKHURST; JAMIESON, 1971; BRINKHURST; MARCHESE, 1989).

#### **Distribuição:**

**São Paulo:** nesta pesquisa foi registrada no rio Batalha. Coletada também no Parque Estadual Intervales, em Rio das Mortes e Três Córregos, associada a substrato (ALVES, MARCHESE, MARTINS, 2008), em Araraquara, no córrego Água Branca, e em São Carlos,

no rio Monjolinho, e Água Branca, todos associada a sedimento (ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006).



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo obtivemos a identificação e o registro de organismos pertencentes a Classe Oligochaeta em oito rios no Estado de São Paulo que são influenciados por ações antrópicas.

Como esperado, essa assembleia foi composta majoritariamente por espécies cosmopolitas que estão adaptadas a diferentes habitats e espécies típicas de ambientes impactados, representando um total de 7.398 oligoquetos distribuídos em 26 táxons identificados.

Estes resultados são de suma importância para o conhecimento da distribuição taxonômica desses organismos em sistemas lóticos brasileiros, uma vez que os estudos nessa área ainda são escassos.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; THOMAZ, S. M.; GOMES, L. C. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2005.
- 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., STRIXINO, G. Distribuição espacial de Oligochaeta em uma lagoa marginal do rio Mogi-Guaçu-SP. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 88, p.173-180, 2000.
- ALVES, R. G., STRIXINO, G. The sampling of benthic macroinvertebrates using two different methods: waiting trays and an Ekman collector. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v.15, n. 3, p. 1-6, 2003.
- 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.; 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, Brazil). **Biota Neotropica**. Jan./Mar. 2008. v. 8, n. 1, Jan./Mar. 2008. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n1/en/abstract?article+bn01708012008%20ISSN%201676-0603>.>. Acesso em: 22 out. 2019.
- AMO, V. F., SILVA, J. E., GISELE DAIANE PINHA, G. D P. RAGONHA, F. H.; MORMUL, R. P. Factors affecting assemblage attributes of freshwater Oligochaeta in Neotropical shallow floodplain lakes. **Acta Limnologica Brasiliensia**, vol. 29, 2017.
- BEHREND, R. D. L.; FERNANDES, S.E.P.; FUJITA, D. S.; TAKEDA, A.M. Eight years of monitoring aquatic Oligochaeta from the Baía and Ivinhema Rivers. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 559-571, 2009.
- BEHREND, R. D. L.; TAKEDA, A.M.; GOMES, L. C.; FERNANDES, S. E. P. Using Oligochaeta assemblages as na indicator of environmental changes. **Brazilian Jornal 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.; 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.
- BRINKHURST, R. O.; JAMIESON, B. G. M. **Aquatic Oligochaeta of the world**. 1971.
- BRINKHURST, R.O; MARCHESE, M.R. **Guia para la identificación de oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamerica**. Asociación Ciencias Naturales del Litoral. Argentina. **Colección Climax**, v. 5, p. 179, 1989.

CESAR, D. A. S.; HENRY, R. Is similar the distribution of Chironomidae (Diptera) and Oligochaeta (Annelida, Clitellata) in a river and a lateral fluvial area? **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 29, 2017.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo 2016**. São Paulo, 2016. (Série Relatórios). Disponível em: <[http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb\\_QualidadeAguasInteriores\\_2017\\_02-06\\_VF.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2017_02-06_VF.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CETESB L5.309. 2003. **Determinação de bentos de água doce - Macroinvertebrados: Métodos qualitativo e quantitativo**. São Paulo. 16p. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

CHRISTOFFERSEN, M. L. A catalogue of aquatic microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from South America. **Acta Hydrobiologica Sinica**, v. 31, 59-86, 2007.

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.

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. 14, n. 1, p. 35-42, 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.

CORBI, J. J.; JANCOSO, M. A.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; FRAGOSO, E. N. Occurrence of Oligochaeta living on larvae of Odonata from Ipeúna (São Paulo state, Brazil). **Biota neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-3, 2004.

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 afluenta (Americana, São Paulo, Brazil). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 18, n. 2, p.189-197, 2006.

DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. Naidids and tubificids from Brazil. **Comun. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo**, v. 44, n. 2, p 1-20, 1947.

DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. Further notes on naidids and tubificids from Brazil. **Comun. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo**, v. 51, n. 3, p. 1-15, 1949a.

DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. A new tubificid from the Bay of Montevideo. **Comun. Zool. Mus. Hist. Nat. Montevideo**, v. 56, n. 3, p. 1-6, 1949b.

FRIZZERA, G. L.; ALVES, R. G. The influence of taxonomic resolution of Oligochaeta on the evaluation of water quality in an urban stream in Minas Gerais, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 4, p. 408-416, 2012.

- FUJITA, D. S.; TAKEDA, A.M.; COUTINHO, R.; FERNANDES, F.C. Influence of antifouling paint on freshwater invertebrates (Mytilidae, Chironomidae and Naididae): density, richness and composition. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 4, p. 70-78, 2015.
- 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.
- GIROLI, D. A. **Oligochaeta (annelida: clitellata) como Indicadores da Qualidade da Água e Sedimento em Reservatórios no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara – SP, p.74, 2019.
- GIROLI, D. A.; GORNI, G. R.; COLOMBO-CORBI, V.; CORBI, J. J. First record of *Nais schubarti* Marcus, 1944 (Oligochaeta: Naidinae) in the State of São Paulo. **Brazilian Journal of Biology**, v. 79, n. 3, p. 552-553, 2019.
- GOMES, D. F.; SANCHES, N. A. O.; SAHM, L. H.; GORNI, G. R. Aquatic oligochaeta (Annelida: Clitellata) in extractive reserve Lake Cuniã, Western Brazilian Amazon. **Biota Neotropica**, v. 17, n. 1, p.1-7, 2017.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Naididae (Annelida, Oligochaeta) associated with *Pomacea bridgesii* (Reeve) (Gastropoda, Ampullaridae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1059-1061, 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.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. 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, 2008.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Naididae species (Annelida: Oligochaeta) associated with the sponge *Metania spinata* (Carter, 1881) (Porifera: Metaniidae) from a southeastern Brazilian reservoir. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 3, p. 261-263, 2008a.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Oligochaetes (Annelida, Clitellata) in a neotropical stream: a mesohabitat approach. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 102, n. 1, p. 106-110, 2012.
- GORNI, G. R.; ALVES, R. G. Influência de variáveis ambientais sobre a comunidade de oligoquetos (Annelida: Clitellata) em um córrego neotropical. **Biotemas**, v. 28, n. 1, p. 59-66, 2015.
- HARPER, D. M. Freshwaters Principles, Problems and Restoration. **Chapmen & Hall**. 78p, 1992.
- JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1013-1024, 2008.

- 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.
- 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.
- MARCUS, E. **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.
- MARCUS, E. **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.
- 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.
- MARTINS, R. T.; STEPHAN, N. N. C.; ALVES, R. G. Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 3, p. 221-226, 2008.
- MASSON, M.; DESROSIERS, M.; PINEL-ALLOUL, B.; MARTEL, L. Relating macroinvertebrate community structure to environmental characteristics and sediment contamination at the scale of the St Lawrence river. **Hydrobiologia**, v. 647, p. 35-50, 2010.
- MENDES, E. G.; PÉREZ GONZÁLEZ, M. D.; COUTINHO, M. L. **On the function of hemoglobine in limnic Oligochaeta**. Boletim da faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Zoologia, v.16, n. 16, p. 289-301, 1951.
- MILLIGAN, M. R. **Identification manual for the aquatic Oligochaeta of Florida**. Freshwater oligochaetes. Florida Department Environmental. Protection, USA, v. 1, 1997.
- MOLOZZI, J.; FRANÇA, J. S.; ARAUJO, T. L. A.; VIANA, T. H.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Diversidade de habitats físicos e sua relação com macroinvertebrados bentônicos em reservatórios urbanos em Minas Gerais. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 101, n. 3, p. 191-199, 2011.
- 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.
- 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.
- OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.;

- STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-4, 2019.
- 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 (Annelida, Clitellata) em duas represas do rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, v. 5, n. 1, p. 63-70, 2005.
- PETSCH, D. K.; RAGONHA, F. H.; GIMENEZ, B. C. G.; BARBOZA, L. G. A.; TAKEDA, A. M. Partitioning beta diversity of aquatic Oligochaeta in different environments of a Neotropical floodplain. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 37, n. 1, p. 41, 2015.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2017.
- RAGONHA, F. H.; CHIARAMONTE, J. B.; JUNIOR, H. M. F.; CUNHA, E. R.; BENEDITO, E.; TAKEDA, A. M. Spatial distribution of aquatic Oligochaeta in Ilha Grande National Park, Brazil. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 1, p. 63-70, 2013.
- RAGONHA, F. H.; 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.
- RIGHI, G. Notas sobre os Oligochaeta da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 8, n. 3, p. 485-488, 1978.
- RIGHI, G. Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil. **CNPq/Coordenação Editorial**, 1984.
- ROCHA, O. Águas Doces. **In: Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. p. 69, 2003.
- RODRIGUES, L. F. T.; LEITE, F. S.; 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.
- RODRIGUES, L. F. T.; LEITE, F. S.; ALVES, R. G. Influence of bryophyte biomass and organic matter quantity on the abundance and richness of oligochaetes in forest streams with diferente phytophysiognomies in southeastern Brazil. **Journal of Limnology**, v. 75, n. 2, 2016.
- ROSA, B. F. J. V.; MARTINS, R. T.; ALVES, R. G. Distribution of oligochaetes in a stream in the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 1, p. 1-7, 2015.
- ROSA, B. J. F. V.; RODRIGUES, L. F. T.; OLIVEIRA, G. S.; ALVES, R. G. Chironomidae and Oligochaeta for water quality evaluation in an urban river in southeastern Brazil. **Environmental monitoring and assessment**, v. 186, n. 11, p. 7771-7779, 2014.

- SALES, P. C. L.; RAGONHA, F. H.; RODRIGUES, E. I.; DEUS, M. S. M.; LOPE, M. S.; TAKEDA, A.M. Primeiros registros de espécies de Oligochaeta aquática Annelida - Clitellata) do Estado Piauí (Nordeste – Brasil). **Arquivos do MUDI**, v. 18, n. 2, p. 1-4, 2014.
- SANCHES, N. A. O.; GORNI, G. R. Preferência de Habitat de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em Macrófitas Aquáticas na Represa Ribeirão das Anhumas (Américo Brasiliense-Sp). **ReBraM**, v. 17, n. 1, p. 165-173, 2014.
- SANCHES, N. A. O.; SAHM, L. H.; GOMES, D. F. Inventário de oligochaeta (annelida: clitellata) em córregos urbanos de Bocaina-SP, Brasil. **ReBraM**, v. 19, n. 1, p. 14-24, 2016.
- SILVA, C. C. **Revisão de espécies de Oligochaeta (ANNELIDA: CLITELLATA) como bioindicadores: uma copilação dos dados para ecossistemas aquáticos brasileiros.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Araraquara, p. 103, 2017.
- SILVA, N. T. de C. **Macroinvertebrados bentônicos em áreas com diferentes graus de preservação ambiental na Bacia do Ribeirão Mestre d'Armas, DF.** Dissertação (Mestre em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília – DF, p. 99, 2007.
- SILVEIRA, M. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios / Mariana Pinheiro Silveira. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, p.68, 2004.
- 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.
- TAKEDA, A. M.; FUJITA, D. S.; RAGONHA, F. H.; PETSCH, D. K.; MONTANHOLI-MARTINS, M. C. Oligochaeta (Annelida) de ambientes aquáticos continentais do Estado do Mato Grosso do Sul (Brasil). **Iheringia, Série Zoologia**, v. 107, n. Supl., 2017.
- TAKEDA, A. M.; PEREIRA, M. C. F.; BARBOSA, F. A. R. Zoobenthos survey of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil. **A biological assessment of the aquatic ecosystems of the Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**, p. 49-55, 2000.
- TIMM, T. **A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe.** Mauch, 2009.
- 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; The Netherlands). **Hydrobiologia**, v. 406, n. 5-7, p. 149-163, 1999.
- WETZEL, M. J. Aquatic Annelida of Illinois: Introduction and Checklist of Species. **Transaction of the Illinois State Academy of Science**, v. 85, n. 1-2, p. 87-101, 1992.

### 3 CAPÍTULO II

#### **Resposta das assembleias de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas de rios e riachos no Estado de São Paulo**

##### **RESUMO**

Obter respostas sobre a composição e distribuição da fauna aquática em relação às variáveis físicas e químicas presentes na água não é um procedimento fácil. O biomonitoramento é uma ferramenta capaz de avaliar a dimensão e o tipo de respostas que assembleias biológicas podem apresentar em relação aos possíveis impactos existentes no ambiente. O objetivo geral deste capítulo foi analisar e comparar a variação na composição da assembleia de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas em sistemas lóticos de áreas de conservação e sob influência antrópica. As variáveis selecionadas para as análises foram condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, pH, temperatura e turbidez. A análise de agrupamento organizou os trechos amostrados em três grupos distintos de acordo com os diferentes níveis de concentração das variáveis físicas e químicas aferidas, estabelecendo assim um gradiente de qualidade ambiental. A subfamília Tubificinae foi a mais representativa com 73% dos táxons registrados, associada em geral aos ambientes mais impactados e a família Echytraeidae aos ambientes conservados. A realização deste estudo aponta a importância do biomonitoramento para avaliar a situação de corpos hídricos, uma vez que é possível correlacionar as espécies identificadas com os padrões das variáveis físicas e químicas presentes no ambiente.

**Palavras-chave:** Ambiente impactado. Comunidade de Oligochaeta. Fauna aquática. Monitoramento ambiental. Variáveis ambientais.



## 1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são importantes para a estrutura socioeconômica devido a sua utilização em vários setores dentro de nossa comunidade. Contudo, a água é composta por diferentes substâncias e analisar sua qualidade não é um procedimento fácil e simples, pois abrange não apenas os aspectos de suas variáveis físicas e químicas, mas também as interações que ocorrem entre elas (CARVALHO *et al.*, 2016).

Ao longo dos anos, devido à falta de planejamento adequado, atividades antrópicas vêm ocasionando desequilíbrio nos ecossistemas (TUNDISI; SHASKRABA, 1999). A ocupação desordenada do solo, provoca grande perda da vegetação natural do ambiente, compactando e impermeabilizando o solo o que diminui a capacidade de recarga dos cursos d'água (PARANHOS FILHO *et al.*, 2005). Adicionalmente, o desmatamento da mata ciliar associado ao manejo inadequado do solo intensificam o escoamento de substâncias químicas (agrotóxicos e fertilizantes em geral) para os corpos hídricos (LOURENÇATO, 2010).

Visando monitorar os impactos ocasionados pelo homem, estudos ambientais associam a estrutura da assembleia de macroinvertebrados aquáticos e outros invertebrados com variações nas características ambientais do local estudado. Essas análises são empregadas com intuito de promover e testar hipóteses sobre os possíveis fatores que exercem influência na assembleia presente nos rios e para inferir respostas da biota local às mudanças naturais e antropogênicas no meio ambiente (SILVEIRA, 2004).

Em virtude da necessidade de investigar as consequências dos impactos antrópicos, uma ferramenta de avaliação que utiliza organismos indicadores denominada biomonitoramento é utilizada desde a década de 40. Por meio do biomonitoramento é possível avaliar a dimensão e o tipo de respostas que a assembleia biológica pode apresentar em relação aos impactos existentes no ambiente (NORRIS *et al.*, 1995; ARMITAGE, 2009).

O biomonitoramento tem como princípio básico comparar duas áreas: uma área não impactada (geralmente considerada como área de referência) com uma área onde se quer investigar a situação ambiental. Deste modo, para realizar trabalhos que envolvem a análise da água de uma bacia hidrográfica as coletas devem ser feitas em rios com baixa influência de atividades antrópicas e rios supostamente impactados por essas atividades. Contudo, a utilização de macroinvertebrados aquáticos para o monitoramento ambiental atua como ferramenta auxiliar de vigilância (SILVEIRA, 2004).

Ao realizarmos um estudo de biomonitoramento, deve-se considerar além dos fatores bióticos, os abióticos como por exemplo: condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, luz, pH,

temperatura, sólidos em suspensão, entre outros. Analisar a variação destes fatores, que podem ocorrer tanto de forma natural quanto influenciada por atividades antrópicas é importante pois eles são considerados determinantes para a estruturação da assembleia de macroinvertebrados aquáticos (HYNES, 1974).

Ainda se tratando do biomonitoramento para detectar a real condição dos ecossistemas aquáticos, a assembleia de Oligochaeta pode ser utilizada como indicador biológico em gradientes de impactos ambientais, refletindo o estado e as mudanças dessas variáveis indicando possíveis alterações em gradientes espaciais (GORNI, 2007; LAFONT *et al.*, 2012; BEHREND *et al.* 2012; VIVIEN *et al.*, 2014). Cabe ressaltar que a distribuição e ocorrência de organismos pertencentes a Classe Oligochaeta em ambientes aquáticos, sofrem influência direta tanto do substrato quanto das variáveis físicas e químicas presentes na água. Ademais, outras variáveis como a contaminação por metais pesados, o predomínio de apenas um tipo de sedimento, baixos níveis de matéria orgânica em conjunto com a concorrência de predação, podem influenciar na abundância dos oligoquetos (CHAPMAN *et al.*, 1980; VERDONSCHOT, 2001; ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006; SCHENKOVÁ, HELESIC, 2006; LIN, YO, 2008; MARTINS, STEPHAN, ALVES, 2008).

Nesse sentido, este capítulo buscou levantar informações relevantes sobre as possíveis respostas que a assembleia de Oligochaeta pode apresentar mediante às variáveis físicas e químicas presentes em áreas de referência e ambientes impactados, apontando assim, a existência de espécies com potencial indicador de qualidade ambiental.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar e comparar as respostas da assembleia de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas em sistemas lóticos de áreas de conservação e sob influência antrópica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar gradiente de qualidade ambiental entre áreas antropizadas e conservadas;
- Verificar se as métricas de comunidade respondem ao gradiente de qualidade ambiental detectado;
- Estabelecer a associação da fauna com a qualidade ambiental;
- Apontar possíveis espécies com potencial indicador do estado de conservação dos rios analisados.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Área de estudo

Neste estudo a análise foi composta por dois conjuntos de dados, sendo um deles proveniente de material amostrado pela CETESB em oito rios do Estado de São Paulo (Capítulo I, página 30 - Quadro 1) sob influência antrópica e o outro em rios localizados em áreas de conservação considerados como área de referência, amostrados em pesquisa realizada por Gorni (2007) no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECJ) (Quadro 2).

**Quadro 2** - Caracterização dos trechos amostrados da área de referência no Córrego Galharada (PECJ) (SP, Brasil).

	Córrego Galharada		
	1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem
Altitude (m)	1527	1515	1646
Latitude Sul	22° 41' 28"	22° 41' 30"	22° 41' 40"
Longitude Oeste	45° 28' 26"	45° 27' 36"	45° 27' 36"
Declividade média (cm)	32	14,5	14,5

Fonte: adaptado de GORNI, 2007.

Os rios analisados pela CETESB encontram-se distribuídos no Estado de São Paulo, foram amostrados no período de 2014 a 2016 e englobam um conjunto de dados de Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) de atividades predominantes diferentes, variando entre áreas de conservação, agropecuária e industrial (Localização espacial dos rios presente no Capítulo I, página 29 - Mapa 1). Dentre os oito rios, quatro estão presentes em áreas com atividade predominantemente industrial (Rio Jundiáí, Tietê, Moji Guaçu e Sorocaba), dois em áreas de conservação (Rio Ribeira e Betari) e dois em áreas com atividade predominantemente agropecuária (Rio Batalha e Aguapeí).

#### Breve descrição dos trechos amostrados pela CETESB

##### - Rio Jundiáí (JUNA 03600)

Amostra coletada próxima da Estação de Tratamento de Água - ETA III do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Indaiatuba - SAAE (CETESB, 2014). O Município de Indaiatuba apresenta 97,3% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 93,5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 40,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio)

(IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 05 localizada na Região Metropolitana de Campinas - RMC e possui atividade predominantemente industrial. Sua área apresenta quatro grandes domínios geológicos: o embasamento cristalino, as rochas sedimentares, as rochas efusivas e as coberturas sedimentares. 5,6% de sua área total é ocupada pela cobertura vegetal natural, 3,2% por reflorestamentos, 28,2% por culturas agrícolas, 57,1% por pastagens e campos antrópicos e 4,9% por áreas urbanas e indústrias (CORHI, 2007).

#### **- Rio Tietê (TIET 02050)**

Amostra coletada na captação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP em Biritiba Mirim (CETESB, 2014). O município apresenta 81,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 56,9% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 7,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 06 localizada na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP e possui atividade predominantemente industrial. A maior parte da área urbana da UGRHI está assentada em terrenos sedimentares de idade Cenozoica, compreendendo os depósitos terciários da bacia de São Paulo e as coberturas aluviais mais recentes de idade quaternária, desenvolvidas ao longo dos principais rios que drenam a região. Há uma estreita faixa de florestas contínuas ou com menor nível de fragmentação nas porções leste/sudeste, junto à escarpa da Serra do Mar e sul/sudoeste, sugerindo ambientes em melhor estado de conservação e com continuidade com o maciço florestal atlântico. Em menor escala, ao norte também há significativa área de matas (Serra da Cantareira), porém mais isolada. De modo geral as derivações ambientais promovidas pela ocupação antrópica são extremamente marcantes neste trecho da bacia do Tietê (CORHI, 2007).

#### **- Rio Moji Guaçu (MOJI 02720)**

Amostra coletada a montante da barragem da Ultrafértil no município de Cubatão (CETESB, 2014). O município apresenta 62,7% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 87,3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 91% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 07 localizada a sudeste do Estado de São Paulo ao longo do litoral e possui atividade predominantemente industrial. O substrato geológico da região é composto por grande variedade litológica, agrupada genericamente em dois grupos com características distintas: as

rochas do embasamento e as coberturas cenozoicas. Esta UGRHI dispõe de um percentual razoável de seu território com cobertura vegetal nativa e possui várias áreas protegidas, algumas superpostas umas às outras, e que ocupam uma porção significativa do seu espaço físico (CORHI, 2007).

#### **- Rio Sorocaba (SORO 02700)**

Amostra coletada na captação de Cerquilho (CETESB, 2014). O município apresenta 95,5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 98,4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 26,8% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 10 e possui atividade predominantemente industrial. Esta UGRHI é definida por uma série de bacias hidrográficas de cursos d'água que desembocam no rio Tietê desde a barragem de Rasgão até à barragem de Barra Bonita; desses cursos d'água o mais importante é o rio Sorocaba cuja bacia possui uma área de drenagem que atinge os 6,830 km<sup>2</sup>. Cabe, no entanto, ressaltar que três afluentes importantes desse trecho do rio Tietê – os rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – não fazem desta Unidade de Gerenciamento, pois suas bacias formam a UGRHI 05. Além do reservatório de Barra Bonita no próprio rio Tietê, encontra-se implantado nesta UGRHI, no Alto Sorocaba, o reservatório da UHE de Itupararanga da Companhia Brasileira de Alumínio - CBA (concessão federal). Esse reservatório é, também, o principal manancial abastecedor da cidade de Sorocaba que tem outorga federal para derivar, do mesmo, uma vazão de 1,93 m<sup>3</sup>/s (CORHI, 2007).

#### **- Rio Ribeira (RIBE 02650) e Rio Betari (BETA 02900)**

Amostra do Rio Ribeira coletada próxima a balsa para o bairro de Pilões, em Poço Grande e do Rio Betari na ponte da estrada para o bairro da Serra, ambas no Município de Iporanga (CETESB, 2014, 2015). O município apresenta 69,6% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 46,7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 16% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 11 localizada na região sul do Estado de São Paulo considerada área de conservação, abrange a porção paulista da bacia hidrográfica do Ribeira de Iguape e as áreas de cursos d'água do Litoral Sul. A região apresenta três grandes domínios geológicos: (i) rochas metamórficas pré-cambrianas predominantes na UGRHI; (ii) rochas magmáticas; e (iii) rochas brandas e aos sedimentos inconsolidados. O Vale do Ribeira é detentor de importante potencial

mineral, na realidade, o principal do Estado, e ainda não explorado. Esta UGRHI dispõe de um percentual apreciável de seu território com cobertura vegetal nativa. O índice de vegetação nativa desta UGRHI é de 63,4%, bem superior ao índice do Estado de São Paulo, que é de 13,7% (CORHI, 2007).

#### **- Rio Batalha (BATA 02222)**

Amostra coletada na área de lazer da Aldeia Kopenoty, limite norte da Terra Indígena, na divisa com a Fazenda Phenix, Município de Avaí (CETESB, 2016). O município apresenta 76,1% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 8,4% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 18,7% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 16 localizado no centro-oeste do Estado de São Paulo e possui atividade predominantemente industrial. Sua área é composta por rochas sedimentares e depósitos vulcânicos da Bacia do Paraná (Formação Serra Geral), além dos depósitos Cenozoicos. A cobertura vegetal natural representa apenas 5,78% do total da área ocupada pela UGRHI e culturas perenes (café e citrus) e semi-perenes (principalmente cana-de-açúcar) que representam 22,6% (CORHI, 2007).

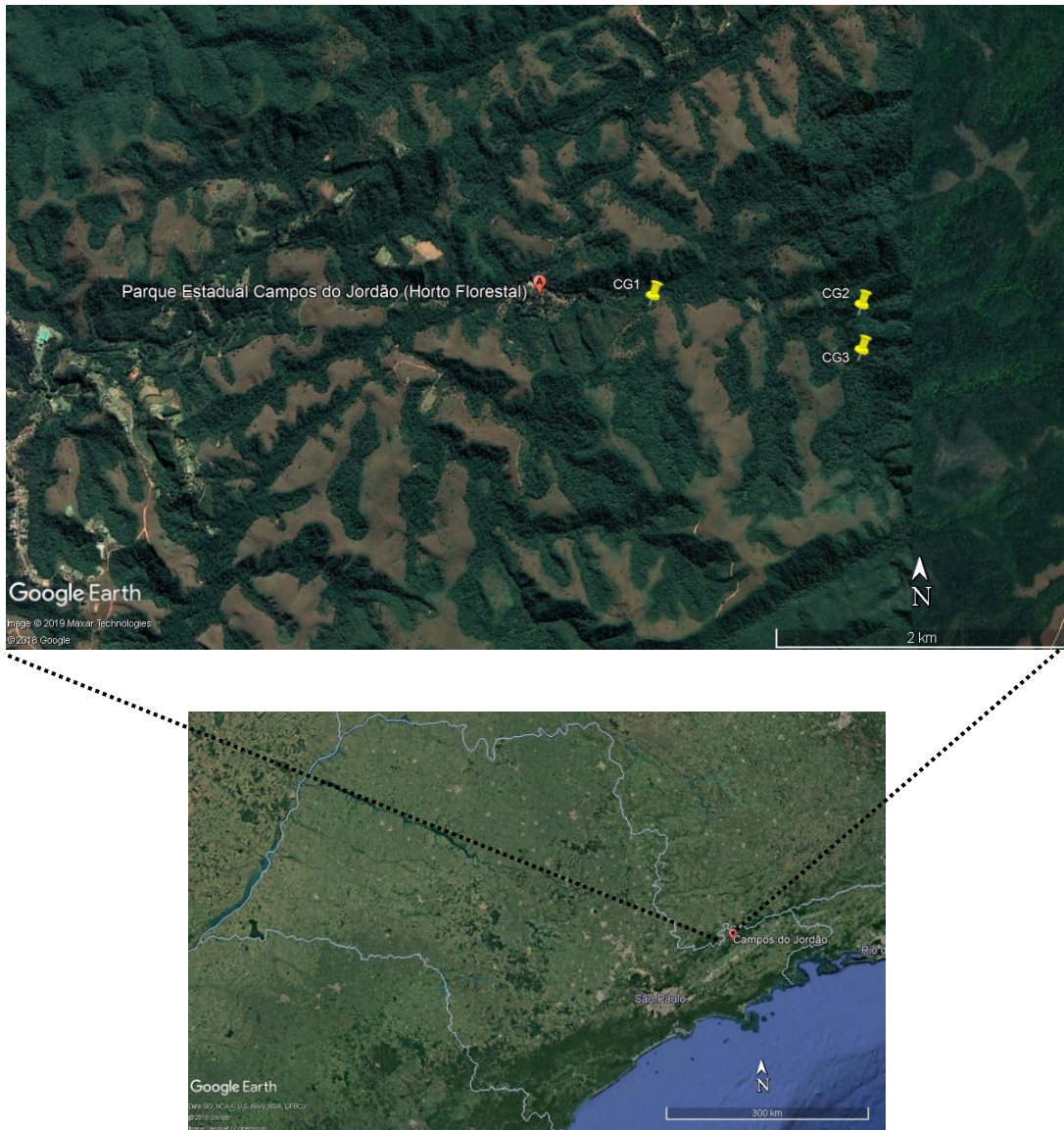
#### **- Rio Aguapeí (AGUA 02030)**

Amostra coletada a aproximadamente 150 metros a montante da ponte na rodovia BR-153, que liga Lins a Getulina, município de Lins (CETESB, 2016). O município apresenta 98,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 97,1% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 26,6% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 20 localizada na região oeste do Estado de São Paulo e com atividade predominantemente agropecuária. O substrato geológico é constituído por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná de idade mesozóica e depósitos aluvionares de idade cenozoica. Possui 3,62% de cobertura vegetal natural, 0,65% de reflorestamento, 4,92% culturas perenes, 7,02% culturas temporárias, 3,64% culturas semi-perenes, 78,81 pastagens e 3,12% dos demais usos agrícolas (CORHI, 2007).

De modo geral os rios amostrados pela CETESB no Estado de São Paulo pertencem a locais com maior influência de atividades antrópicas, visto que apenas duas amostras foram realizadas em áreas consideradas de conservação e as demais em área industrial e agropecuária. Assim, a maioria desses trechos não apresentam características de ambientes conservados.

De maneira oposta, o local utilizado como área de referência nesse estudo encontra-se ao Norte do município de Campos do Jordão ( $22^{\circ} 45'$  latitude Sul e  $45^{\circ} 39'$  de longitude Oeste), abrangendo uma área de aproximadamente 8172 ha (Mapa 2).

**Mapa 2** - Localização espacial dos trechos amostrados no Parque Estadual de Campos do Jordão (PECP) (SP, Brasil).



Fonte: Google Earth, 2018.

O sistema de águas do PECJ é formado por cursos d'água, componentes da bacia do Rio Sapucaí-Guaçu. Por serem ambientes de montanha, os córregos apresentam-se normalmente em corredeiras e leitos pedregosos e pouco profundos, com águas frias, límpidas e oxigenadas (SEIBERT, 1975; SCHROEDER-ARAUJO *et al.*, 1986). As amostras foram coletadas em áreas erosional e deposicional (áreas de corredeiras e remansos) dos córregos (GORNI, 2007). O município apresenta 84.4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 29.6% de



domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 35.3% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio) (IBGE, 2010). O trecho de amostragem está inserido na UGRHI 01 localizada na região nordeste-leste do Estado de São Paulo e considerada área de conservação. Na Serra da Mantiqueira afloram três conjuntos litológicos principais: terrenos cristalinos ígneo-metamórficos pré-cambrianos; suítes alcalinas mesozoicas; e terrenos sedimentares mais recentes, predominantemente aluvionares sedimentares e sedimentos quaternários. Nesta UGRHI, contida totalmente em Unidade de Conservação Ambiental (UCA), a cobertura vegetal é constituída de pastagens, vegetação natural e áreas de reflorestamento (CORHI, 2007).

Cabe destacar que os dois conjuntos de dados utilizados neste capítulo foram fornecidos por fontes secundárias, disponibilizados em acordo firmado com os respectivos pesquisadores responsáveis. No caso dos sistemas lóticos sob influência antrópica os dados foram fornecidos pela CETESB, oriundos do Projeto Rede de Monitoramento da Qualidade de Sedimentos da CETESB em rios no Estado de São Paulo no período de 2014 a 2016. Já os dados referentes aos sistemas lóticos em áreas conservadas foram disponibilizados pelo Prof. Dr. Guilherme Rossi Gorni, obtidos como parte dos resultados de sua pesquisa no ano de 2007. A escassez de informações sobre a comunidade de Oligochaeta considerada “padrão” de áreas de referência somada a falta de tempo e recursos para realizar novas coletas e identificação dos oligoquetos nessas áreas, justifica a utilização desses dois conjuntos de dados, que mesmo apresentando diferenças metodológicas como o período de coleta, ordem dos rios (magnitudes diferentes) e esforço amostral (número de amostras), se fez necessária para realização deste capítulo. Contudo foi necessário adaptar uma metodologia de análise que tivesse a capacidade de abranger e incorporar a utilização desses dados distintos.

Sendo assim, o conjunto amostral deste estudo foi composto por um total de 174 amostras, onde 30 foram coletadas em rios com influência antrópica e 144 em uma unidade de conservação brasileira de proteção integral da natureza localizada no município de Campos do Jordão (Quadro 3).

**Quadro 3** - Caracterização do conjunto amostral.

<b>Corpo d'água</b>	<b>Coordenada</b>	<b>Amostras/réplicas</b>
Rio Jundiáí	23°08'25"S/47°13'11"O	3
Rio Tietê	23°33'57"S/46°1'17"O	3
Rio Moji Guaçu	23°50'08"S/46°22'17"O	6
Rio Sorocaba	23°9'33"S/47°47'42"O	6
Rio Ribeira	24°32'47"S/48°29'58"O	3
Rio Betari	24°36'14"S/48°36'41"O	3
Rio Batalha	22°14'25"S/49°20'04"O	3
Rio Aguapeí	21°44'43"S/49°51'27"O	3
Córrego Galharada 1ª ordem	22°41'28"S/45°28'26"O	48
Córrego Galharada 2ª ordem	22°41'30"S/45°27'36"O	48
Córrego Galharada 3ª ordem	22°41'40"S/45°27'43"O	48
<b>TOTAL</b>		<b>174</b>

**Fonte:** elaborado pela própria autora, 2019.

### 3. 2 Variáveis físicas e químicas

Para realizar essa pesquisa foi necessário selecionar as variáveis físicas e químicas a serem analisadas, tanto para as amostras extraídas dos rios sob influência antrópica pertencentes ao Estado de São Paulo realizadas pela CETESB, quanto para o material amostrado no Parque Estadual de Campos de Jordão considerado área de referência no presente estudo. As variáveis selecionadas foram: condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), potencial hidrogeniônico (pH), temperatura da água (T), turbidez (Turb).

A determinação das variáveis físicas e químicas dos rios amostrados pela CETESB seguiu bibliografia e métodos analíticos disponíveis no Apêndice E do Relatório da Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo (CETESB, 2017). A metodologia para aferir as variáveis da área de referência ocorreu da mesma forma, conforme descrito na pesquisa realizada por Gorni (2007).

### 3. 3 Caracterização da assembleia de Oligochaeta

A coleta dos organismos amostrados em rios sob influência antrópica realizada pela CETESB ocorreu em triplicata, onde os organismos foram lavados em água corrente, triados, armazenados em potes plásticos e fixados em formol conforme a Norma Técnica L5.309

(CETESB, 2003). A metodologia utilizada para coleta dos organismos nos rios localizados em áreas conservadas procedeu da mesma forma citada anteriormente por Gorni (2007).

A identificação dos organismos presentes nas amostras disponibilizadas pela CETESB procedeu conforme descrito nessa pesquisa no Capítulo I, item 3.2 na página 24. Utilizando mesma metodologia, Gorni (2007) identificou e disponibilizou os dados da fauna encontrada nas amostras de áreas conservadas.

Neste contexto, para a caracterização da assembleia de Oligochaeta dos dois conjuntos de dados, considera-se que não houve diferenças metodológicas que possam influenciar de forma divergente os dados.

### **3. 4 Análise de dados**

#### **Variáveis físicas e químicas**

Visando identificar a existência de um gradiente de qualidade ambiental nas amostras coletadas nos locais considerados áreas de referência e nos locais sob influência antrópica utilizou-se a análise de agrupamento *Cluster* (UPGMA – Distância Euclidiana) associado com análise de correlação cofenética entre as variáveis físicas e químicas dos trechos analisados. A análise de correlação cofenética foi realizada para medir o ajuste de dados, considerando também o valor superior a 0,8 (ROHLF; FISHER, 1968).

Para identificar possíveis diferenças significativas entre os grupos formados com relação às variáveis físicas e químicas foi aplicada a análise de variância multivariada (MANOVA, Wilk's lambda, alfa = 0,05) (CAREY, 1998).

Em seguida, a análise de similaridade - ANOSIM foi aplicada com intuito de dar rigor estatístico aos agrupamentos formados pelo *Cluster*, bem como verificar o grau de similaridade entre os grupos (CLARKE, 1993). Como análise *a posteriori* utilizou-se o teste de Bonferroni para comparar os grupos dois a dois (BONFERRONI, 1936).

#### **Variáveis Ecológicas**

Para estimar a riqueza de espécies foram utilizados três estimadores de riqueza não-paramétricos: *Jackknife 1*, *Chao*, e *Bootstrap* com 9.999 permutações.

De acordo com alguns autores os tubificídeos geralmente são tolerantes a poluentes orgânicos e a abundância relativa desses organismos em uma comunidade de Oligochaeta pode indicar o enriquecimento orgânico em meio aquático (HOWMILLER; BEETON, 1971; LAFONT, 1984; VERDONSCHOT, 1989; SCHENKOVÁ; KOMÁREK; ZHRÁDKOVÁ,

2001; OTHMAN; SAMAT; HOO, 2002; NIJBOER; WETZEL; VERDONSCHOT, 2004; ALVES; MARCHESE; MARTINS, 2008). Dessa forma, como métrica de comunidade utilizou-se riqueza de espécies (S) e Porcentagem de Tubificídeos (%Tub).

### **Relação das espécies com as variáveis físicas e químicas**

Com o intuito de verificar a sensibilidade das espécies aos diferentes grupos formados, foi aplicada a Análise de Espécies Indicadoras (IndVal) (DUFRÊNE; LEGENDRE, 1997) ( $\alpha = 0,05$ ). Esta análise combina a abundância relativa das espécies com a frequência relativa de ocorrência nos níveis amostrados, realizada utilizando o pacote “indicspecies” (DE CACERES; LEGENDRE, 2009) no software “R” (R CORE TEAM, 2017), com 9.999 permutações. Para realização dos índices de comunidade foi utilizado o pacote Vegan (OKSANEN *et al.*, 2019).

Os dados foram analisados utilizando os softwares Palaeontological Statistics (PAST - versão 1.49) (HAMMER *et al.*, 2001) e software “R” versão 3.1.1 (R CORE TEAM, 2017).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Agrupamento

Após o cálculo das médias e desvio padrão das variáveis físicas e químicas dos trechos amostrados observou-se que as maiores concentrações das variáveis de condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, temperatura e turbidez foram registradas respectivamente nos trechos JUNA, BETA, BETA, AGUA, JUNA, já as menores nos trechos CG 2, SORO, CG 1, CG 1 e MOJI (Tabela 2).

A análise de agrupamento CLUSTER (UPGMA – Distância Euclidiana) organizou os trechos amostrados em três grupos distintos de acordo com a similaridade das variáveis físicas e químicas aferidas, sendo denominados grupo G1, grupo G2 e grupo G3 (Gráfico 2).

Os trechos amostrados foram distribuídos dentre os grupos conforme suas características físicas e químicas, onde o grupo G1 foi composto pelos trechos: Córrego Galharada 1ª ordem - CG 1, Córrego Galharada 2ª ordem - CG 2, Córrego Galharada 3ª ordem - CG 3 e Rio Tietê - TIET; grupo G2 pelos trechos: Rio Sorocaba - SORO, Rio Moji Guaçu - MOJI, Rio Ribeira - RIBE, Rio Betari - BETA, Rio Aguapeí - AGUA e Rio Batalha - BATA; grupo G3: Rio Jundiá - JUNA) (Quadro 4).

**Quadro 4** - Grupos formados por meio da análise de agrupamento.

GRUPOS	G1	G2	G3
<b>Trechos amostrados</b>	Córrego Galharada 1ª ordem (CG 1) Córrego Galharada 2ª ordem (CG 2) Córrego Galharada 3ª ordem (CG 3) Rio Tietê (TIET)	Rio Sorocaba (SORO) Rio Moji Guaçu (MOJI) Rio Ribeira (RIBE) Rio Betari (BETA) Rio Aguapeí (AGUA) Rio Batalha (BATA)	Rio Jundiá (JUNA)

**Fonte:** elaborado pela própria autora, 2019.

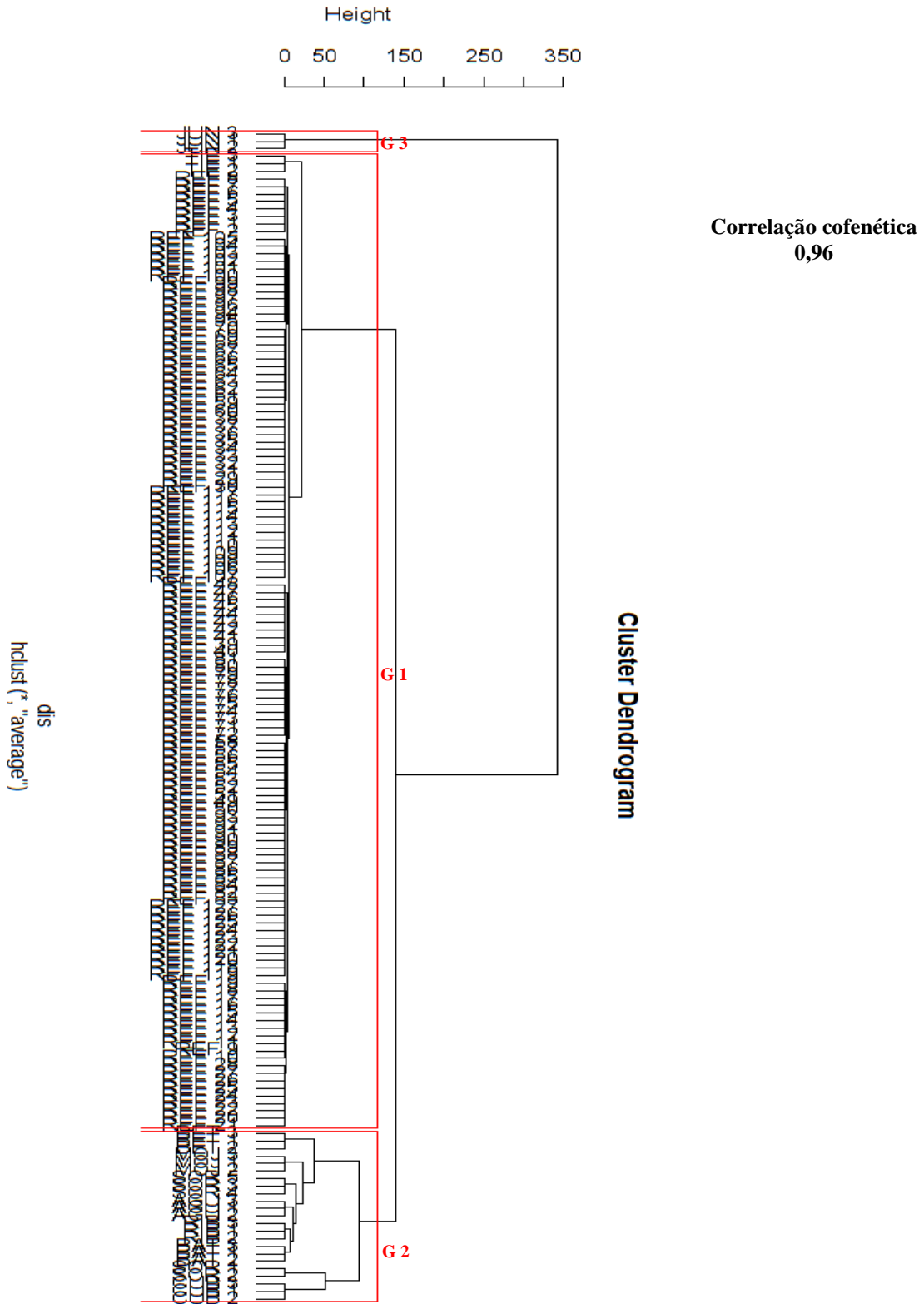
**Tabela 2** - Média e desvio padrão das variáveis físicas e químicas dos rios amostrados no Estado de São Paulo pela CETESB no período de 2014 a 2016 (JUNA- Rio Jundiá; TIET - Rio Tietê; MOJI - Rio Moji Guaçu; SORO - Rio Sorocaba; BETA - Rio Betari; RIBE - Rio Ribeira; AGUA - Rio Aguapeí; BATA - Rio Batalha) e no PECJ (CG 1 - Córrego Galharada 1ª ordem; CG 2 - Córrego Galharada 2ª ordem; CG 3 - Córrego Galharada 3ª ordem).

Variáveis físicas e químicas	Trechos de amostragem										
	JUNA	TIET	MOJI	SORO	BETA	RIBE	AGUA	BATA	CG 1	CG 2	CG 3
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S. cm}^{-1}$ )	373±0,0	29±0,0	173±94,7	159,0±41,7	159±0,0	119±0,0	133±0,0	173±0,0	11,4±1,2	7,1±3,0	7,4±0,4
O <sub>2</sub> (mg. L <sup>-1</sup> )	6,0±0,0	6,9±0,0	8,9±0,2	4,7±1,0	9,9±0,0	8,2±0,0	7,3±0,0	7,7±0,0	8,8±0,3	8,3±0,4	8,6±0,1
pH	7,2±0,0	6,5±0,0	6,7±0,2	7,0±0,4	8,3±0,0	8,2±0,0	7,2±0,0	6,8±0,0	6,5±0,3	6,7±0,1	6,6±0,2
Temperatura da água (°C)	19,0±0,0	19,0±0,0	21,3±0,3	18,6±2,0	19,0±0,0	21,1±0,0	23,7±0,0	20,7±0,0	13,9±1,6	14,4±1,6	14,4±1,2
Turbidez (Turb)	14±0,0	5,9±0,0	1,7±0,0	3,1±12,7	2,87±0,0	-	8,1±0,0	7,7±0,0	2,8±0,2	3,1±1,8	1,9±0,8

(-) variável ambiental não aferida.

**Fonte:** adaptado do Relatório da Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo - CETESB, 2014 a 2016 e GORNI, 2007.

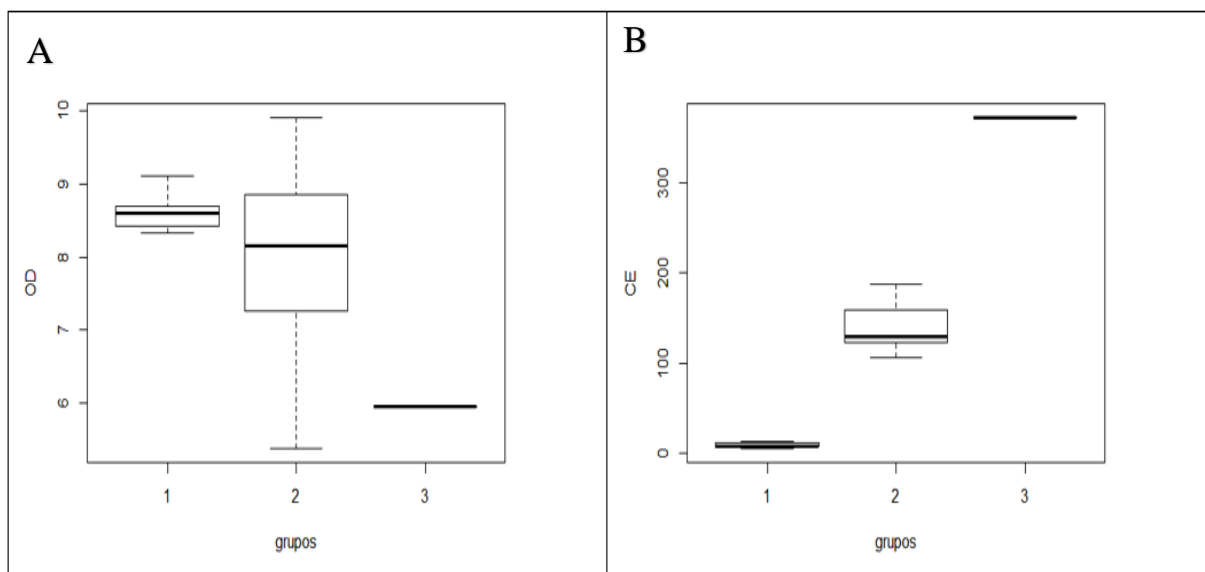
**Gráfico 2** - Gráfico obtido por meio da análise de agrupamento CLUSTER.



## 4.2 Variáveis físicas e químicas

Em relação ao oxigênio dissolvido o grupo G1 apresentou maior concentração e pouca variação entre os trechos, o grupo G2 apresentou um nível de concentração médio, porém maior variação entre os trechos e por último o grupo G3 apresentou o menor nível de concentração de oxigênio dissolvido sem variação pois é composto por um único trecho amostral (Gráfico 3 - A). Já em relação aos níveis de condutividade elétrica o resultado é inversamente proporcional (Gráfico 3 - B).

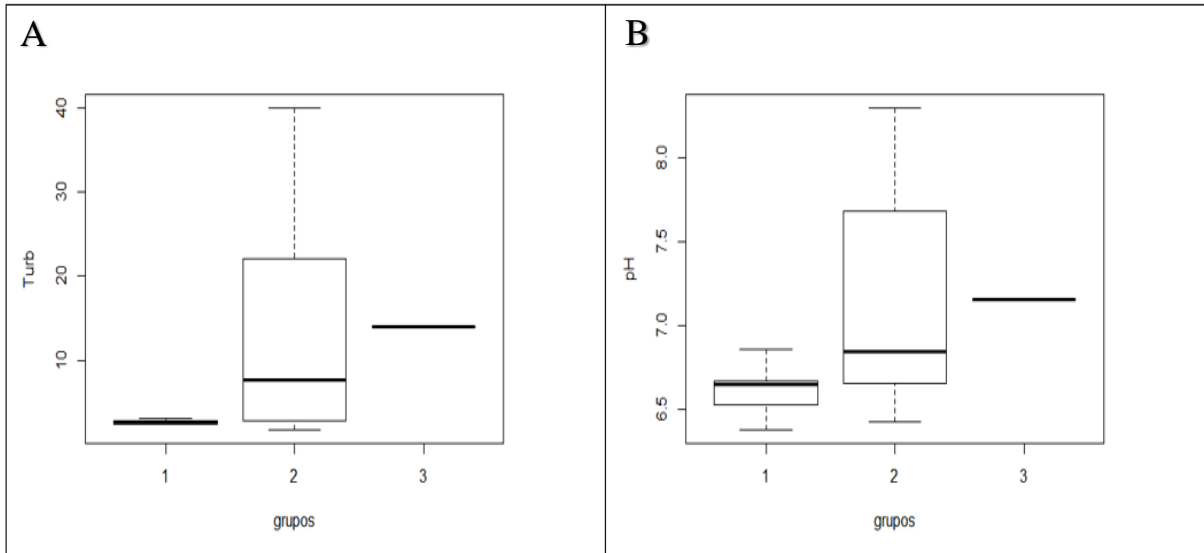
**Gráfico 3** - Boxplot dos grupos em relação às variáveis físicas e químicas. **A:** oxigênio dissolvido (OD); **B:** condutividade elétrica (CE).





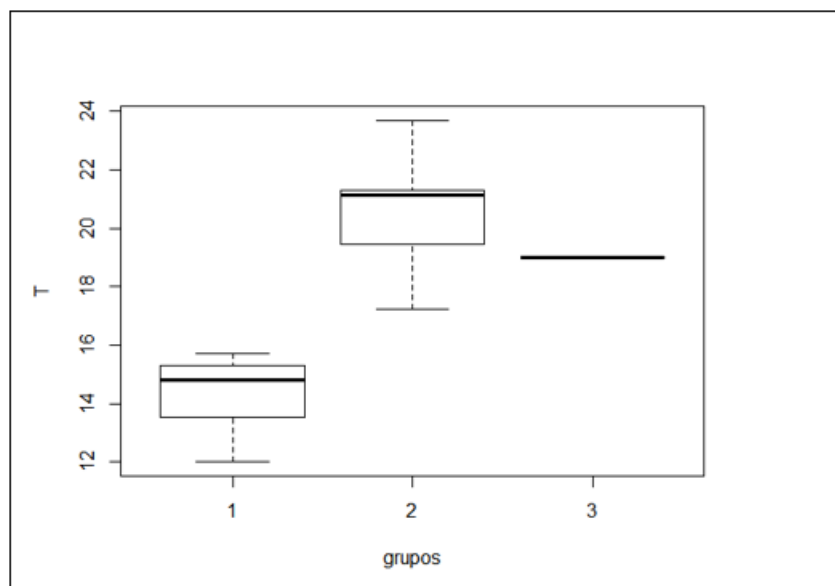
Em relação à turbidez aferida em cada grupo formado os maiores valores foram registrados no grupo G3 seguido de G2 e G1 (Gráfico 4 - A). O resultado referente aos níveis de pH é diretamente proporcionais (Gráfico 4 - B).

**Gráfico 4** - Boxplot dos grupos em relação às variáveis físicas e químicas. **A:** potencial hidrogeniônico (pH); **B:** turbidez (Turb).



Por fim, com relação à variável temperatura (T) os maiores valores foram registrados no grupo G2 seguido de G3 e G1 (Gráfico 5). Este resultado era esperado, uma vez que, grande parte dos trechos amostrados pertencentes ao grupo G1 foram coletados em córregos de baixa ordem, que além de estarem localizados em áreas de conservação, pertencem à uma localização geográfica que possui característica de temperaturas mais amenas.

**Gráfico 5** - Boxplot dos grupos em relação a variável ambiental temperatura (T).



### 4. 3 Relação Grupos x Variáveis físicas e químicas

A análise de variância multivariada (MANOVA, Wilk's lambda, alfa = 0,05) aplicada às variáveis físicas e químicas em relação aos grupos formados na análise de CLUSTER apresentou valor significativo (<0,05) indicando diferença estatística entre os grupos formados. De forma complementar, a análise de similaridade - ANOSIM corroborou a análise citada acima ( $r^2 = 0,99$  e  $p = 0,0001$ ).

Com a análise a posteriori de Bonferroni foi possível comparar os grupos dois a dois, revelando diferença significativa entre os mesmos (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise de correção de Bonferroni.

Grupos	G1	G2	G3
G1		0,0003	0,0003
G2	0,0003		0,0024
G3	0,0003	0,0024	

Fonte: elaborado pela própria autora, 2020.

Mediante desses resultados, ao considerarmos um nível de significância de 5%, rejeitamos a hipótese de igualdade entre os grupos formados na análise de Cluster em relação às variáveis físicas e químicas aferidas.

Em suma, após observarmos esses resultados é possível estabelecer que cada grupo formado possui características físicas e químicas específicas. Sobretudo, essas características podem ser relacionadas aos níveis de qualidade ambiental, proporcionando assim a determinação de um gradiente de qualidade ambiental.

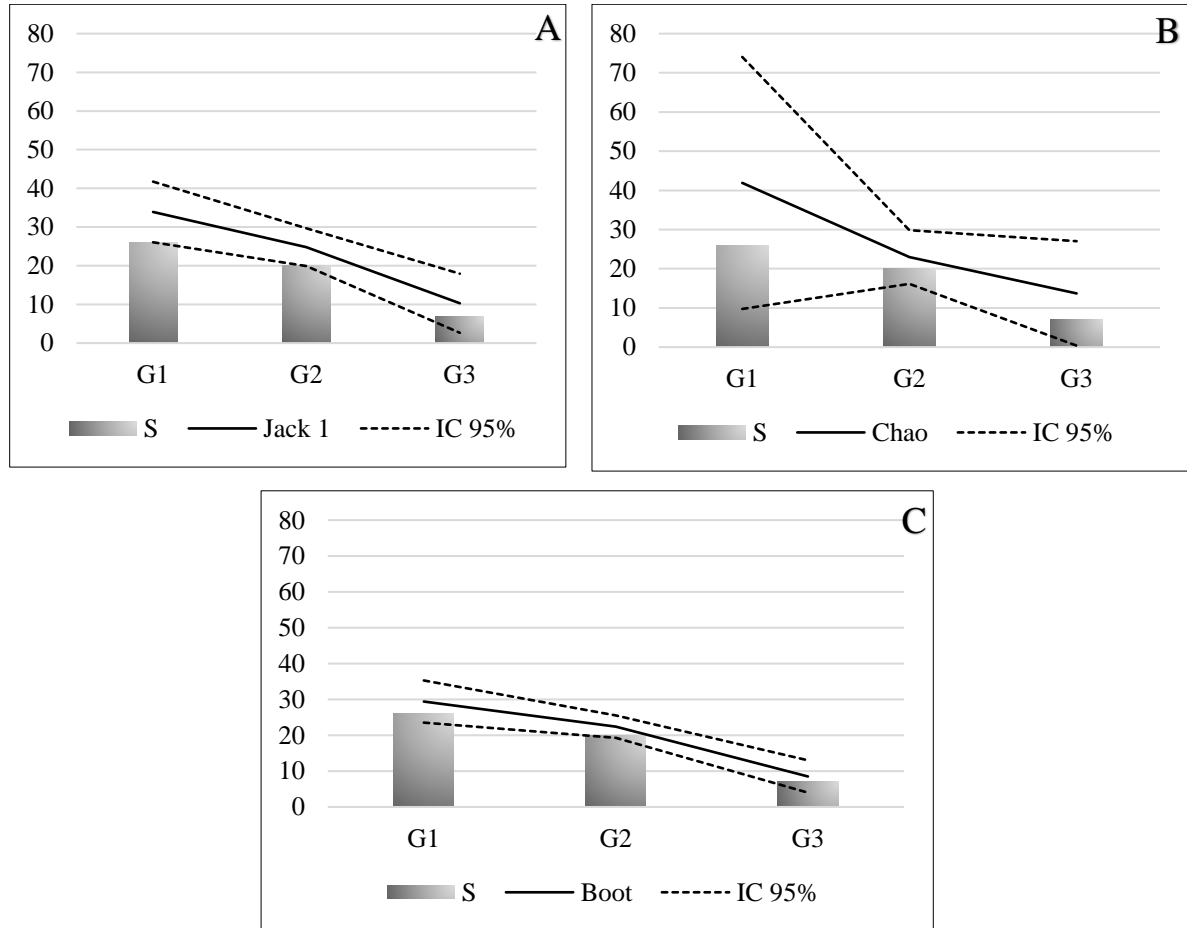
### 4. 4 Métricas da comunidade

Obtivemos como resultado dos dois conjuntos amostrais um total de 34 táxons inventariados, sendo distribuídos dentre as famílias: Alluroididae, Enchytraeidae, Naididae e Opistocystidae.

A subfamília Tubificinae foi considerada a mais representativa dessa assembleia de oligoquetos, representando 73% dos táxons encontrados. Dentre os tubificíneos registrados a espécie mais abundante identificada nos rios amostrados foi o *Bothrioneurum* sp. que representou cerca de 59% do número total de indivíduos, seguida de *Pristina synclites* com 10% e *Limnodrilus hofmeiteri* (6%). Dentre os naidídeos o gênero que apresentou o maior número de espécies foi *Pristina* com 11 espécies.

Com base nas análises de todos os estimadores de riqueza de espécies pode-se observar diferença de riqueza de espécies nos grupos formados (Gráfico 6).

**Gráfico 6** - Gráfico de estimadores de Riqueza. **A:** Jacknife 1; **B:** Chao; **C:** Bootstrap.



**Fonte:** elaborado pela própria autora, 2020.

Os resultados das métricas de comunidade: Índice de riqueza de espécies (S) e Porcentagem de Tubificídeos (%Tub) utilizadas para caracterizar a estrutura da assembleia de Oligochaeta indicaram que o grupo G1, considerado o grupo que apresenta melhor qualidade ambiental, apresentou maior riqueza de espécies e menor porcentagem de tubificídeos. O grupo G2 apresentou valor intermediário em relação aos grupos G1 e G3. Finalmente, o grupo G3 foi o que apresentou menor valor de riqueza de espécies e maior porcentagem de tubificídeos (Tabela 4).

**Tabela 4** - Índices de comunidade dos grupos.

Índices de comunidade	Grupos		
	G1	G2	G3
S	26	20	7
%Tub	15,4%	25%	28,6%

**Fonte:** elaborado pela própria autora, 2019.

#### 4.5 Relação Fauna x Grupos formados na análise de Cluster

Após realizarmos a análise de Espécies Indicadoras (IndVal) foi possível indicar quais espécies estão relacionadas a cada grupo formado pela análise de agrupamento.

A família Enchytraeidae foi indicadora do grupo G1 o que corrobora os resultados obtidos na pesquisa de Gorni (2007) onde espécies dessa família apresentaram afinidade com córregos de baixa ordem. O grupo G2 teve como espécies indicadoras *Branchiura sowerbyi* e *Slavina appendiculata*, este resultado corrobora o histórico encontrado na literatura a respeito da preferência dessas espécies a locais impactados, uma vez que este grupo foi considerado ambiente com a qualidade ambiental baixa. Igualmente, as espécies *Nais communis* e *Allonais chelata* estão associadas ao grupo G3 que também se apresentou como grupo com baixa qualidade ambiental (Tabela 5).

**Tabela 5** - Espécies Indicadoras de gradiente de qualidade ambiental em rios do Estado de São Paulo e no Parque Estadual de Campos de Jordão. **G1** – grupo 1, **G2** – grupo 2, **G3** – grupo 3. Valor de espécies indicadoras obtido por 9.999 permutações (usando o método de Monte Carlo).

Espécies	Grupos	IndVal	P
Enchytraeidae	G1	0,90	0,001
<i>Branchiura sowerbyi</i>	G2	0,72	0,018
<i>Slavina appendiculata</i>	G2	0,54	0,007
<i>Nais communis</i>	G3	0,83	0,007
<i>Allonais chelata</i>	G3	0,58	0,023

**Fonte:** Própria autora, 2019.

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos por meio da análise dos estimadores de riqueza de espécies revelaram que existe diferença significativa nos grupos formados pela análise de Cluster. O grupo G1, considerado o grupo com melhor qualidade ambiental, apresentou maior riqueza de espécies e menor porcentagem de tubificídeos. Esse resultado já era esperado uma vez que ambientes que apresentam melhor qualidade ambiental tendem a ter maior riqueza de espécies. Contudo, em se tratando da porcentagem de tubificídeos a analogia é inversa, pois geralmente corpos hídricos que apresentam maior porcentagem desses organismos são ambientes com qualidade ambiental baixa, ou seja, espécies pertencentes a família Tubificidae na maioria das vezes estão associadas a ambientes impactados.

Outra informação importante exposta através da análise dos estimadores de riqueza de espécies foi referente aos grupos G2 e grupo G3. Após a análise de Cluster esses grupos foram considerados com baixa qualidade ambiental, seus resultados em relação às métricas de comunidade das assembleias de Oligochaeta corroboram estudos a cerca dessa temática (LIN; YO, 2008; RAPOSEIRO; RAMOS; COSTA, 2009; LOBO; ALVES, 2011), já que eles apresentaram menor riqueza de espécies e maior porcentagem de tubificídeos quando comparados com o grupo G1. Sobretudo, cabe destacar que o grupo G3 foi o que apresentou menor riqueza de espécies e maior porcentagem de tubificídeos, indicando-o como grupo de menor qualidade ambiental (Tabela 4).

De acordo com especialistas da área de avaliação ambiental, as variáveis ambientais estão diretamente relacionadas ao estado de conservação de cada ecossistema. Se tratando de ecossistemas aquáticos é possível afirmar que os níveis de algumas variáveis físicas e químicas como por exemplo condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e turbidez influenciam diretamente na qualidade do corpo hídrico e conseqüentemente em sua fauna (DERISIO, 1992; CALLISTO *et al.* 2001; GOULART; CALLISTO, 2003).

A propriedade físico-química de condutividade elétrica varia de acordo com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água (PINTO, 2007). É possível afirmar que variações elevadas nos níveis de condutividade na água podem indicar algum tipo de contaminação no meio aquático (GASPAROTTO, 2011). Ademais, segundo Gasparotto (2011), a condutividade elétrica de amostras contaminadas por esgotos pode variar de 100 a 10.000  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Outros autores também correlacionam os níveis altos de condutividade elétrica com o enriquecimento orgânico (VERDONSCHOT, 1999; 2001; TIMM *et al.*, 2001; GORNI, 2007) e ambientes influenciados por ações humanas (ESTEVES; LEAL; CALLISTO, 2011).

Obtivemos como resultado das análises das variáveis físicas e químicas a presença de altos níveis de condutividade elétrica no trecho JUNA (Rio Jundiá) onde a CE apresentou  $373 \mu\text{S. Cm}^{-1}$ . Cabe ressaltar que este trecho foi alocado no grupo G3, considerado um ambiente com qualidade ambiental baixa. Esse resultado é justificável, considerando que o trecho amostrado se encontra em local antropizado com atividade predominantemente industrial.

Paralelamente a fauna registrada nesse trecho é condizente com suas características físicas e químicas, uma vez que as espécies indicadoras deste grupo, de acordo com o resultado da análise IndVal, são: *Nais communis* e *Allonais chelata*. Este resultado corrobora a pesquisa de outros autores que encontraram essas espécies associadas à alta condutividade elétrica (GORNI, 2007; SANCHES, 2016). Em pesquisas similares, foi registrado que essas espécies podem ser encontradas em ambientes com níveis elevados de enriquecimento orgânico, o que lhes confere a característica de tolerar ambientes com qualidade ambiental baixa, ou seja, capazes de viver e se desenvolver em ambientes poluídos (DAVIS, 1982; LIN; YO, 2008; GIROLI, 2019).

Alguns elementos químicos, como por exemplo o oxigênio dissolvido, desempenham papel fundamental no funcionamento dos rios. A mensuração destes elementos fornece informações importantes sobre o estado de qualidade ambiental de corpos d'água, já que o nível de concentração deles sofre alteração em casos de impactos ocasionados por poluição orgânica ou industrial (SILVEIRA, 2004). A maioria dos organismos aquáticos necessitam do oxigênio dissolvido presente na água para sobreviver, geralmente a concentração de oxigênio dissolvido reduz quando há grande aporte de matéria orgânica no corpo hídrico como citado acima. Habitualmente, um rio em condições normais apresenta de 8 a 10 mg. L<sup>-1</sup>, e de acordo com Alvarado e Aguiar (2009) e a Agência Nacional de Águas - ANA (2005) sua concentração pode indicar impactos ambientais. Neste estudo, segundo a análise de CLUSTER, o grupo que apresentou os maiores valores de OD foi o grupo G1. Este grupo é composto predominantemente por trechos considerados locais de referência no presente trabalho, portanto, seu resultado em relação a esta variável se justifica.

Ademais, com o resultado obtido por meio da análise de Espécies Indicadoras (IndVal) foi possível inferir que a fauna analisada possui espécies da família Enchytraeidae como indicadoras de ambiente com maior aporte de OD, característica que está diretamente relacionada a ambientes de melhor qualidade. Este resultado é reforçado por decorrências similares que outros autores obtiveram em suas pesquisas, onde registraram a presença dessa

família associada a características físicas e químicas que refletem qualidade ambiental elevada (LENCIONI; DUMNICKA; MAIOLINI, 2004; GORNI, 2007).

O grupo G2 considerado um ambiente impactado no presente trabalho, obteve as espécies *Branchiura sowerbyi* e *Slavina appendiculata* como indicadoras de seu grupo. Resultado que corrobora outros estudos onde essas espécies foram encontradas associadas a ambientes impactados (PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005; ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006; JORCIN, NOGUEIRA, 2008).

A temperatura é outra variável de grande importância na estrutura da comunidade de macroinvertebrados em ecossistemas aquáticos, contudo ela também está relacionada com as características ambientais de cada região e cobertura vegetal do trecho amostrado (WARD; STANFORD, 1982). As elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade de gases.

Diante disso, se tratando de ambientes aquáticos a temperatura pode ser analisada junto com outras variáveis, tais como o oxigênio dissolvido (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015). O aumento repentino da temperatura em um corpo d'água geralmente é provocado por ações antrópicas, como despejos industriais por exemplo (CETESB, 2019). Essas informações corroboram os resultados encontrados no presente estudo, onde as temperaturas mais baixas foram registradas em trechos pertencentes ao grupo G1 e as mais altas no grupo G2.

Em síntese, apesar de sua importância, a variável temperatura não costuma ser muito discutida em relação a qualidade ambiental de um corpo hídrico devido as características físicas, químicas e climáticas específicas de cada região, contudo, essa discussão torna-se importante quando corpos hídricos recebem efluentes vindos de indústrias, que alteram bruscamente, mesmo que momentânea, a temperatura da água (CETESB, 2019). No caso dos trechos amostrados nesta pesquisa não obtivemos registros de mudança brusca de temperatura entre as réplicas amostradas nos trechos.

No entanto, cabe considerar a existência de um gradiente longitudinal e altitudinal entre os sistemas lóticos de local conservado e antropizado analisados neste estudo. A maioria dos trechos amostrados no grupo G1 estão localizados no Parque Estadual de Campos de Jordão, que além de ser considerado a área de referência dessa pesquisa, apresenta bioma diferente dos locais antropizados e características geográficas que tendem a ter temperaturas mais baixas.

Já em relação as temperaturas mais altas registradas no grupo G2 é possível justificá-las devido a este grupo ser considerado o local que sofre maior interferência humana com atividades predominantemente industrial e agropecuária, onde a probabilidade de ocorrer

despejos de efluentes industriais não tratados corretamente e esgoto doméstico é maior. Outro fator que também justifica temperaturas mais elevadas nos trechos do grupo G2 é a escassez de vegetação e mata ciliar nos corpos hídricos inseridos em áreas antropizadas.

Segundo descrito em literatura especializada, o pH pode ser considerado como uma das variáveis físicas e químicas mais importante no meio ambiente aquático. Contudo, a interpretação dessa variável é muito complexa, já que existem inúmeros fatores relacionados a fontes de poluição difusa ou pontual que podem influenciá-lo (MESSIAS, 2008; GASPAROTTO, 2011). As alterações de pH podem ocorrer de forma natural ou ocasionada por ações antrópicas, e os níveis considerados ideais para a manutenção da vida aquática fica na faixa entre 6 a 9 (GASPAROTTO, 2011). No caso dos trechos amostrados nessa pesquisa não foi registrado nenhum valor abaixo do ideal, porém o grupo que se manteve nos níveis considerados ideais para ambientes aquáticos foi o grupo G1, o que corrobora a fauna registrada composta predominantemente por espécies da família Enchytraeidae.

Este resultado se faz claro após busca em literatura, onde encontram-se trabalhos que obtiveram respostas similares da fauna nestes ambientes, apontando a presença de organismos da família Enchytraeidae em ambientes menos perturbado (DAVIS, 1982; GORNI, 2007). Contudo, os estudos sobre a utilização desses organismos como indicadores de ambientes conservados devem ser aprofundados.

Por fim, os níveis de turbidez têm como origem natural partículas de compostos orgânicos e inorgânicos. A presença desses compostos também pode ser influenciada por ações de origem antropogênica, por meio de despejos indústrias e domésticos, bem como realização de assoreamento e erosão intencional nos corpos hídricos (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

Nesta pesquisa o grupo G1 apresentou o menor valor de turbidez, o grupo G2 uma maior variação entre os trechos e o grupo G3 o maior valor. O trecho JUNA é o único responsável pela composição de trechos amostrados no grupo G3, o nível mais elevado de turbidez foi registrado nesse trecho, o que se justifica pelo fato da amostragem ter sido realizada em local com atividade predominantemente industrial.

Com relação a fauna encontrada nos trechos amostrados em relação a variável turbidez, os trabalhos de Verdonschot (1999 e 2001), Timm *et al.* (2001), Gorni (2007) e Sanches (2016) corroboram tal situação, uma vez que similarmente detectaram a presença das espécies: *Branchiura sowerbyi*, *Slavina appendiculata*, *Nais communis* e *Allonais chelata*, presentes em



ambientes com níveis elevados de turbidez, geralmente associados com o enriquecimento orgânico que indica baixa qualidade ambiental.

Os resultados revelaram também que os três grupos apresentaram fauna de oligoquetos correspondentes às características de cada ambiente, onde as espécies indicadoras do grupo G1 pertencem a família Enchytraeidae, do grupo G2 são as espécies *Branchiura sowerbyi* e *Slavina appendiculata* e do grupo G3 as espécies *Nais communis* e *Allonais chelata* corroborando outras pesquisas encontradas na literatura (PAMPLIN; ROCHA; MARCHESE, 2005; ALVES; MARCHESE; ESCARPINATI, 2006; GORNI, 2007; JORCIN; NOGUEIRA, 2008; GIROLI, 2019).

Assim, após analisarmos os resultados desse estudo em relação aos dados referentes às variáveis físicas e químicas estabelecidas para cada grupo formando, os dados faunísticos obtidos por meio da identificação dos organismos da Classe Oligochaeta juntamente com os resultados das análises de comunitárias, devemos considerar os resultados:

- ✓ Os trechos arranjados no grupo G1 podem ser considerados ambientes mais conservados, com qualidade ambiental elevada e fauna representada em geral por espécies da família Echytraeidae;
- ✓ Os trechos pertencentes ao grupo G2 e G3 que indicam qualidade ambiental baixa ocasionada por ações antrópicas, apresentam as espécies: *Branchiura sowerbyi*, *Slavina appendiculata*, *Nais communis* e *Allonais chelata*, como indicadoras desse tipo de ambiente.

## 6 CONCLUSÕES

O resultado da análise de variância multivariada (MANOVA, Wilk's lambda), aplicada às variáveis físicas e químicas aferidas nos trechos amostrados pela CETESB e dos locais de referência, demonstra que os dois conjuntos de dados são diferentes estatisticamente em relação às variáveis físicas e químicas analisadas.

Por meio da análise de agrupamento foi possível organizar os trechos amostrados em três grupos distintos de acordo com a similaridade das variáveis aferidas, estabelecendo assim um gradiente de qualidade ambiental.

Deste modo, é possível concluir que as características pertencentes ao grupo G1 apontam que os trechos amostrados neste grupo possuem qualidade ambiental elevada, em contrapartida os trechos amostrados no grupo G2 apresentam-se como ambientes que sofrem maior influência antrópica, ou seja, possuem qualidade ambiental baixa. No caso do grupo G2 é possível fazer essa inferência devido a presença de níveis mais elevados de condutividade elétrica e turbidez e baixos níveis de oxigênio dissolvido, características que comumente estão relacionadas a ambientes enriquecidos organicamente e/ou apresentam algum grau de degradação ambiental.

Os trechos pertencentes ao grupo G3 também se apresentam como ambientes de baixa qualidade ambiental. Contudo, cabe ressaltar que esse grupo é composto por réplicas de um único trecho amostral (Rio Jundiá - JUNA) que foram agrupados de acordo com o resultado obtido na análise de Cluster.

Com relação a fauna, a subfamília Tubificinae foi a mais representativa dessa assembleia, associada em geral com os ambientes mais impactados. Já os organismos pertencentes a família Echytraeidae tendem a estarem presentes em ambientes mais limpos.

Por fim, por meio da análise de IndVal foi possível estabelecer que as espécies indicadoras do grupo G1 pertencem majoritariamente a família Echytraeidae e dos grupos G2 e G3 as espécies indicadoras são: *Branchiura sowerbyi*, *Slavina appendiculata*, *Nais communis* e *Allonais chelata*.

Esses apontamentos indicam a importância do biomonitoramento para avaliar a situação de diferentes corpos hídricos, uma vez que é possível correlacionar determinadas espécies com os padrões das variáveis físicas e químicas que cada ambiente apresenta. Contudo, estudos posteriores devem ser realizados visando fornecer informações detalhadas, abrangendo áreas pouco estudadas, proporcionando o ganho científico necessário para colocar em prática a avaliação dos corpos hídricos utilizando organismos da Classe Oligochaeta.

## REFERÊNCIAS

- ALVARADO, J. J., AGUILAR, J. F. Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto em aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 57, suppl. 1, p. 19-29, 2009.
- ALVES, R. G.; MARCHESI, 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.; MARCHESI, M. R.; MARTINS, R. T. Oligochaeta (Annelida, Clitellata) of lotic environments at Parque Estadual Intervales (São Paulo, Brazil). **Biota Neotrop.**, v. 18, n. 1, p. 21-24, 2008.
- ANA- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da Qualidade das águas superficiais no Brasil. **Cadernos de recursos hídricos**. Brasília, 2005. 175p.
- ARMITAGE, P. D. 12: Prediction of Biological Responses. **River Biota: Diversity and Dynamics**, p. 231, 2009.
- BEHREND, R. D. L.; TAKEDA, A. M.; GOMES, L. C.; 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.
- BONFERRONI, C. E. **Teoria statistica delle classi e calcolo delle probabilità**. Pubblicazioni del R Istituto Superiore di Scienze Economiche e Commerciali di Firenze 8, 3-62, 1936.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.
- CAREY, G. **Multivariate Analysis of Variance (MANOVA): I. Theory**. 1998. Disponível em: <<http://ibgwww.colorado.edu/~carey/p7291dir/handouts/manova1.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- CARVALHO, A. P.; BALDUINO, A. R., MACIEL, G. F.; PICANÇO, A. P. Avaliação da poluição em rios utilizando índices de qualidade da água: um estudo de caso no Ribeirão São João em Porto Nacional –TO. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 35, n. 3, p. 472-484, 2016.
- CETESB L5.309. 2003. **Determinação de bentos de água doce - Macroinvertebrados: Métodos qualitativo e quantitativo**. São Paulo. 16p. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/normas-tecnicas-cetesb/normas-tecnicas-vigentes/>>. Acesso em: 14 fev. 2018.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2014**. São Paulo, 2015, 562. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2015**. São Paulo, 2016, 287. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016**. São Paulo, p. 301, 2017. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios/>>. Acesso em: 30 abr. 2019.

CHAPMAN, P. M.; CHURCHLAND, L. M.; THOMSON, P. A.; MICHNOWSKY, E. Heavy metal studies with oligochaetes. In: **Aquatic oligochaete biology**. Springer, Boston, MA, p. 477-502, 1980.

CLARKE, K. R. 1993. "Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure". **Austral Ecology**. 18 (1): 117–143. doi:10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x

CORHI - Comitê coordenador do plano estadual de recursos hídricos. Conselho Estadual De Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Plano Estadual de Recursos Hídricos. 2007. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents/7006/perh.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2020.

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

DE CACERES, M.; LEGENDRE, P. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. **Ecology**, v. 90, n. 12, p. 3566-3574, 2009.

DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. In: **Introdução ao controle de poluição ambiental**. CETESB, 1992.

DUFRÊNE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

ESTEVEZ, F. A.; LEAL, J. J. F.; CALLISTO, M. Fundamentos de limnologia. 3ª edição. **Interciência, Rio de Janeiro**, p. 790, 2011.

HOWMILLER, RP. and BEETON, AM. Biological evaluation of environmental quality, Green Bay, Lake Michigan. *J. Water Pollut. Con. F.*, 1971, vol. 42, no. 3, p. 123-133.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação Ecotoxicológica e Microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90, 2011.

GIROLI, D. A. **Oligochaeta (annelida: clitellata) como Indicadores da Qualidade da Água e Sedimento em Reservatórios no estado de São Paulo**. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara – SP, p.74, 2019.

GORNI, G. R. **Oligochaeta (Annelida: Clitellata) em córregos de baixa ordem do Parque Estadual de Campos do Jordão (São Paulo, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 2007.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

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

HYNES, H. B. N. **The biology of polluted waters**. Toronto; Buffalo : University of Toronto Press, 1974.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G. Benthic macroinvertebrates in the Paranapanema reservoir cascade (southeast Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1013-1024, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em 17 fev. 2018.

LAFONT, M. Oligochaete communities as biological descriptors of pollution in the fine sediments of rivers. **Hydrobiologia**, 1984, vol. 115, no. 1, p. 127-129.

LAFONT, M.; COSTE, M.; WASSON J. G.; FAESSEL, B. Comparaison de quatre indices biologiques pour apprécier l'impact de la pollution dans des cours d'eau français. **Naturalist Can. (Rev. Ecol. Syst.)**, v. 115, p. 77-87, 1988.

LAFONT, M. **Contribution à la gestion des eaux continentales: utilisation des oligochètes comme descripteurs de l'état biologique et du degré de pollution des eaux et des sédiments**. Tese de Doutorado. Lyon 1, p.311, 1989.

LAFONT, M.; TIXIER, G.; MARSALEK, J.; JÉZÉQUEL, C.; BREIL, P.; SCHMITT, L. From research to operational biomonitoring of freshwaters: a suggested conceptual framework and practical solutions. **Ecohydrology & hydrobiology**, v. 12, n. 1, p. 9-20, 2012.

LENCIONI, V.; DUMNICKA, E.; MAIOLINI, B. The oligochaete fauna in high mountain streams (Trentino, NE Italy): ecological and taxonomical remarks. **Studi Trent. Sci. Nat. Acta Biol.**, v. 81, p.167-176, 2004.

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

LOURENÇATO, L. F. **Potencial de contaminação de águas superficiais por agrotóxicos na microbacia hidrográfica do Campestre, Colombo, PR**. Dissertação Mestrado. Curitiba: UFPR, p. 48, 2010.

MARTINS, R. T.; STEPHAN, N. N. C.; ALVES, R. G. Tubificidae (Annelida: Oligochaeta) as an indicator of water quality in an urban stream in southeast Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 20, n. 3, p. 221-226, 2008.

MESSIAS, T. G. **Influência da toxicidade da água e do sedimento dos rios São Joaquim e Ribeirão Claro na bacia do Corumbataí**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 125, 2008.

Ministère de l'écologie et du développement durable. Indice oligochètes de bioindication des sédiments (IOBS): guide méthodologique. Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (France). **Agences de l'eau**. Etudes sur l'eau Ed. 88. 2002.

NIJBOER, R. C.; WETZEL, M. J.; VERDONSCHOT, P. F.M. Diversity and distribution of Tubificidae, Naididae and Lumbriculidae (Anelida: Oligochaeta) in the Netherlands: an evaluation of twenty years of monitoring data. **Hydrobiologia**, v. 520, n. 1-3, p. 127-141, 2004.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. Análise de parâmetros físico químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás. Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis-Goiás. **Monografia Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Goiás, (Goiânia)**, 2015.

NORRIS, R. H.; HART, B. T.; FINLAYSON, M.; NORRIS, K. R. Use of biota to assess water quality. **Australian Journal of Ecology**, v. 20, p. 1-227, 1995.

OKSANEN, J.; BLANCHET, F.G.; FRIENDLY, M.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MCGLINN, D.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B.; SIMPSON, G. L.; SOLYMOS, P.; STEVENS, M. H. H.; SZOECS, E.; WAGNER, H. **Vegan: Community Ecology Package**. R package version 2.5-4, 2019.

OTHMAN, M. R.; SAMAT, A.; HOO, S. L. The effect of bedsediment quality on distribution of macrobenthos in Labu River system and selected stations in Langat River, Malaysia. **J. Biol. Sci.**, v. 2, n. 1, p. 32-34, 2002.

PAMPLIN, P. A. Z.; ROCHA, O.; MARCHESE, M. Riqueza de espécies de Oligochaeta (Annelida, Clitellata) em duas represas do rio Tietê (São Paulo). **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n. 1, p. 63-70, 2005.

PARANHOS FILHO, A. C.; CARNELLOSI, C. F.; FERREIRA, J. H. D.; PRATES, K. V. M. C.; STREILLING, S. S. Análise do impacto da ação antrópica sobre uma nascente do Rio Água Grande (Ubiratã, PR) através de imagem de satélite CBERS. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, v. 12, p.1451-1458, 2005.

PINTO, M. C. F. Manual medição in loco. **Site da CPRM**, 2007. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao\\_territorial/geologia\\_medica/manual\\_medico\\_es\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/gestao_territorial/geologia_medica/manual_medico_es_T_%20pH_OD.pdf)>. Acesso em: 14 out. 2019.

PRYGIEL, S. J.; ROSSO-DARMET, A.; LAFONT, M.; LESNIAK, C.; DURBEC, A.; OUDDANE, B. Use of Oligochaete communities for assessment of ecotoxicological risk in fine sediment of rivers and canals of the Artois-Picardie water basin (France). **Hydrobiologia**, v. 410, p. 25-37, 1999.

- RAPOSEIRO, P. M.; RAMOS, J. C.; COSTA, A. C. First record of *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1982 (Oligochaeta: Tubificidae) in Azores. **Aquatic Invasions**, Ponta Delgada, v. 4, n. 1, p. 487-490, 2009.
- R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2017.
- ROSSO, A. **Description de l'impact des micropolluants sur les peuplements d'oligochètes des sédiments de cours d'eau du bassin versant de l'Ill (Alsace). Elaboration d'une méthode biologique de diagnostic de l'incidence des micropolluants.** Tese de Doutorado. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, France, p. 248, 1995.
- ROSSO, A.; LAFONT, M.; EXINGER, A. Effets des métaux lourds sur les peuplements d'oligochètes de l'Ill et de ses affluents (Haut-Rhin, France). In: **Annales de Limnologie-International Journal of Limnology**. EDP Sciences, 1993. p. 295-305.
- ROSSO, A.; LAFONT, M.; EXINGER, A. Impact of heavy metals on benthic oligochaete communities in the river Ill and its tributaries. **Water Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 241-248, 1994.
- SANCHES, N. A. O. **Comunidade de oligochaeta (annelida: clitellata) em córregos urbanos do município de Bocaina – SP.** Dissertação (Mestre em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Territorial e Meio Ambiente, Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara – SP, p.100, 2016.
- SCHENKOVÁ, J.; KOMÁREK, O.; ZHRÁDKOVÁ, S. Oligochaeta of the Morava and Odra River Basins (Czech Republic): species distribution and community composition. **Hydrobiologia**, v. 463, n. 1-3, p. 235-240, 2001.
- SCHENKOVÁ, J.; HELEŠIC, J. Habitat preferences of aquatic Oligochaeta (Annelida) in the Rokytná River, Czech Republic – a small highland stream. **Hydrobiologia**, v. 564, n. 1, p. 117-126, 2006.
- SCHROEDER-ARAÚJO, L. T.; STEMPNIEWSKI, H. L.; CIPÓLLI, M. N.; SANTOS, L. E.; SANTO-PAULO, M.; CORRÊA-CREMONESI, W. Estudo Limnológico e Climatológico da Região do Parque Estadual de Campos do Jordão, SP, com vistas ao povoamento com truta Arco-Íris, *Salmo irideus* Gibbons. **Boletim do Instituto de Pesca**, 13 (2): 63-76, 1986.
- SÃO PAULO, CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI. Plano Estadual de Recursos Hídricos 2 0 0 4 / 2 0 0 7.
- SEIBERT, P. Plano de manejo do Parque Estadual de Campos do Jordão. **Boletim Técnico do Instituto Florestal de São Paulo**, 19: 1-153, 1975.
- SILVEIRA, M. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios / Mariana Pinheiro Silveira. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, p.68, 2004.
- TIMM, T.; SEIRE, A.; PALL, P. Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 223-234, 2001.

TUNDISI, J. G.; SHASKRABA, M. **Theoretical reservoir ecology and its applications.** Ann Arbor: International Institute of Ecology, p. 585, 1999.

VERDONSCHOT, P. F. M. The role of oligochaetes in the management of waters. **Hydrobiologia**, v. 180, n. 1, p. 213-227, 1989.

VERDONSCHOT, P. F. M. Micro-distribution of oligochaetes in a soft-bottomed lowland stream (Elsbeek; The Netherlands). **Hydrobiologia**, v. 406, n. 5-7, p. 149-163, 1999.

VERDONSCHOT, P. F. M. Hydrology and substrates: determinants of oligochaete distribution in lowland streams (The Netherlands). **Hydrobiologia**, v. 463, n. 1-3, p. 249-262, 2001.

VIVIEN, R.; TIXIER, G.; LAFONT, M. Use of oligochaete communities for assessing the quality of sediments in watercourses of the Geneva area (Switzerland) and Artois- Picardie basin (France): proposition of heavy metal toxicity thresholds. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v. 14, n. 2, p. 142-151, 2014.

WARD, J. V.; STANFORD, J. A. Thermal responses in the evolutionary ecology of aquatic insects. **Annual Review of Entomology**, v. 27, p. 97-117, 1982.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A assembleia de Oligochaeta registrada em rios sob influência de atividades antrópicas revelou a presença dos oligoquetos aquáticos em todas as amostras, evidenciando assim que esses organismos possuem características que os permite viver e se estabelecer mesmo em ambientes impactados. Contudo, ao compararmos a assembleia registrada nos ambientes considerados locais de referência foi possível estabelecer que a composição faunística em relação as espécies pertencentes a essa Classe muda de acordo com gradiente de qualidade ambiental de cada local amostrados.

Ainda, o resultado da análise de curva de acumulação em relação ao esforço amostral das coletas disponibilizadas pela CETESB em rios sob influência antrópica evidenciou o aumento no número de espécies com o incremento do esforço amostral. Esse resultado sugere que os programas de biomonitoramento e ecossistemas aquáticos devem aumentar sua malha amostral, realizando coletas em ambientes, habitats e micro habitats distintos.

A Resposta da assembleia de Oligochaeta em relação às variáveis físicas e químicas de ecossistemas aquáticos sob influência de atividades antrópicas e em áreas de conservação no Estado de São Paulo revelou que a subfamília Tubificinae em geral esteve associada com os ambientes mais impactados. Já os organismos pertencentes a família Enchytraeidae tendem a estarem presentes em ambientes mais limpos. No entanto, se faz necessário um aprofundamento de estudos acerca dessa temática aumentando o conhecimento sobre quais espécies realmente podem ser possíveis indicadoras de qualidade ambiental.

Em síntese esses apontamentos indicam a importância do biomonitoramento utilizando organismos da classe Oligochaeta como ferramentas auxiliares para avaliar a situação de diferentes corpos hídricos, já que é possível correlacioná-los com os padrões das variáveis físicas e químicas que cada ambiente amostrado apresenta. Por tanto, pesquisas posteriores devem ser realizadas visando fornecer mais informações que abrangem áreas pouco estudadas, proporcionando assim, o ganho científico necessário para colocar em prática a avaliação dos corpos hídricos utilizando organismos da Classe Oligochaeta.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Panorama da Qualidade das águas superficiais no Brasil. **Cadernos de recursos hídricos**. Brasília, 2005. 175p.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2013. **Brasília, 2013**. 432p.
- CAIRNS JR., J.; VAN DER SCHALIE, W. H. Biological monitoring. Part I – Early warning systems. **Water Research**, v. 14, p. 1179-1196, 1980.
- CALLISTO, M.; GONÇALVES JUNIOR, J. F.; MORENO, P. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. In: Goulart, E. M. A. (Eds). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte, p. 555-567, 2005.
- CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. D. C. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 6 (1), p. 71-82, 2001.
- CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2016**. São Paulo, 2016. (Série Relatórios). Disponível em: <[https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb\\_QualidadeAguasInteriores\\_2017\\_02-06\\_VF.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wpcontent/uploads/sites/12/2013/11/Cetesb_QualidadeAguasInteriores_2017_02-06_VF.pdf)>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- CHAPMAN, P. M. Utility and relevance of aquatic oligochaetes in ecological risk assessment. **Hydrobiologia**, Canada, v. 463, p. 149-169, 2001.
- CHRISTOFFERSEN, M. L. A catalogue of aquatic microdrile oligochaetes (Annelida: Clitellata) from South America. **Acta Hydrobiologica Sinica**, v. 31, 59-86, 2007.
- DERISIO, J. C. Introdução ao controle de poluição ambiental. In: **Introdução ao controle de poluição ambiental**. CETESB, 1992.
- ESTEVEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, p. 602, 1998.
- FERREIRA, W. R.; LIGEIRO, R.; OLIVEIRA, D.; FRANÇA, J.; RODRIGUES, L.; SOUZA, B.; OLIVEIRA, D.; RIBEIRO, A.; CALLISTO, M. **Aplicação de um Índice Multimétrico Bentônico no Levantamento Ecológico Rápido da qualidade das águas em duas micro-bacias no RVS Mata do Junco, Capela, SE**. III Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe - 24 a 26 de março de 2010, Aracaju-SE.
- GERHARDT, A. Bioindicator species and their use in biomonitoring. Environmental monitoring I. **Encyclopedia of life support systems**. UNESCO ed. Oxford (UK): Eolss Publisher. 2002.

- 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.
- GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, ano 2, n. 1, p. 156-164, 2003.
- HERING, D.; FELD, C. K.; MOOG, O.; OFENBOCK, T. Cook book for the development of a multimetric index for biological condition of aquatic ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. **Hydrobiologia**, v. 566, n. 1, p. 311-324, 2006.
- HELLAWELL, J. M., Biological Indicator of Freshwater Pollution and Environmental Management. **Elsevier Applied Science Publishers Ltd**, p. 546, 1986.
- HICKMAN JUNIOR, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. Vermes Segmentados Filo Annelida. In: HICKMAN JUNIOR, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios Integrados de Zoologia**. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, p. 336-353, 2004.
- JAYAWARDANA, J. M. C. K.; GUNAWARDANA, W. D. T. M.; UDAYAKUMARA, E. P. N.; WESTBROOKE, M. Land use impacts on river health of Uma Oya, Sri Lanka: implications of spatial scales. **Environmental Monitoring and Assessment**, 189:192 Switzerland, 2017.
- 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.
- MELO, A. S.; FROEHLICH, C. G. Evaluation of methods for estimating macroinvertebrate species richness using individual stones in tropical streams. Blackwell Science Ltd, **Freshwater Biology**, 46, 711-721. 2001.
- METCALFE, J. L. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: history and present status in Europe. **Environmental Pollution**, v. 60, p. 101-39, 1989.
- MORENO, P.; FRANÇA, J. S.; FERREIRA, W. R.; PAZ, A. D.; MONTEIRO, I.; CALLISTO, M. Use of the BEAST model for biomonitoring water quality in a Neotropical basin. **Hydrobiologia**, v. 630, n. 1, p. 231-242, 2009.
- MOYA, N.; TOMANOVA, S.; OBERDORFF, T. Initial development of a multi-metric index based on aquatic macroinvertebrates to assess streams condition in the Upper Isiboro-Sécure Basin, Bolivian Amazon. **Hydrobiologia**, v. 589, n. 1, p. 107-116, 2007.
- 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.
- OLIVEIRA, R. B. S.; CASTRO, C. M.; BAPTISTA, D. F. Desenvolvimento de índices multimétricos para utilização em programas de monitoramento biológico da integridade de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 3, p. 487-505, 2008.

PASSY, S. I. Community analysis in stream biomonitoring: what we measure and what we don't. **Environmental Monitoring Assessment**, v. 127, n. 1-3, p. 409-417, 2007.

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

RAPOSEIRO, P. M.; RAMOS, J. C.; COSTA, A. C. First record of *Branchiura sowerbyi* Beddard, 1982 (Oligochaeta: Tubificidae) in Azores. **Aquatic Invasions**, Ponta Delgada, v. 4, n. 1, p. 487-490, 2009.

RODRIGUEZ, P.; REYNOLDSON, T. B. **The pollution biology of aquatic oligochaetes**. Springer Science e Business Media, p. 265, 2011.

ROQUE, F. O.; TRIVINHO-STRIXINO, S.; STRIXINO, G.; AGOSTINHO, R. C.; FOGO, J. C. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaraguá State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of Insect Conservation**, v. 7, n. 2, p. 63-72, 2003.

SCHIAVONE, D. C.; MONZANE, T. E. G.; LUCCA, J. V. de. Inventário taxonômico preliminar da comunidade bentônica nos reservatórios do rio Jaguari e do rio Jacaré – Sistema Cantareira SABESP – São Paulo, SP. **VII Fórum Ambiental da Alta Paulista, São Paulo**, v. 8, n. 2, p. 223-234, 2012.

SILVEIRA, M. P. Aplicação do biomonitoramento para avaliação da qualidade da água em rios / Mariana Pinheiro Silveira. Jaguariúna: **Embrapa Meio Ambiente. Documentos**, 2004.

TIMM, T. **A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe**. Mauch, 2009.

TIMM, T.; SEIRE, A.; PALL, P. Half a century of oligochaete research in Estonian running waters. **Hydrobiologia**, v. 463, p. 223-234, 2001. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1013176229631>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

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. O futuro dos recursos hídricos. **Revista Multiciência**, v. 1, p. 1-15, 2003.

WETZEL, M. J. Aquatic Annelida of Illinois: Introduction and Checklist of Species. **Transaction of the Illinois State Academy of Science**, v. 85, n. 1, p. 87-101, 1992