

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo deste trabalho será disponibilizado somente a partir de 22/02/2019.

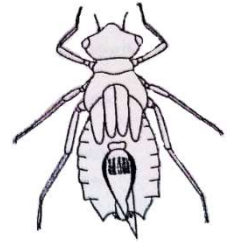
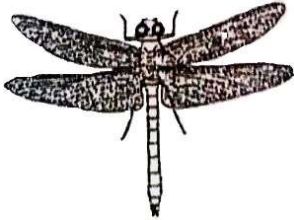
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA –“ JÚLIO DE MESQUITA FILHO”



UNESP

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – BOTUCATU

PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS -ZOOLOGIA

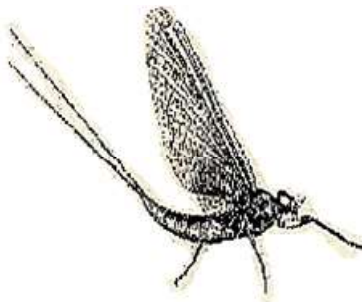
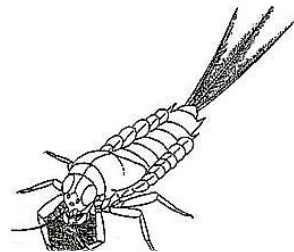


## Dissertação de Mestrado

**Estrutura da fauna de invertebrados bentônicos de dois riachos  
da Bacia do Rio Paranapanema (São Paulo, Brasil)**

**Maria Ines Bulgari Alves**

**Orientadora: Profa. Adj. Virgínia Sanches Uieda**



**BOTUCATU – SP**

**2017**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP  
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA**

**Estrutura da fauna de invertebrados bentônicos de dois riachos  
da Bacia do Rio Paranapanema (São Paulo, Brasil)**

*Maria Ines Bulgari Alves*

**Orientadora: Profa. Adj. Virgínia Sanches Uieda**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Botucatu, SP, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências Biológica – Área de concentração: Zoologia.

**BOTUCATU – SP**

**2017**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Alves, Maria Ines Bulgari.

Estrutura da fauna de invertebrados bentônicos de dois riachos da Bacia do Rio Paranapanema (São Paulo, Brasil) / Maria Ines Bulgari Alves. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Virginia Sanches Uieda

Capes: 20500009

1. Inseto aquático. 2. Invertebrado de água doce. 3. Macroinvertebrados bentônicos. 4. Variação (Biologia). 5. Paranapanema, Rio, Bacia (SP e PR)

Palavras-chave: Insetos aquáticos; Invertebrados bentônicos ; Variação espacial ; Variação temporal; Vegetação ripária.

*Dedico este trabalho aos meus pais Aparecida e Luiz, meus irmãos e irmãs e a minha avó Zulmira pelo amor que sempre me deram.*

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, pela conquista e fé. Nada nesse mundo pode ser tão perfeito quanto a criação divina. Fé e esperança sempre!

À professora Virgínia Sanches Uieda, por todos os ensinamentos, paciência, por me acolher, e por toda a dedicação e ética profissional.

Aos meus pais Aparecida Bulgari e Luiz Carlos Alves, pelo amor e apoio.

Á minha Vovozinha mais linda Zulmira Bulgari, por todo carinho e amor.

Aos meus irmãos Alex Bulgari, Wagner Bulgari, Luiz -Júninho, Patricia Bulgari e Karina Bulgari

Á André Renato Chiampe, por todos os dias de companheirismo, por todo apoio e amor.

Á Família Silva, que me acolheu como filha todos esses anos, principalmente a Nilza Ribeiro que sempre me ajudou e socorreu.

Agradeço as amigas de coração, dizem que quem tem um amigo tem tudo e sou grata por ter vocês meninas: Aline Sousa, Tania, Camila, Aline Melo, Joice Oliveira, Carla Campos e Angélica Ribeiro, Viviane Araújo.

Á Débora Cristina, pela irmandade, carinho, broncas, conselhos e por sempre torcer pelo meu sucesso.

Á Marina Gimenez, pela amizade, apoio, conversas e principalmente pelo companheirismo.

Á Ana Liz, por me ensinar que tudo na vida tem que ter calma, delicadeza e tolerância, e que tudo pode ser desonra para você e para sua vaca!

Aos meus colegas de laboratório, Fernando, Pedro, Bruno, Erika, Larissa e Lidiane, por todas as conversas, risadas, dias de campo, e principalmente pelo companheirismo.

Á os Professores do departamento de Zoologia.

Á Franciele pela amizade.

Á Jú Pomari pela amizade e conselhos.

Á Milena, pela amizade, conselhos e ombro amigo.

À amiga Geslaine, pela força e inspiração do universo.

À os amigos de departamento Ana Maria, Dani, Luana, Maria Carolina, Paula, Marina, Lais, Ana V, Carolzinha, Raphael G, Ana E, Joice, Aline S, Camila, Cabelo, Valter e James pelos momentos de café.

Ào Professores Ricardo Fujihara e Nádia Caldato, pelos conselhos e amizade.

Ào meu padrinho Hermeto pela ajuda e por incentivar essa carreira

Aos técnicos Hamilton A. Rodrigues e Silvio C. de Almeida, pelo apoio nos trabalhos de campo, conversas e principalmente pela sabedoria.

À secretaria Juliana, que sempre esteve disponível para me ajudar.

À dona Maria, pela amizade e carinho.

À todos que direta ou indiretamente me auxiliaram a realizar essa trajetória.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes".

(Martin Luther King)

## SUMÁRIO

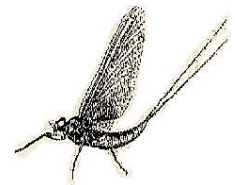
<b>Resumo Geral.....</b>	<b>1</b>
<b>Introdução Geral.....</b>	<b>2</b>
<b>Capítulo I – Estrutura da fauna de invertebrados bentônicos amostrados em trechos de riachos com diferenças na integridade da vegetação ripária</b>	<b>9</b>
Resumo.....	10
Introdução.....	11
Área de estudo.....	12
Material e Métodos.....	12
Resultados.....	14
Discussão.....	15
Referências.....	18
Figuras.....	23
Tabelas.....	28
<b>Capítulo II - Estrutura do habitat e sua relação com as assembleias de invertebrados bentônicos em dois riachos sub-tropicais</b>	<b>35</b>
Resumo.....	36
Introdução.....	37
Material e Métodos.....	38
Resultados.....	40
Discussão.....	42
Referências.....	45
Figuras.....	49
Tabelas.....	56
Anexo.....	62
<b>Conclusões Gerais .....</b>	<b>67</b>

## RESUMO GERAL

A remoção da vegetação ripária pode ser uma importante causa de redução da diversidade e alterações na distribuição de invertebrados bentônicos ao longo do curso de riachos. O presente trabalho foi realizado em trechos de terceira ordem de dois riachos, um trecho com mata ripária (fechado) e outro sem (aberto) em cada riacho, e em dois meses da estação seca de dois anos consecutivos, a fim de verificar possíveis alterações espaciais e temporais na estrutura da fauna de invertebrados bentônicos. Também foram coletados dados de 12 variáveis ambientais e analisados junto com a abundância da fauna com o objetivo de verificar a interação entre estes dois grupos de dados na diferenciação entre as quatro amostras realizadas (dois trechos e dois anos, por riacho). A manutenção ou retirada da vegetação ripária não atuou isoladamente sobre a estrutura da fauna de invertebrados bentônicos, a qual foi também influenciada pela posição (montante ou jusante) do trecho fechado e por características estruturais próprias de cada trecho estudado, como presença de intervenções antrópicas nas proximidades (açudes) e tipo de substrato do leito. No riacho que apresenta o trecho fechado a montante, a mata contribui com matéria orgânica em suspensão e detritos vegetais para o trecho aberto a jusante, aumentando a oferta de abrigo e alimento para a fauna, diversificada e abundante nos dois trechos. Por outro lado, a grande quantidade de macrófitas no trecho aberto, localizado a montante no outro riacho, proporciona um mesohabitat heterogêneo para uma fauna diversificada e abundante. Porém, o trecho fechado deste mesmo riacho sofre uma perda de qualidade ambiental e forte redução na riqueza e abundância da fauna, decorrentes do tamponamento do leito com substrato arenoso-lodoso carregado do trecho montante, onde a forte correnteza, a presença de solo exposto nas margens e de um açude contribuem com o arraste deste substrato fino, homogeneizando o leito e reduzindo a heterogeneidade espacial. As análises de ordenação, correlação e similaridade dos dois conjuntos de dados (ambiente e fauna) indicaram uma forte interação entre diferentes variáveis na estruturação da fauna de invertebrados, mas com poucos grupos apresentando maior força de interação com algumas características específicas. Assim, mesmo não sendo uma atividade fácil detectar a relação entre a variação das características do habitat e a estrutura desta fauna, pois a interação entre vários parâmetros pode maquiara as possíveis diferenças em diferentes escalas, as análises realizadas no presente trabalho permitiram ao mesmo tempo isolar e relacionar as variáveis analisadas e definir padrões de distribuição espacial e temporal.

**Palavras-chave:** insetos aquáticos, variação espacial, variação temporal, vegetação ripária.

Introdução geral



## INTRODUÇÃO GERAL

Nos ambientes de água doce do Brasil existe uma grande biodiversidade, principalmente na região sul e sudeste, a qual vem sofrendo um declínio em função de diversos impactos, como poluição, eutrofização, assoreamento, represamento, pesca e introdução de espécies exóticas (Agostinho et al., 2005). No sudeste do Brasil, o impacto sobre estes habitats é maior ainda em função da substituição da vegetação ripária por monoculturas, como cana-de-açúcar e pastagem (Paula e Fonseca-Gessner, 2010). Estes impactos podem alterar as condições tanto físicas como químicas do corpo d'água e podem vir a influenciar a estrutura e o padrão de distribuição das comunidades aquáticas (Kikuchi e Uieda, 1998; Allan, 2004).

A degradação da vegetação ripária pode levar a uma grande perda na qualidade do habitat, pois pode causar instabilidade nas margens e aumentar o assoreamento, simplificando o habitat e reduzindo os recursos disponíveis para a fauna devido à redução da entrada de material alóctone (Barrella et al., 2001; Allan, 2004), que são utilizados pela fauna de invertebrados bentônicos como recurso alimentar e abrigo (Uieda e Motta, 2007).

Porém, no geral diversos outros fatores, seja de alterações naturais ou de alterações antrópicas, atuam em conjunto sobre a estruturação da fauna bentônica de água doce (Resh e Rosenberg, 1984). Esta fauna é composta por diversos grupos animais, como anelídeos, moluscos e diversos grupos de artrópodes (Hauer e Resh, 1996), com importante papel na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia do ecossistema (Bueno et al., 2003).

Além disso, podem ser utilizados como bioindicadores de qualidade da água, pois refletem a saúde do ambiente e permitem uma medida ampla dos impactos ocorridos, pois integram os efeitos de diversos fatores tanto ambiental como estrutural do habitat (Bueno et al., 2003; Iliopoulou-Georgudaki et al., 2003; Amorim e Castillo, 2009), reagindo às mudanças na qualidade da água com alteração na sua organização estrutural e funcional (Buss et al., 2003). Por esse motivo são muito utilizados em programas de biomonitoramento (Goulart e Callisto 2003, Iliopoulou-Georgudaki et al. 2003, Monteiro et al. 2008, Amorim e Castillo 2009, Gibbins et al. 2010, Johnson e Ringler 2014, Ruaro et al. 2016).

O levantamento de dados ambientais no entorno e no leito de riachos pode ser utilizado como indicador para os níveis de degradação ambiental e comparado com a estrutura e distribuição da fauna, com objetivo de verificar se existem padrões nítidos e relacionados de respostas do habitat e da fauna frente a padrões de variações espaciais e temporais (Leung e Dudgeon, 2011).

### ***Objetivos***

A estrutura da fauna de invertebrados bentônicos e do ambiente foram estudadas em dois riachos com diferentes características ao longo de sua extensão. Dois trechos foram amostrados em dois riachos, um com presença e outro com ausência de vegetação ripária, com o objetivo de verificar possíveis alterações espaciais na estrutura da assembleia de invertebrados bentônicos. As amostras foram realizadas em dois meses da estação seca de dois anos consecutivos, com o objetivo de verificar também possíveis alterações temporais na estrutura do ambiente e da fauna.

As seguintes questões foram abordadas:

1. A fauna de invertebrados bentônicos responde aos agentes estressores decorrentes de alterações no entorno dos riachos?
2. As respostas do habitat e da fauna frente a padrões de variações espaciais e temporais são concordantes?

### ***Apresentação da dissertação***

Para facilitar a apresentação e discussão dos dados, a dissertação será apresentada em dois capítulos, redigidos nos moldes de manuscritos a serem submetidos à publicação.

#### **Capítulo I - Estrutura da fauna de invertebrados bentônicos amostrados em trechos de riachos com diferenças na integridade da vegetação ripária.**

Neste capítulo avaliamos a estrutura da fauna de invertebrados bentônicos em trechos de riachos com diferenças na integridade do habitat, relacionadas principalmente com a retirada da mata ripária, com o objetivo de analisar a resposta desta fauna aos estressores decorrentes desta alteração no entorno dos riachos.

#### **Capítulo II- Estrutura do habitat sua relação com as assembleias de invertebrados bentônicos em dois riachos sub-tropicais**

Neste capítulo analisamos a importância relativa de diferentes fontes e escalas de variabilidade espacial e temporal sobre a estrutura das assembleias de invertebrados bentônicos.

### ***Área de estudo***

O estudo foi desenvolvido em dois riachos localizados na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo, ambos pertencendo à bacia do Rio Paranapanema, com o Córrego Itaúna localizado no Município de Itatinga e o Córrego dos Farias localizado no Município de Avaré.

O Córrego Itaúna é um afluente do Ribeirão dos Veados (afluente da margem direita do Rio Paranapanema), o qual nasce na Cuesta de Botucatu, dentro da Área de Proteção Ambiental (APA Botucatu). Neste córrego, o trabalho foi desenvolvido em um trecho com presença de vegetação ripária nas margens e substrato predominantemente rochoso (“fechado”) e em um trecho sem esta vegetação e localizado em região de pastagem (“aberto”, a jusante), com gramíneas abundantes nas margens e adentrando o leito (Figura 1).

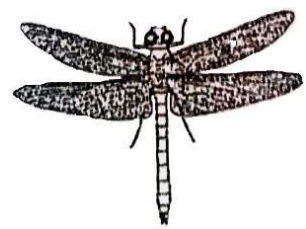
O Córrego dos Farias é um afluente do Ribeirão Lageado (afluente da margem esquerda do Rio Pardo) e está localizado no Parque Ecológico Mac Lee, situado na Área de Proteção Ambiental de Avaré, o qual possui cerca de 30 ha de remanescentes florestais, áreas com diversos tipos de intervenções antrópicas, ambientes de várzea e cerrado. Neste córrego, o trabalho foi desenvolvido em um trecho com mata ripária na margem direita, gramíneas entremeadas com plantio de árvores para recuperação da mata na margem esquerda e substrato arenoso-lodoso (trecho fechado), e em um trecho sem esta vegetação (aberto, localizado a montante), com banco de macrófitas forrando o leito de cascalho (*Egeria* spp.) e elevado percentual de solo exposto nas margens (Figura 2).

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agostinho, A.A., S. Thomaz, and L.C. 2005. Conservation of the biodiversity of Brazil's inland waters. *Conservation Biology*, 19(3): 646-652.
- Allan, J.D. 2004. Landscapes and Riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 257-284.
- Amorim, A.C.F. and A.R. Castillo. 2009. Macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores da qualidade da água do baixo Rio Perequê, Cubatão, São Paulo, Brasil. *Biodiversidade Pampeana* 7: 16-22
- Barrella, W., M. Petreire-JR, W.S. Smith and L.F.A. Montag. 2001. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: R.R. Rodrigues and H.F. Leitão Filho (eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. EDUSP, São Paulo. pp. 187-207.

- Bueno, A.A.P., G. Bond-Buckup and B.D.P., Ferreira. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d'água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20(1): 115-125.
- Buss, D.F., D.F. Baptista and J.L., Nessimian. 2003. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Caderno Saúde Pública*, 19(2): 465-473.
- Gibbins, C.N., D. Vericat and R.J. Batalla. 2010. Relations between invertebrate drift and flow velocity in sand-bed and riffle habitats and the limits imposed by substrate stability and benthic density. *J. N. Am. Benthol. Soc.* 29(3): 945-958.
- Goulart, M. and M. Callisto. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*. 2: 1-9.
- Hauer, F.R. and V.H. Resh. 1996. Benthic macroinvertebrates. In: F.R. Hauer and G.A. Lamberti (Eds.). *Methods in stream ecology*, Academic Press, San Diego. pp. 339-369.
- Iliopoulou-Georgudaki, J., V. Kantzaris, P. Katharios, P. Kaspiris, T. Georgiadis and B. Montesantou. 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecol. Indic.* 2(4): 345-360.
- Johnson, S. L. and N.H. Ringler. 2014. The response of fish and macroinvertebrate assemblages to multiple stressors: a comparative analysis of aquatic communities in a perturbed watershed (Onondaga Lake, NY). *Ecol. Indic.* 41: 198-208.
- Monteiro, T.R., L.G. Oliveira and B.S. Godoy. 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-GO. *Oecologia Brasiliensis*. 12 (3): 553-563.
- Kikuchi, R.M. and V.S. Uieda. 1998. Composição da comunidade de invertebrados de um ambiente lótico tropical e sua variação espacial e temporal. In: J.L. Nessimian and A.L. Carvalho (eds.). *Ecologia de Insetos Aquáticos*. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil, Série *Oecologia Brasiliensis*, vol V. pp. 157-173.
- Leung, A.S.L. and D. Dudgeon. 2011. Scales of spatiotemporal variability in macroinvertebrate abundance and diversity in monsoonal streams: detecting environmental change. *Freshwater Biology*. 56: 1193-1208.
- Paula, M.C.A and A.A, Fonseca-Gessner.2010. Macroinvertebrates in low-order streams in two fragments of Atlantic Forest in different states of conservation, in the State of São Paulo (Brazil). *Braz. J. Biol.* 70(3): 899-909.
- Resh, V.H. and D.M. Rosenberg. 1984. *The ecology of aquatic insects*. Praeger Publishers, New York

- Ruaro, R., E.A. Gubiani, A.M. Cunico, Y. Moretto and P.A. Piana. 2016. Comparison of fish and macroinvertebrates as bioindicators of Neotropical streams. *Environ. Monit. Assess.* 188(45): 2-13.
- Uieda, V.S. and R.L. Motta. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnol. Bras.* 19: 15-30.



Conclusões Gerais

## CONCLUSÕES GERAIS

- ✓ O presente estudo possibilitou ampliar o conhecimento sobre a estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois riachos com trechos que apresentam ou não vegetação ripária.
- ✓ Os dois riachos estudados apresentaram grande semelhança na composição da fauna, com maior abundância de insetos aquáticos, representados principalmente pelas ordens Diptera e Ephemeroptera.
- ✓ A manutenção ou retirada da vegetação ripária não atuou isoladamente sobre a estrutura da fauna, a qual foi também influenciada pela posição (montante ou jusante) do trecho com mata e por características estruturais próprias de cada trecho estudado, como presença de intervenções antrópicas nas proximidades (açudes) e tipo de substrato do leito.
- ✓ As análises de ordenação, correlação e similaridade dos dois conjuntos de dados (ambiente e fauna) indicaram uma forte interação entre diferentes variáveis na estruturação da fauna de invertebrados, com alguns grupos taxonômicos apresentando maior força de interação com características do habitat relacionadas com o fluxo, substrato do leito, mesohabitats e abrigo para a fauna.
- ✓ Somente para um dos córregos estudados houve semelhança na resposta dos parâmetros ambientais e da abundância da fauna na separação das amostras (trechos e anos), com o valor elevado de correlação comprovando uma diferença significativa entre os trechos e não entre os anos.
- ✓ Detectar a relação entre a variação das características do habitat e a estrutura da fauna não é fácil, pois a interação entre vários parâmetros pode maquiagem as possíveis diferenças em diferentes escalas. Porém, as análises realizadas no presente trabalho permitiram ao mesmo tempo isolar e relacionar as variáveis analisadas e definir padrões de distribuição espacial e temporal.