

## RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 01/03/2020.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS – UNESP – CAMPUS DE BOTUCATU**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos de  
riachos de cabeceira sob a influência de diferentes estados de  
conservação da mata ripária**

*Ana Liz Uchida Melo*

**BOTUCATU – SP**

**2018**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA**

**IB - UNESP – Botucatu**

**Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos de riachos de cabeceira sob a influência de diferentes estados de conservação da mata ripária**

**Ana Liz Uchida Melo**

**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 Biológicas – Área de concentração: Zoologia.

**BOTUCATU – 2018**

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

Melo, Ana Liz Uchida.

Estrutura das comunidades de macroinvertebrados bentônicos de riachos de cabeceira sob a influência de diferentes estados de conservação da mata ripária / Ana Liz Uchida Melo. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Virginia Sanches Uieda

Capes: 20502001

1. Insetos aquáticos. 2. Nicho (Ecologia). 3. Macroinvertebrados bentônicos. 4. Microbacias Hidrográficas. 5. Florestas ripárias.

Palavras-chave: escala; insetos aquáticos; mesohabitat; micro habitat; microbacia.

*Dedico este trabalho aos meus pais Marco de Souza Melo e  
Ana Uchida Melo por tanto amor e apoio.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Ana e Marco, que sempre me apoiaram em minhas decisões e que sem o apoio e amor, eu jamais teria chegado onde cheguei. À vocês que me ensinaram o sentido da palavra gratidão e a força que este sentimento tem, muito obrigada! Amo vocês!

Ao meu irmão Marquinho, pelo apoio e pelas conversas. Amo você, mano!

À minha família, pelo apoio, pelo acolhimento de sempre, por sempre me esperar aos fins de semana.

Às meninas lá de casa ou da Jah, Fernanda, Marília, Eliza e Katiane, não sei mensurar o tamanho da gratidão que tenho pelo universo ter convergido os nossos caminhos. Muito obrigada pelos conselhos, almoços com ovão e frangão, pelos shows de dança na sala, cafés da tarde, salvamento de hortas e pelas conversas sobre a vida. Muito obrigada, irmãs! Eu amo vocês!

À Professora Virgínia, por todos os ensinamentos, pela companhia em tantas horas de escrita, de lupa, de microscópio. Todos esses momentos com certeza contribuíram para me tornar uma pessoa e uma profissional muito melhor nesses últimos dois anos.

Aos meus amigos e amigas do Laboratório Erika, Larissa, Lidiane, Pedro e Fernando, obrigada por todos os nossos momentos nesses últimos dois anos, pelas conversas, discussões de trabalho, conselhos, piadas, cantorias, músicas ruins, músicas boas, almoços no BP, marmitex. Cada momento desses foi único assim como vocês que fazem eu ser a pessoa que sou hoje.

Aos meus amigos e amigas de departamento Ana Maria, Dani, Luana, Paula, Valter, James, Ana, Ges, por todas as conversas, pelos empréstimos de café e açúcar e companhias de almoço. Sem dúvida, foram os melhores “vizinhos” que pude ter! Muito Obrigada!

À Maria Ines pela companhia, conversas, conselhos e acolhimento de sempre. Agradeço demais a sua amizade.

À Lais, por toda a companhia e conversas e conselhos sobre a vida, pelas ansiedades e alegrias compartilhadas. Sua amizade foi um presente e à ele sou muito grata.

Aos meus amigos e amigas de longa data Andrei, Juliana, Nina, Gabriela, Karina, Marcelo e Marina, acho que é impossível mensurar a gratidão que tenho à vocês e todos os momentos que passamos juntos desde sempre. Muito obrigada, eu amo vocês!

À Professora Ana Lúcia Brandimarte, pelo apoio e por possibilitar novos caminhos.

Aos técnicos, Hamilton e Sílvia, sem os quais esse trabalho não poderia ser realizado. Muito Obrigada!

Aos Professores e funcionários do Departamento de Zoologia pelos ensinamentos e apoio.

Aos professores e funcionários do Instituto de Biociências pelos ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa pela bolsa concedida.

# SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	3
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	4
<b>ESTRUTURA DAS COMUNIDADES DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS DE RIACHOS DE CABECEIRA SOB A INFLUÊNCIA DE DIFERENTES ESTADOS DE CONSERVAÇÃO DA MATA RIPÁRIA</b>	
Resumo.....	9
Introdução.....	10
Materiais e Métodos.....	12
Resultados.....	18
Discussão.....	43
Referências bibliográficas.....	45
Apêndice eletrônico.....	52



## RESUMO

Os ecossistemas aquáticos servem de habitat e local de alimentação para uma fauna bastante diversificada. Apesar da grande importância desses ambientes, o crescente aumento das populações humanas e o uso da terra para diferentes fins têm levado a uma intensa alteração desses locais e trazido diversos impactos para a fauna de invertebrados bentônicos. O objetivo deste trabalho foi analisar a possível influência de diferentes estados de conservação da mata ripária sobre a estrutura do habitat e da fauna de macroinvertebrados bentônicos. O trabalho foi realizado em 36 riachos localizados em quatro microbacias, na área suburbana e rural do município de Avaré, SP, sendo em cada microbacia estudados 3 riachos apresentando mata ripária nas duas margens (denominado perfil Mata), 3 com a mata totalmente excluída (perfil Pasto) e 3 com mata somente em uma das margens (perfil Intermediário). Entre outubro e dezembro de 2015 foi realizada a caracterização dos riachos utilizando um protocolo de análise física do habitat, que possibilita uma análise quantitativa ampla e, assim, uma caracterização detalhada do riacho, e a coleta dos invertebrados com amostrador surber (malha 250  $\mu\text{m}$ ). A análise dos dados ambientais mostrou uma separação nítida entre os riachos de mata e pasto, em função do substrato e mesohabitat, com os riachos de mata sendo caracterizados pelo substrato grosseiro e abrigo de folhas e os riachos de pasto pelo substrato fino e abrigo de macrófitas. Para a análise da composição da fauna (presença-ausência) houve uma separação dos riachos de perfis de vegetação ripária alterados (pasto e intermediário) do perfil florestado (mata) em todas as microbacias, diferença também confirmada quando analisados os índices ecológicos (abundância, riqueza e equitabilidade), com pelo menos um dos índices apresentando diferença significativa entre os riachos de mata e os de perfil alterado. Porém, a relação da abundância da fauna e dos parâmetros do ambiente com o estado de conservação da mata ripária mostrou padrões distintos de diferenciação dos perfis para cada microbacia analisada. Tais evidências salientam que outros fatores além do perfil da mata ripária estejam atuando sobre a estrutura da fauna. A escala de trecho (“*reach scale*”) utilizada no trabalho pareceu adequada para prever a distribuição das variáveis ambientais frente aos perfis de estado de conservação da mata ripária, enquanto que para fauna a escala que se mostrou mais adequada foi a de micro-habitat. Possivelmente, tanto características de escala local (substrato, mesohabitats), como regional (características da microbacia como área, rede hidrográfica, proximidade de áreas urbanas) devem ter agido em conjunto na determinação da composição da fauna.

**Palavras-chave:** escala, insetos aquáticos, mesohabitat, micro habitat, microbacia.



## ABSTRACT

Aquatic ecosystems serve as habitat and feeding place for a diversified fauna. Despite the great importance of these environments, the increase in human population and the use of land for different purposes had led to an intense alteration of these places and brought diverse impacts to the fauna of benthic invertebrates. This study aims to analyze the possible influence of different states of riparian vegetation conservation on the habitat and the structure of benthic invertebrates. The work was carried out in 36 streams located in four microbasins, in the suburban and rural area of the municipality of Avaré, SP. In each microbasin was studied 3 streams presenting riparian vegetation on both banks (Forest profile), 3 with forest completely excluded (Pasture profile) and 3 with this vegetation only in one margin (Intermediate profile). Between October and December 2015, the characterization of the streams was carried out using a protocol of physical analysis of the habitat, which allows a comprehensive quantitative analysis and, thus, a detailed stream characterization, and the invertebrates were sampled with a surber sampler (250  $\mu\text{m}$  net). The analysis of the environmental data showed a clear separation between forest and pasture streams, as a function of the substrate and mesohabitat, with forest streams represented by coarse substrate and leaves shelter and pasture streams represented by fine substrate and macrophyte shelter. In the analysis of the fauna composition (presence-absence), there was a separation of altered riparian vegetation profiles (pasture and intermediate) from the forest profile in all microbasins. The same difference was also confirmed for the analysis of ecological indexes (abundance, richness and equitability), with at least one of the indexes showing a significant difference between forest streams and those with altered profiles. However, the relation of fauna abundance and environmental parameters to the state of conservation of the riparian vegetation showed distinct patterns of profile differentiation for each microbasin analyzed. The results emphasizes that other factors besides the profile of the riparian vegetation are acting on the structure of the fauna. The reach scale used in the study seemed adequate to predict the distribution of the environmental variables in relation to the conservation status of riparian vegetation, whereas for fauna the micro-habitat scale was most appropriated. Possibly, both local (substrate, mesohabitats) and regional characteristics (microbasin characteristics such as area, hydrographic network, proximity to urban areas) should have acted together in determining the composition of the fauna.

**Keywords:** aquatic insects, mesohabitat, microbasin, microhabitat, scale.

## INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta uma grande diversidade de espécies animais, mas que ainda é pouco conhecida perante a riqueza da fauna aqui presente (Lewinsohn e Prado 2002, Agostinho et al. 2005). A maioria dos estudos realizados se refere a ecossistemas terrestres, com um porcentual bem menor em ambientes de água doce (Agostinho et al. 2005), os quais são caracterizados por uma grande diversidade de peixes (Buckup e Menezes 2003) e invertebrados, sendo que os invertebrados bentônicos apresentam papel muito importante na ciclagem de nutrientes (Bueno et al. 2003) e são frequentemente usados em análises de qualidade da água (Rosenberg e Resh 1993).

Esta fauna aquática tem sido cada vez mais ameaçada devido, principalmente, a processos ligados à alteração do habitat, tais como poluição e, assoreamento, construção de barragens e reservatórios, pesca e introdução de espécies, fatores estes que se acentuam nas regiões mais populosas, como a região sudeste (Agostinho et al. 2005).

Alguns desses impactos causam diversas alterações na paisagem, sendo a principal delas a retirada da mata ripária. Shortle et al. (2001) enfatizam a importância dessa vegetação na regulação de entrada de fertilizantes nos córregos, além da manutenção da temperatura da água e estabilidade das margens, evitando a erosão e sedimentação do canal (Allan 2004, Naiman et al. 2005).

O estudo conjunto de características do habitat e da fauna aquática pode ser utilizado para entender e prever impactos ambientais nos ambientes de água doce de pequeno porte (Leung e Dudgeon 2011). No entanto, os córregos são afetados por diversas e interativas alterações, o que torna difícil relacionar precisamente o impacto ao estresse que o causou (Allan 2004, Yoshida e Uieda 2013). Protocolos como o *Biological Monitoring Working Party Score System* (BMWP) ou o índice da comunidade Bentônica para Rios (ICBrios) fundamentados na comparação de sensibilidade à poluição urbana e industrial parecem ser ineficientes quando o ambiente está submetido a efeitos difusos ou a alterações não diretamente relacionadas à poluição (Yoshida e Uieda 2013).

Assim, a aplicação de protocolos ambientais que promovam um maior detalhamento das características do habitat pode permitir uma melhor aproximação da relação do impacto ao estresse causador, garantindo maior eficácia na implementação de medidas de conservação dos corpos d'água.

### *Objetivos*

Na dissertação pretende-se analisar a estrutura do habitat e da fauna de macroinvertebrados bentônicos em riachos de cabeceira sob a influência de diferentes estados de conservação da mata ripária e, com isto, tentar relacionar com maior precisão a relação entre o estresse causador e seu impacto sobre a estrutura desta fauna.

As seguintes questões serão abordadas:

*1) Quais as variáveis ambientais que melhor caracterizam os riachos com manutenção (mata) e supressão total ou parcial da mata ripária (pasto e intermediário)?*

Os córregos cercados por mata ripária devem apresentar características mais pristinas, com uma estrutura de canal mais estabilizada, com redução na quantidade de sedimentos finos no leito, menores taxas de assoreamento e turbidez da água e maior quantidade de abrigo para a fauna. Por outro lado, riachos presentes em locais com supressão total da mata ripária podem estar mais sujeitos ao assoreamento, à redução de abrigos para a fauna e redução do sombreamento, levando a um aumento nos valores de turbidez e temperatura.. Riachos com supressão da mata somente em uma das margens devem apresentar características que podem variar mais em relação à estrutura física do habitat, como declividade, substrato, configuração do canal, do que com a vegetação do entorno.

*2) A estrutura da fauna de macroinvertebrados bentônicos pode variar em função do estado de conservação da mata ripária?*

Em riachos de cabeceira com mata ripária íntegra é esperado encontrar uma fauna bentônica mais diversificada, composta principalmente por grupos mais dependentes de substrato grosseiro para se abrigarem e de material vegetal alóctone importado da mata, como local de abrigo e fonte de recurso alimentar. Por outro lado, riachos com supressão total ou parcial da mata ripária podem apresentar comunidades de invertebrados bentônicos caracterizadas por uma baixa equitabilidade e dominância de espécies menos especialistas, mais resistentes a ambientes com elevada deposição de substrato fino no sedimento e menor disponibilidade de material vegetal depositado no leito e margens.

### ***Área de estudo***

O estudo foi realizado no município de Avaré, região centro-oeste do Estado de São Paulo, Brasil. Este município encontra-se em uma área de Floresta latifoliada residual, sendo uma vegetação de transição entre cerrado e floresta ombrófila (Cruz Filho 1998).

Embora o município de Avaré esteja inserido na UGRHI Médio Paranapanema (Unidade de Gestão de Recursos Hídricos), os tributários a serem estudados estão localizados

dentro dos limites da UGRHI Alto Paranapanema, compreendendo riachos de até terceira ordem localizados ao sul e a sudeste de Avaré, como descrito e ilustrado por Arruda (2017).

Quatro microbacias foram estudadas, sendo que uma delas é representada por três microbacias de dimensões reduzidas, quando comparado às demais, tendo sido consideradas em conjunto no estudo (Rochas/Pinhal/Santa Bárbara) e analisadas como uma única microbacia de dimensão e rede hidrográfica semelhante às outras (Tabela 1).

Para o desenvolvimento do estudo foram selecionados 36 riachos representando três perfis de conservação da mata ripária comuns na região: (1) Perfil Mata – riachos com mata ripária preservada nas duas margens; (2) Perfil Pasto – sem mata ripária e com presença de pastagem nas duas margens e (3) Perfil Intermediário - uma margem com mata e outra com pastagem. Três riachos de cada perfil foram amostrados em cada uma das quatro microbacias (Pedra Preta, Jacutinga, Ponte Alta, Rochas/Pinhal/Santa Bárbara).

Um trabalho realizado nos mesmos riachos, mas enfocando a ictiofauna (Arruda 2017), foi desenvolvido conjuntamente ao estudo da fauna de invertebrados bentônicos do presente trabalho. Assim, a tomada dos dados ambientais foi realizada em conjunto com Arruda (2017) e utilizando métricas pré-selecionadas de um protocolo de habitat bastante detalhado e relacionadas à cobertura vegetal e características do canal (adaptado de Kaufmann et al. 1999). A seleção prévia dos riachos amostrados foi realizada através de observação visual pelo Google Maps e por visitas ao local. Para verificar se os perfis de conservação da mata ripária estavam condizentes com as características desta vegetação mensuradas no campo através do protocolo, Arruda (2017) submeteu estes parâmetros a análises estatísticas e comprovou uma separação clara dos três perfis. Assim, a seleção do gradiente de cobertura vegetal (Mata, Pasto e Intermediário) realizada a partir de estimativa visual se mostrou válida.

### ***Apresentação do trabalho***

Para apresentação da dissertação foi escolhido o modelo de uma revista científica, tendo sido utilizadas as normas da revista *Community Ecology*, para a qual o trabalho será submetido para publicação após a defesa.

**Tabela 1.** Caracterização geral das microbacias estudadas (PP- Pedra Preta, JA- Jacutinga, PA- Ponte Alta, RPS- Rochas/Pinhal/Santa Bárbara). Densidade hidrográfica = número de cursos d'água / área de drenagem, Densidade de drenagem = malha hidrográfica / área de drenagem.

Variáveis	PP	JA	PA	RPS
Malha hidrográfica (km)	84,5	75	42,8	66,1
Número de cursos d'água	80	108	33	36
Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	39	37	21	33
Densidade hidrográfica (cursos/km <sup>2</sup> )	2,1	2,9	1,6	3,3
Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )	2,2	2,0	2,0	2,00
Maior ordem dos riachos	4	4	4	3

### Referências

- Agostinho, A.A., S. Thomaz, and L.C. Gomes. 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. Ver. Ecol. Evol. Syst.* 35: 257–284.
- Arruda, F.P.R. 2017. *Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura da ictiofauna de riachos da Bacia do Rio Paranapanema (Avaré, SP)*. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu.
- 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.
- Buckup, P. A. and N. A. Menezes, editors. 2003. *Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil (in Portuguese)*. Museu Nacional, Rio de Janeiro. Available from <http://www.mnrj.ufrj.br/catalogo/> (accessed November 2004).
- Cruz Filho, J. 1998. *Dossiê completo do aspecto histórico, geográfico, econômico e turístico do Município de Avaré*. Secretaria Municipal de Turismo, Avaré - SP.
- Lewinsohn, T. M., and P. I. Prado. 2002. Biodiversity of Brazil: a synthesis of the current state of knowledge. In: T. M. Lewinsohn and P. I. Prado, (eds), *Biodiversidade brasileira: síntese do estado do conhecimento atual*. Contexto Acadêmica, São Paulo. pp 139–144.

- 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.
- Naiman, R. J., H. De´Camps and M. E. McClain. 2005. *Riparia – Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. Elsevier, Amsterdam.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- Shortle, J. S., D. G. Abler and M. Ribaudó. 2001. *Agriculture and water quality: the issues*. In *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*. CABI Publishing, London.
- Yoshida, C. E and V. S. Uieda. 2013. Mono and multimetric indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams. *Ecologia e Meio Ambiente*. 27(2): 79 – 88.



## Referências

- Anderson, M. J., R. N. Gorley and K. R. Clarke. 2008. *PERMANOVA for PRIMER: guide to Software and Statistical Methods*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Allan, J.D., D.L. Erickson and J. Fay. 1997. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshw. Biol.* 37 (1): 149-161.

- Allan, J.D. 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annu. Ver. Ecol. Evol. Syst.* 35: 257–284.
- Barbour, M.T., J. Gerritsen, B.D. Snyder, and J.B. Stribiling. 1999. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington.
- Brasil. Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução número 357/2005. Dispõem sobre a classificação dos corpos d’água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Resolução nº 347 de 17 de Março de 2005. Diário Oficial de União, Brasília, D. F., 18 Mar 2005.
- Buss, D. F., D. F. Baptista, J.L. Nessimian, M. Egler. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. *Hydrobiologia.* 518 (1-3): 179 – 188.
- Buss, D. F., F. F. Salles. 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring Assessment.* 130(1): 365-372.
- Carter, J. L., S. V. Fend and S. S. Kennely. 1996. The relationship among three habitat scales and stream benthic invertebrate community structure. *Freshwater Biol.* 35 (1): 109 – 124.
- Callisto, M., W. R. Ferreira, P. Moreno, M. Goulart and M. Petrucio. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia.* 14 (1): 91-98.
- Croke, J., P. Wallbrink, P. Fogart, P., Hairsine, S. Mockler, B. Mccomarek, J. Brophy. 1999. *Managing Sediment Sources and Movement in Forests: The Forest Industry and Water Quality*, Industry Report 99/11. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology: Clayton, Victoria.
- CNUMAD. 1999. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21. Senado Federal, Brasília.
- Cruz Filho, J. 1998. *Dossiê completo do aspecto histórico, geográfico, econômico e turístico do Município de Avaré*. Secretaria Municipal de Turismo, Avaré - SP.
- Davies, P. E., M. Mcintosh, S. E.H. Wapstra, L.S.J. Bunce, B. Cook, S. A. M. French. 2005. Changes to headwater stream morphology, habitats and riparian vegetation recorded 15 years after pre – Forest Practices Code forest clearfelling in upland granite terrain, Tasmania, Australia. *Forest Ecology and Management.* 217 (2-3): 331-350.

- Docile, T. N. and R. Figueiró. 2013. Histórico e Perspectivas da utilização de macroinvertebrados no monitoramento biológico de ecossistemas aquáticos no Brasil. *Acta Scientiae & Technicae*. 1(1): 31-44.
- Domínguez, E. and H.R. Fernández. 2009. *Macroinvertebrados bentônicos sudamericanos: sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán.
- Francischetti, C. N., E. R. Da Silva, F. F. Salles, J. L. Nessimian. 2004. A efemeroterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. *Lundiana*. 5 (1):33-39.
- Frissell, C. L. J., W. J. Liss, N.B. Grimm, and D. E. Bush. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environ. Management*. 10 (2): 199 – 214.
- Genito, D., W.J. Gburek and W.J. Sharpley. 2002. Response of stream macroinvertebrates to agricultural land cover in a small watershed. *J. Freshw. Ecol.* 17 (1):109-119.
- Goulart, M., M. Callisto. 2005. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 48 (6): 983-996.
- Goulart, M.D. and M. Callisto. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista FAPAM*. 2: 78-85.
- Henriques –Oliveira, A. L., J. L. Nessimian and L. F. M. Dorvillé. 2003. Feeding habits of Chironomid Larvae (Insecta: Diptera) from a stream in the floresta da Tijuca, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz. J. Biol.* 63(2): 269-281.
- Hepp, L. U. and S. Santos. 2009. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. *Environmental Monitoring Assessment*. 157 (1-4): 305–318.
- Houlahan, J.E. and C.S. Findlay. 2004. Estimating the ‘critical’ distance at which adjacent land-use degrades wetland water and sediment quality. *Landscape Ecology*. 19 (6): 677-690.
- Jackson, D.A. 1993. Stopping rules in principal components analyses: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*. 74: 2204-2214.
- Kaufmann, P.R., P. Levine, E.G. Robison, C. Seeliger and D.V. Peck. 1999. Quantifying Physical Habitat in Wadeable Streams. EPA/620/R-99/003. U.S. Environmental Protection Agency, Washington.
- Kuhlmann, M.L., G. Johnscher-Fornasaro, L.L. Ogura and H.R.V. Imbimbo. 2012. *Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do estado de São Paulo*. CETESB, São Paulo.

- Lenat, D. R. and J. K. Crawford. 1994. Effects of land use on water quality and aquatic biota of three North Carolina piedmont streams. *Hydrobiologia*. 294 (3): 185–199.
- Lopretto, E.C. and G. Tell. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales: metodologias para su estudio*. Ed. Sur., Tomo III: Argentina.
- Macedo, D.R., R.M. Hughes, R. Ligeiro, W.R. Ferreira, M.A. Castro, N.T. Junqueira, D.R. Oliveira, K.R. Firmiano, P.R. Kaufmann, P.S. Pompeu and M. Callisto. 2014. The relative influence of catchment and site variables on fish and macroinvertebrate richness in cerrado biome streams. *Landscape Ecol.* 29 (6): 1001-1016.
- Merritt, R.W. and K.W. Cummins. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 2a ed., Kendall/Hunt, Dubuque.
- Minshall, G.W. and J.N. Minshall. 1977. Microdistribution of benthic invertebrates in a Rocky Mountain (U.S.A.) stream. *Hydrobiologia*. 55:231-249.
- Moraes, A.B. A. E. Wilhelm, T. Boelter, C. Stenert, U.H. Schulz, L. Maltchik. 2014. Reduced riparian zone width compromises aquatic macroinvertebrate communities in streams of Southern Brazil. *Environ Monit Assess.* 186 (11): 7063 – 7074.
- Mugnai, R., J. L. Nessimian, and D. F. Baptista. 2010. *Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do Estado do Rio de Janeiro: para atividades técnicas, de ensino e treinamento em programas de avaliação da qualidade ecológica dos ecossistemas lóticos*. Technical Books Editora, Rio de Janeiro.
- Naiman, R. J., H. De´Camps and M. E. McClain. 2005. *Riparia – Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. Elsevier, Amsterdam.
- Nessimian, J. L., E. M. Venticinque, J. Zuano, D. Jr. P. Marco, M. Gordo, L. Fidelis, J. D. Batista, and L. Juen. 2008. Land use, habitat integrity, and aquatic insect assemblages in Central Amazonian streams. *Hydrobiologia*. 614: 117–131.
- Oksanen, J. F., G. Blanchet, M. Friendly, R. Kindt, P. Legendre, D. Mcglinn, P. Minchin, R. B. O’hara, G. L. Simpson, M. P. Solymos, H. Stevens, E. Szoecs and H. Wagner. H. 2017. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-3. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Pardo, I. and P. D. Armitage. 1997. Species assemblages as descriptors of mesohabitats. *Hydrobiologia*. 344 (1-3): 111- 128.
- Plafkin, J.L., M.T. Barbour, K.D. Porter, S.K. Gross, and R.M. Hughes. 1989. *Rapid Bioassessment Protocols for use in Streams and Rivers: Benthic Macroinvertebrates and Fish*. Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- Phillips, P.J., and J. M. Harlin. 1984. Spatial dependency of hydraulic geometry exponents in a subalpine stream. *Journal of Hydrology*. 71:277.

- Quinn, J. M., A. B. Cooper, R. J. Davies-Colley, J. C. Rutherford and R. B. Williamson. 1997. Land use effects on habitat, water quality, periphyton, and benthic invertebrates in Waikato, New Zealand hill country streams. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. 31 (5): 569–577.
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org>.
- Resh, V. H. 1983. *Spatial differences in the distribution of benthic macroinvertebrates along a springbrook*. Aquatic Insects.
- Richards, C., L. B. Johnson and G. E. Host. 1996. Landscape – scale influences on stream habitats and biota. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 53 (91): 295 – 311.
- Richards, C., R.J. Haro, L.B. Johnson and G.E. Host. 1997. Catchment and reach-scale properties as indicators of macroinvertebrate species traits. *Freshwater Biology*. 37 (1): 219 – 230.
- Romero, R., H. R. Fernández. 2001. Abundance and diversity of a mayfly taxocenose in a South America Subtropical mountain stream. In: E. Domínguez ed, *Trends in Research in Ephemeroptera & Plecoptera*. Kluwer Academic, Plenum Publishers, New York, pp.173-178.
- Rios, S. L. and R. C. Bailey. 2006. Relationship between riparian vegetation and stream benthic communities at three spatial scales. *Hydrobiologia*. 553(1): 153 – 160.
- Roque, F. O; S. Trivinho - Strixino, G. Strixino, R. C. Agostinho, J. C. Fogo. 2003. Benthic macroinvertebrates in streams of the Jaragua State Park (Southeast of Brazil) considering multiple scales. *Journal of Insect Conservation*. 7(2): 63 – 72.
- Rosenberg, D. M. and V. H. Resh. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York.
- Shortle, J. S., D. G. Abler and M. Ribaud. 2001. *Agriculture and water quality: the issues*. In *Environmental Policies for Agricultural Pollution Control*. CABI Publishing, London.
- Slaymaker, O., J. Mcpherson. 1977. An overview of geomorphic processes in the Canadian Cordillera. *Zeitschrift für Geomorphologie*. 21 (2): 169–186.
- Shepp, D.L. and J.D. Cummins. 1997. Restoration in an urban watershed: Anacostia River of Maryland and the district of Columbia. In: J.E. Williams, C.A. WOOD and M.P. Dombeck (eds.), *Watershed restoration: principles and practices*. American Fisheries Society, Bethesda.
- Sieloch, A. E.; C. G. Froehlich, C. B. Kotzian. 2008. Composition and diversity of Ephemeroptera (Insecta) nymph communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, southern Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*. 98( 4): 425-432.

- Sponseller, R.A., F.E. Benfield and H.M. Vallet. 2001. Relationships between land use, spatial scale and stream macroinvertebrate communities. *Freshw Biol.* 46 (10): 1409-1424.
- Strayer, D.L., R.E. Beighley, L.C. Thompson, S. Brooks and C. Nilsson. 2003. Effects of land cover on stream ecosystems: roles of empirical models and scaling issues. *Ecosystems.* 6 (5): 407-423.
- Thomaz, S.M. and E.R. Cunha. 2010. The role of macrophytes in habitat structuring in aquatic ecosystems: methods of measurement, causes and consequences on animal assemblages' composition and biodiversity. *Acta Limnologica Brasiliensia.* 22(2): 218-236.
- Townsend, C.R. S., S. Doledec, R. Norris, K. Peacock and C. Arbuttle. 2003. The influence of scale and geography on relationships between stream community composition and landscape variables: description and prediction. *Freshw. Biol.* 48: 768-785.
- Trivinho-Strixino, S. and G. Strixino. 2005. Chironomidae (Diptera) do rio Ribeira (divisa dos estados de São Paulo e Paraná) numa avaliação ambiental faunística. *Entomología y Vectores.* 12 (2): 243-253.
- Vieira, L.J.S., G.C. Rosin, A.M. Takeda, M.; Rosélia, M. Lopes and S.D. Sousa. 2012. Studies in South-Occidental Amazon: contribution to the knowledge of Brazilian Chironomidae (Insecta: Diptera). *Acta Scientiarum. Biological Sciences.* 34 (2): 149-153.
- Wang, L., J. Lyons, P. Kanehl and R. Gatti. 1997. Influences of watershed land use on habitat quality and biotic integrity in Wisconsin streams. *Fisheries.* 22 (6): 6–12.
- Webster, J. R., M. E. Gurtz, J. J. Mains, J. L. Meyer, W. T. Swank, J. B. Waide and J. B. Wallace. 1983. Stability of stream ecosystems. In J. B. Barnes and G.W. Minshall (Eds.), *Stream ecology*. Plenum Press, New York.
- Winfield, N. 1999. Effect of logging using variable buffer width treatments on channel morphology and pool habitats in the coastal headwater streams of the Malcolm Knapp Research Forest. In: M. Feller, J. Richardson, (Eds.), *Ecology and Management of Riparian-stream Ecosystems: A Large Scale Experiment at the University of British Columbia Malcolm Knapp Research Forest*. Department of Forest Sciences, University of British Columbia, Vancouver. pp. 62–64.
- Yoshida, C. E and V. S. Uieda. 2013. Mono and multimetric indices for the evaluation of water quality in Atlantic Forest streams. *Ecologia e Meio Ambiente.* 27(2): 79 – 88.