

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 23/02/2020.



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Biociências – Campus de Botucatu
Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Zoologia

Dissertação de Mestrado

**Qualidade da água e macroinvertebrados em córregos
periurbanos: Um estudo de caso em Angatuba (SP)**

Daniela Aparecida Silveira Cesar

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry



Botucatu – SP
2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE BOTUCATU

Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas

Área de Concentração: Zoologia

Qualidade da água e macroinvertebrados em córregos periurbanos: Um estudo de caso em Angatuba (SP)

Daniela Aparecida Silveira Cesar

Orientador: Prof. Dr. Raoul Henry

Dissertação apresentada ao Instituto de Biotecnologia 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 – SP

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

Cesar, Daniela Aparecida Silveira.

Qualidade da água e macroinvertebrados em córregos periurbanos : um estudo de caso em Angatuba (SP) / Daniela Aparecida Silveira Cesar. - Botucatu, 2018

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

Orientador: Raoul Henry
Capes: 20502001

1. Variação (Biologia). 2. Degradação ambiental. 3. Invertebrados de água doce. 4. Solo - Uso. 5. Estações do Ano.

Palavras-chave: Degradação ambiental; Invertebrados aquáticos; Sazonalidade; Uso da terra; Variação espacial.

Dedico este trabalho ao meu irmão Leandro (in memoriam), que nos deixou há pouco tempo, mas a saudade ainda é grande. O conforto é saber que você está em um lugar melhor, ao lado de Deus olhando por nós.

“Não há adeus mais difícil do que aquele que sabemos que é para sempre”

(Professor Galvão)

Aos meus pais, Jair e Fernanda, por tudo que fizeram por mim ao longo da minha vida. Apesar das dificuldades sempre me ajudaram quando precisei e sem o apoio e carinho de vocês, nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por todas as oportunidades que me proporcionou ao longo da minha vida.

À minha família (pais, irmãos, avós e sobrinhos) por todo amor, carinho, compreensão e apoio durante esses oito anos longe de casa.

Ao meu orientador Raoul Henry por todos esses anos de ensinamentos, oportunidades, confiança e dedicação para que este trabalho fosse realizado. Muito obrigada por tudo professor.

Ao meu namorado Adriano, por estar por perto sempre que precisei e por todos os momentos de alegria, companherismo e carinho que passamos nesses últimos anos. Sua ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho.

Aos meus amigos do laboratório Ana Maria, Carol Pratânia, Carol mineira, Luana, Paula, Marco Aurélio, Jorge, Danilo, Eduardo, João, Ju Pomari, Bárbara, Mirian, Rosa e Rose pela amizade, conselhos e ajudas no dia a dia.

Aos amigos do departamento Dino, Valter, Ana Liz, Maria Inês, Érika, Carol, Lais, Ana, Bel e James por toda ajuda, risadas e convivência diária.

Aos meus amigos da graduação (Bioxlvi) pelos ótimos momentos que passamos ao longo da faculdade e que muitas amizades levarei para a vida toda.

Às minhas queridas amigas (Tamires, Emori e Thaís) por todos esses anos de amizade que sempre lembrarei com muito amor e carinho. Obrigada por tudo meninas!

Aos professores do departamento de Zoologia: Marcos, Virgínia, Tony e Benine pelos ensinamentos e convivência diária.

Aos membros da minha banca de qualificação, Dra. Virgínia Sanches Uieda e Dra. Erika Mayumi Shimabukuro que contribuíram significativamente com sugestões para melhoria da dissertação.

Ao Hamilton e ao Miguel por toda ajuda durante as coletas de campo.

Aos moradores de Angatuba e membros das equipes (Grupo Eco Road, Fórum Ambiental, Secretaria da Educação e Câmara dos Vereadores) pelo convite e oportunidade de divulgação do trabalho em eventos e escolas da cidade.

Ao Instituto de Biociências e Departamento de Zoologia da UNESP pelo espaço cedido, apoio e suporte dos funcionários.

Ao curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Área de Concentração: Zoologia, do Instituto de Biociências da UNESP de Botucatu.

À CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado.

E por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho,

Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	14
REFERÊNCIAS.....	15
CAPÍTULO I.....	21
Resumo.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	24
Resultados.....	28
Discussão.....	39
Conclusão.....	43
Referências.....	44
Apêndice	50
CAPÍTULO II.....	54
Resumo.....	55
Introdução.....	56
Material e Métodos.....	58
Resultados.....	62
Discussão.....	72
Conclusão.....	79
Referências.....	80
Apêndice.....	91
CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
DIVULGAÇÃO DO TRABALHO PARA A COMUNIDADE.....	104
PERSPECTIVAS FUTURAS.....	105

RESUMO GERAL

A escassez de água tornou-se um problema relevante devido ao rápido crescimento populacional associado às ações antrópicas em todo o mundo. No entanto, estudos que abordam a influência das ações antrópicas e da sazonalidade em diferentes aspectos como qualidade de água, usos dos solos e fauna bentônica em cursos de água periurbanos ainda são escassos. O monitoramento de estações a montante e a jusante são importantes para identificar pressões pontuais sobre o curso de água. Diante deste cenário, estudos de avaliação ambiental são necessários visando estratégias para gerenciamento e conservação desses recursos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental (entorno, água e fauna) em diferentes escalas espaciais e temporais de cursos de água periurbanos localizados no município de Angatuba (SP). As coletas foram realizadas em dois pontos de amostragem situados em áreas a montante (próximas às nascentes) e a jusante da rede de drenagem urbana. A sazonalidade e categorias dos usos do solo afetaram de maneira diferente os locais estudados contribuindo para as mudanças na qualidade da água e distribuição dos macroinvertebrados bentônicos nas diferentes escalas. A maioria das variáveis medidas a montante mostrou baixa variação sem padrão sazonal definido. Maior amplitude de variação foi observada para as variáveis medidas a jusante, com valores elevados durante todo o ano. A abundância dos invertebrados aumentou no final do período de estiagem a jusante e diminuiu o número de taxa sensíveis a montante. Os índices bióticos retrataram a heterogeneidade dos habitats entre trechos e riachos, mas durante o período de estiagem, poucas diferenças foram encontradas. As ações antrópicas modificaram drasticamente a paisagem através da remoção das matas e substituição por pastagens na maior parte da bacia. A abundância e riqueza dos organismos diferiu entre montante e jusante e entre os três meses de estiagem. O trecho de melhor qualidade foi associado à presença de mata e pouca pastagem com melhor oxigenação da água que favoreceu o estabelecimento de grupos sensíveis no local. O trecho montante dos três afluentes apresentaram fauna pouco diversificada que foi associada ao uso do entorno. A estiagem determinou um efeito importante nas características ambientais, em especial uma elevação nas concentrações de variáveis indicadoras de poluição nos cursos de água a jusante da cidade. A elevada abundância de organismos resistentes com o aumento da estiagem nas áreas urbanas foi resultante da perda acentuada da qualidade da água, indicativo da influência da baixa precipitação na organização e estruturação da fauna. Portanto, a compreensão dos efeitos da sazonalidade e usos do solo para a qualidade da água e para os macroinvertebrados foi importante para retratar como os diferentes aspectos podem afetar os ambientes dentro de uma mesma bacia.

Palavras-chave: degradação ambiental, invertebrados aquáticos, sazonalidade, uso da terra, variação espacial

INTRODUÇÃO GERAL

A escassez de água tornou-se um problema relevante devido ao rápido crescimento populacional associado às ações antrópicas em todo o mundo (Rebouças et al., 2002). A crescente urbanização promove a degradação dos cursos de água e contribui para a diminuição da saúde ecológica das bacias hidrográficas (Morley & Karr, 2002). Segundo o relatório das Nações Unidas (ONU, 2014), 54% da população mundial vivem em áreas urbanas. No Brasil esse número é de 84,72 % (IBGE, 2015). No entanto, estudos que abordam a influência das ações antrópicas em diferentes aspectos como qualidade de água, usos do solo e biodiversidade da fauna em cursos de água tropicais ainda são escassos. Diante deste cenário, estudos de avaliação ambiental são necessários visando estratégias para gerenciamento e conservação desses recursos (Shin et al., 2013; Kaboré et al., 2015).

As águas dos sistemas fluviais são vulneráveis à poluição devido ao lançamento de cargas de poluentes industriais e domésticos, principalmente de bacias com áreas urbanas (Finkler et al., 2016). Os processos naturais como precipitação, erosão e escoamento de sedimentos, bem como os processos antropogênicos associados à urbanização, industrialização e agricultura contribuem para a degradação de recursos hídricos e definem a qualidade da água de uma região (Singh et al., 2009). Dessa maneira, vários fatores podem afetar a qualidade de água nas diferentes escalas de uma bacia (Ding et al., 2016).

As águas fluem nos sistemas aquáticos através do regime de precipitação mensal ou sazonal (Allan & Castillo, 2007; Serengil et al., 2007) e alterações hidrológicas afetam a morfologia e hidrologia do canal como a vazão e velocidade da correnteza, a química da água e a dinâmica populacional da fauna presente (Onyema et al., 2009). A precipitação também apresenta relação direta com usos do solo, escoamento superficial e qualidade da água (Lipp et al., 2001; Mallin et al., 2009). As mudanças nos usos do solo podem alterar a vegetação de áreas naturais adjacentes através da substituição por áreas agrícolas e urbanas (Stohlgren et al., 1998). As superfícies impermeáveis de áreas urbanizadas aumentam o escoamento e o transporte de poluentes (Burns et al., 2005), especialmente no período chuvoso.

A vegetação ripária é um componente fundamental dos ecossistemas aquáticos (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2010) e sua remoção traz prejuízos significativos para a

qualidade de água. O ciclo e a composição química da água, o transporte de matéria orgânica, a intensidade do escoamento superficial e o abastecimento dos aquíferos dependem diretamente das condições da vegetação ripária (Tundisi & Matsumura-Tundisi, 2010).

Dessa maneira, os rios são particularmente vulneráveis à mudança dos usos da terra e à exploração dos recursos naturais do entorno (Withers & Jarvie, 2008; Vörösmarty et al., 2010). Diferenças espaciais podem afetar as relações dos usos da terra e da qualidade de água dependendo do local de monitoramento ao longo da bacia (Zampella et al., 2007). Além do desmatamento, atividades agrícolas e a urbanização geralmente modificam as características da superfície terrestre (White & Greer, 2006) aumentando a poluição (Lee et al., 2009), diminuindo as concentrações de oxigênio dissolvido (Vega et al., 2013) e modificando a temperatura da água (Tong & Chen, 2002) através do aumento da radiação solar. Qualquer alteração na temperatura pode afetar as reações químicas na água (Beylich & Laute, 2012). Em comparação com os sistemas aquáticos temperados, as águas tropicais apresentam menor reserva de oxigênio e necessitam de maior demanda devido às temperaturas e taxas metabólicas dos organismos serem mais elevadas. Por sua vez, isso pode tornar as águas tropicais mais sensíveis à descarga de poluentes (Lewis, 2008).

Ao longo do seu curso natural, os riachos podem receber emissões diretas ou indiretas de poluentes (Pesce & Wunderlin, 2000) por fontes pontuais ou difusas provenientes principalmente de áreas urbanas. O desenvolvimento urbano frequentemente está associado à substituição dos ambientes naturais por ambientes modificados, com águas pluviais e esgotos domésticos sendo muitas vezes direcionado para os corpos d'água adjacentes aos canais de drenagem (Haughton & Hunter, 1994). Como consequência, há aumento no volume de poluentes para o curso hídrico. A urbanização de forma desordenada sem planejamento adequado impacta negativamente o ciclo hidrológico com alterações de drenagem elevando a possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, estabelecendo riscos à saúde e à vida humana (Benini & Mendiondo et al., 2015).

Em vista disto, múltiplos impactos humanos têm sido responsáveis por afetar a qualidade ambiental de importantes bacias hidrográficas no território brasileiro (Callisto et al., 2002; Moreno, 2006). Dessa maneira, o uso de ferramentas como os Sistemas de

Informações Geográficas (SIG) é fundamental para avaliar as condições ambientais possibilitando um melhor planejamento dos usos da terra e das águas estudadas (Carneiro, 2003). Essas informações podem ser utilizadas para maior entendimento da relação entre os usos da terra e a qualidade da água, que ainda continua mal compreendida (Huang et al., 2013).

No entanto, a quantificação de variáveis ambientais e usos do solo quando analisados individualmente, podem subestimar a magnitude real dos danos causados aos ambientes aquáticos (Karr & Chu, 1999). Nesse sentido, a utilização das comunidades aquáticas permite uma avaliação integrada dos efeitos ecológicos causados por múltiplas fontes de poluição que refletem na estrutura e funcionamento dos ecossistemas (Callisto et al., 2001; Baptista, 2008).

Os macroinvertebrados apresentam grande importância para a dinâmica de nutrientes em riachos, pois transformam a matéria orgânica em energia (Callisto & Esteves, 1998; Marques et al., 1999) e têm papel fundamental na cadeia alimentar sendo fonte de alimento para os peixes e outros invertebrados (Carvalho & Uieda, 2004; Moulton et al., 2010). A estrutura das comunidades bentônicas em um ecossistema aquático reflete suas condições ecológicas, incluindo a heterogeneidade de habitats (Heino et al., 2003) e a qualidade da água (Soldner et al., 2004). Fatores abióticos, tais como temperatura, pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido e composição granulométrica do sedimento podem afetar a distribuição da comunidade de macroinvertebrados nos cursos de água (Allan, 1995; Buss et al., 2004).

Os macroinvertebrados são utilizados para o monitoramento biológico e ecossistemas de água doce em todo o mundo (Hussain & Pandit, 2012) devido à sua sensibilidade diferencial à poluição refletindo os impactos em habitats aquáticos de forma bastante satisfatória (Callisto et al., 2005; Moreno & Callisto, 2006; Rashid & Pandit, 2014). Nesse sentido, o uso de índices bióticos é uma ferramenta interessante que auxilia para um maior entendimento da situação ambiental das bacias de drenagem (Fernández-Díaz et al., 2008; Pérez-Bilbao & Garrido, 2009; Benetti & Garrido, 2010).

Os efeitos causados por fontes de poluição provocam alterações nas comunidades reduzindo a abundância e o número de táxons sensíveis com consequente aumento na abundância de organismos tolerantes à poluição (Megan et al., 2007). Nesse sentido, o monitoramento de estações a montante e a jusante da fonte poluidora permite

identificar as consequências ambientais na qualidade de água e na saúde dos ecossistemas aquáticos (Battezzato, 1992). Além da escala espacial, a sazonalidade pode afetar a qualidade da água nas diferentes escalas espaciais de uma bacia e a abundância da comunidade devido às mudanças de precipitação ao longo do ano. Durante o período seco, o estabelecimento e desenvolvimento dos organismos aquáticos tende a ser maior devido ao menor efeito de arrasto quando comparado com a estação chuvosa (Carvalho & Uieda, 2004; Ribeiro & Uieda, 2005). Porém, a seca pode afetar a biota devido à diminuição do nível da água, interrupção da conectividade hidrológica e redução do habitat (Stanley et al., 1994). O estresse hídrico promove alterações na estrutura da comunidade (Lu et al., 2016), mudando a composição de espécies, abundância e riqueza (Atkinson et al., 2014a). Em regiões tropicais, oscilações na hidrologia dos sistemas fluviais são frequentes, porém, os efeitos da estiagem progressiva na comunidade bentônica ainda continuam mal compreendidos, especialmente em bacias com usos intensos do solo.

A bacia do Ribeirão Grande apresenta área de 6033 ha, grande parte inserida no perímetro urbano do município de Angatuba. O município está localizado na região sudoeste do estado de São Paulo e apresenta extensão territorial de 1.027 km² e uma população de 24.634 habitantes (IBGE, 2017). Dessa maneira, os córregos que atravessam a área urbana e rural apresentam no seu entorno matas ripárias degradadas e também recebem cargas “clandestinas” de esgoto, além do lixo carregado pelas chuvas ou depositado pela população. A maioria dos pontos de amostragem deste estudo está localizada na área urbana do município e sua qualidade de água pode estar comprometida considerando sua localização. Apesar dos problemas apontados, estudos da situação ambiental desses cursos de água ainda são inexistentes.

Estudos que abrangem diversos aspectos como a qualidade de água, usos e ocupação do solo, influências da sazonalidade e estrutura da fauna bentônica, são fundamentais para elaboração de políticas para controle de poluição (Shin et al., 2013). Neste cenário, trabalhos de maneira integrada com a população local podem ser uma ferramenta fundamental para proporcionar mudanças futuras em escala local. A educação ambiental neste sentido auxilia para a conscientização e uso sustentável dos recursos hídricos do município.

Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar a qualidade ambiental (entorno, água e fauna) de cursos de água periurbanos localizados no município de Angatuba – SP. Por meio da caracterização física dos locais selecionados, da avaliação das variáveis ambientais, como usos do solo e precipitação, além da estrutura da assembleia de macroinvertebrados bentônicos, um diagnóstico será apresentado nos dois capítulos desta dissertação.

REFERÊNCIAS

- Abler, D., Shortle, J., Carmichael, J. & Horan, R. 2002. Climate change, agriculture, and water quality in the Chesapeake Bay Region. *Climatic Change*, 55(3):339-359.
- Alberti, M., Booth, D., Hill, K., Coburn, B., Avolio, C., Coe, S. & Spirandelli, D. 2007. The impact of urban patterns on aquatic ecosystems: An empirical analysis in Puget lowland sub-basins. *Landscape and urban planning*, 80(4):345-361.
- Amy, J. & Robertson, A. I. 2001. Relationships between livestock management and the ecological condition of riparian habitats along an Australian floodplain river. *Journal of Applied Ecology*. 38:63–75.
- APHA. 2005. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21 th. ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, p.1194.
- Avery, S., Moore, A. & Hutchison, M. 2004. Fate of *Escherichia coli* originating from livestock faeces deposited directly onto pasture. *Letters of Applied Microbiology*, 38:355–359.
- Baker, A. 2003. Land use and water quality. *Hidrology Process*, 17:2.499-2.501
- Behera, S. & Panda, R. K. 2006. Evaluation of management alternatives for an agricultural watershed in a subhumid subtropical region using a physical process based model. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113:62–72.
- Belsky, A. J., Matzke, A. & Uselman, S., 1999. Survey of livestock influences on stream and riparian ecosystems in the western United States. *Journal of Soil and Water Conservation*, 54:419–431.
- Braccia, A. & Voshell, J., 2007. Benthic macroinvertebrate responses to increasing levels of cattle grazing in Blue Ridge Mountain streams, Virginia, USA. *Environmental and Monitoring Assessment*, 131:185–200.
- Braccia, A. & Voshell, J. R., 2006. Benthic macroinvertebrate fauna in small streams used by cattle in the Blue Ridge mountains, Virginia. *Northeastern Naturalist*. 13:269–286.
- BRASIL. Código Florestal. Lei n° 12.651 de 25 de maio de 2012.

- Bu, H., Meng, W., Zhang, Y. & Wan, J. 2014. Relationships between land use patterns and water quality in the Taizi River basin, China. *Ecological Indicators*, 41:187-197.
- Carvalho, K. Q., Lima, S. B., Passig, F. H., Gusmão, L. K., Souza, D. C., Kreutz, C. & Arantes, E. J. 2015. Influence of urban area on the water quality of the Campo River basin, Paraná State, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(4):96-106.
- Chen, L., Zhong, Y., Wei, G., & Shen, Z. 2014. Upstream to downstream: a multiple-assessment-point approach for targeting non-point-source priority management areas at large watershed scale. *Hydrology and Earth System Sciences*, 18(4):1265-1272.
- Collins, R., McLeod, M., Hedley, M., Donnison, A., Close, M., Hanly, J., Horne, D., Ross, C., Davies-Colley, R., Bagshaw, C. & Matthews, L. 2007. Best management practices to mitigate faecal contamination by livestock of New Zealand waters. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 50:267–278.
- Dale, J., E. B., Helfman, G. S., Harper, J. O. & Bolstad, P. V. 1999. Effects of riparian forest removal on fish assemblages in southern Appalachian streams. *Conservation Biology*, 13(6):1454-65.
- Damasceno, L. M. O., Soares, J. A., Silva, A., Dias, N. D., Duarte, D. F., & Farias, J. L. F. & Silva, Ê. 2010. Aspectos qualitativos da água do Rio Poty na região de Teresina, PI. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (1):139-148.
- Davies-Colley, R.J., Nagels, J.W., Smith, R.A., Young, R.G. & Phillips, C.J. 2004. Water quality impact of a dairy cow herd crossing a stream. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 38:569–576.
- Dessie, A. & Bredemeier, M. 2013. The Effect of Deforestation on Water Quality: A Case Study in Cienda Micro Watershed, Leyte, Philippines. *Resources and Environment*, 3(1):1-9.
- Ding, J., Jiang, Y., Liu, Q., Hou, Z., Liao, J., Fu, L. & Peng, Q. 2016. Influences of the land use pattern on water quality in low-order streams of the Dongjiang River basin, China: A multi-scale analysis. *Science of the Total Environment*, 551:205-216.
- Fan, F. M., Fleischmann, A. S., Collischonn, W., Ames, D. P. & Rigo, D. 2015. Large-scale analytical water quality model coupled with GIS for simulation of point sourced pollutant discharges. *Environmental Modelling & Software*, 64:58-71.

- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Yearbook of Fishery Statistics. Summary table. 2006. Disponível em: <ftp://ftp.fao.org/fi/STAT/summary/default.htm#aqua>. Acesso em 24/08/2017.
- Fernandes, M. R. & Silva, J.C. 1994. Programa Estadual de Manejo de Sub-Bacias Hidrográficas: Fundamentos e estratégias - Belo Horizonte: EMATER - MG. p. 24.
- Fia, R., Tadeu, H. C., Menezes, J. P. C., Fia, F. R. L. & Oliveira, L. F. C. 2015. Qualidade da água de um ecossistema lótico urbano. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 20(2), 267-275.
- Golterman, H. L. & R. S. Clymo. 1969. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Oxford: Scientific Publications. p. 213.
- Gonçalves, D. R. P. & Rocha, C. H. 2016. Indicadores de qualidade da água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 51(9):1172-1183.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., McKee, W. A. & Cummins, W. C. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *Bioscience* 41:540-551.
- Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistical Software Package for Education and Data Analyses. *Paleontologia Eletrônica* 4:9.
- Jackson, D. A. 1993. Stopping rules in principal component analyses: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74:2204-2214.
- Kang, J. H., Lee, S. W., Cho, K. H., Ki, S. J., Cha, S. M. & Kim, J. H. 2010. Linking land-use type and stream water quality using spatial data of fecal indicator bacteria and heavy metals in the Yeongsan river basin. *Water Research*, 44:4.143-4.157.
- Krupek, R. A., Branco, C. C. Z., & Kaveski Peres, C. 2008. Variação sazonal de alguns parâmetros físicos e químicos em três rios pertencentes a uma bacia de drenagem na região centro-sul do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 30(4): 431-438.
- Lee, S., Hwang, S., Lee, S., Hwang, H. & Sung, H. 2009. Landscape ecological approach to the relationships of land use patterns in watersheds to water quality characteristics. *Landscape and Urban Planning*, 92:80–89.

- Li, S., Gu, S., Tan, X. & Zhang, Q. 2009. Water quality in the upper Han River basin, China: the impacts of land use/land cover in riparian buffer zone. *Journal of Hazardous Materials*, 165:317-324.
- Luke, S. H., Barclay, H., Bidin, K., Chey, V. K., Ewers, R. M., Foster, W. A. & Walsh, R. P. 2017. The effects of catchment and riparian forest quality on stream environmental conditions across a tropical rainforest and oil palm landscape in Malaysian Borneo. *Ecohydrology*, 10, e1827.
- Menezes, J. P. C., Bittencourt, R. P., Farias, M. D. S., Bello, I. P., Fia, R., & Oliveira, L. F. C. D. 2016. Relationship between patterns of use and occupation of soil and water quality in an urban watershed. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(3):519-534.
- Merten, G. H. & Minella, J. P. 2002. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, 3(4), 33-38.
- Nagels, J., Davies-Colley, R., Donnison, A. & Muirhead, R. 2002. Faecal contamination over flood events in a pastoral agricultural stream in New Zealand. *Water Science and Technology*, 45:45–52.
- Ngoye, E. & Machiwa, J. F. 2004. The influence of land use patterns in the Ruvu river watershed on water quality in the river system. *Physics and Chemistry of the Earth*, 29:1.161-1.166.
- Odjadjare, E. E. O & Okoh A. I. 2010. Prevalence and distribution of *Listeria* pathogens in the final effluents of a rural wastewater treatment facility in the Eastern Cape Province of South Africa. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 26:297-307.
- Ogura, N. & Kanki, S. 2009 Biogeochemical characteristics of river systems. In: Dooge JCI (ed), *Fresh surface water*, 1, p 482.
- Paul, M. & Meyer, J., 2001: Riverine ecosystems in an urban landscape. – *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32:333–365.
- Piatek, K. B., Munasinghe, P., Peterjohn, W. T., Adams, M. B. & Cumming, J. R. 2009. Oak contribution to litter nutrient dynamics in an Appalachian forest receiving elevated nitrogen and dolomite. *Canadian Journal of Forest Research*, 39(5):936-944.

- Ramirez, A., Rosas, K. G., Lugo, A. E. & Ramos-González, O. M. R. 2014. Spatio-temporal variation in stream water chemistry in a tropical urban watershed. *Ecology and Society*, 19:1-11.
- Rodrigues, V., Estrany, J., Ranzini, M., de Cicco, V., Martín-Benito, J. M. T., Hedo, J., & Lucas-Borja, M. E. 2017. Effects of land use and seasonality on stream water quality in a small tropical catchment: The headwater of Córrego Água Limpa, São Paulo (Brazil). *Science of The Total Environment* (In press).
- Siqueira, H. E., Tibery, L. R., Guidolini, J. F., Valle Junior, R. F. & Rodrigues, V. A. 2012. Análise morfométrica e definição do potencial de uso do solo da microbacia do Rio Veríssimo, Veríssimo - MG. *Enciclopédia Biosfera*, 8(15):2236- 2248.
- STATSOFT. 2009. Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 10.
- Steffens, C., Klauck, C. R., Benvenuti, T., Silva, L. B. & Rodrigues, M. A. S. 2015. Water quality assessment of the Sinos River–RS, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 75(4):62-67.
- Tong, S. & Chen, W. 2002. Modeling the relationship between land use and surface water quality. *Journal of Environmental Management*, 66:377-393.
- Tran, C. P., Bode, R. W., Smith, A. J. & Kleppel, G. S. 2010. Land-use proximity as a basis for assessing stream water quality in New York State (USA). *Ecological Indicators*, 10:727-733.
- Valderrama, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. *Marine Chemistry*, 10:109-222.
- Vasconcelos, R. S., Leite, K. N., Carvalho, C. M., Eloi, W. M., Silva, L. M. F. & Feitosa, H. O. 2013. Qualidade da água utilizada para irrigação na extensão da microbacia do Baixo Acaraú. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 3(1):30-38.
- Vercellino, A. R., Salemi, L. F., de Andrade, T. M. B., da Costa Silva, R. W., Vidas, N. B., & de Camargo, P. B. 2015. Efluentes de estação de tratamento de esgoto: efeito sobre à qualidade de água de um rio de pequeno porte. *Nativa*, 3(2):131-134.
- Walker, T. R., Crittender, P. D., Dauvalter, V. A., Jones, V., Kuhry, P., Loskutova, O., Mikkola, K., NikULA, A., Patova, E., Ponomarev, V. I., Pystina, T., Ratti, O., Soloviera, N., Stenina, A., Virtanen, T. & Young, S. D. 2009. Multiple indicators of

- human impacts on the environment in the Pechova Basin, north-eastern European Russia. *Ecological Indicators*, 9:765-779.
- Walsh, C. J., Roy, A. H., Feminella, J. W., Cottingham, P. D., Groffman, P. M. & Mornan, R. P. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of the North American Benthological Society*, 24: 706-723.
- Wang, X. L., Lu, Y. L., Han, J.Y. He, G. Z. & Wang, T. Y. 2007. Identification of anthropogenic influences on water quality of rivers in Taihu watershed. *Journal of Environmental Science*, 19(4):475-481.
- Woli, K. P., Nagumo, T., Kuramochi, K. & Hatano, R. 2004. Evaluating river water quality through land use analysis and N budget approaches in livestock farming areas. *Science of the Total Environment*, 329:61-74.
- Woodward, G., Gessner, M. O., Giller, P. S., Gulis, V., Hladyz, S., Lecerf, A. & Chauvet, E. 2012. Continental-scale effects of nutrient pollution on stream ecosystem functioning. *Science*, 336(6087):1438-1440.
- Xiao, R., Wang, G., Zhang, Q. & Zhang, Z. 2016. Multi-scale analysis of relationship between landscape pattern and urban river water quality in different seasons. *Scientific reports*, 6, 25250.
- Xu, H., Zheng, H., Chen, X., Ren, Y., & Ouyang, Z. 2016. Relationships between river water quality and landscape factors in Haihe River Basin, China: Implications for environmental management. *Chinese geographical science*, 26(2):197–207.
- Yvon-Durocher G., Montoya J. M., Trimmer, M. & Woodward, G. 2011. Warming alters the size spectrum and shifts the distribution of biomass in freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, 17:1681-1694.
- Zan, R. A., Costa, A. L., Costa, J. B. & de Oliveira Meneguetti, D. U. 2012. Análise microbiológica de amostras de água de poços rasos localizados no município de Buritis, Região do vale do Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental. *Electronic Journal of Management, Education and Environmental Technology (REGET)*, 8(8):1867-1875.
- Zhao, L., Zhang, X., Liu, Y., He, B., Zhu, X., Zou, R. & Zhu, Y. 2012. Three-dimensional hydrodynamic and water quality model for TMDL development of Lake Fuxian, China. *Journal of Environmental Sciences*, 24(8):1355-1363.

REFERÊNCIAS

- Acuña, V., Muñoz, I., Giorgi, A., Omella, M., Sabater, F. & Sabater, S. 2005. Drought and postdrought recovery cycles in an intermittent Mediterranean stream: structural and functional aspects. *Journal of the North American Benthological Society*, 24:919–933.
- Alba-Tercedor, J. & Sánchez-Ortega, A. 1988. A quick and simple method to evaluate biological quality of running fresh water based on Hellawell (1978). *Limnetica*, 4:51–56.
- Allan, J. D. 2004. Landscapes and riverscapes: The influence of land use on stream ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35:257–284.
- Allan, J. D. & Castillo, M. M. 2007. *Stream ecology: structure and function of running waters*. 2nd ed. Netherlands: Springer p. 436.
- Andrade, E. D., Palácio, H., Crisóstomo, L. D. A., Souza, I. D. & Teixeira, A. D. S. 2005. Índice de qualidade de água, uma proposta para o vale do rio Trussu, Ceará. A proposed water quality index: the case of Trussu River, Ceará, Brazil. *Revista Ciência Agronômica*, 36(2):135-142.
- APHA. 2005. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th. ed. New York: APHA, AWWA, WPCR, p. 1194.
- Atkinson, C. L., Julian, J. P. & Vaughn, C. C. 2014. Species and function lost: role of drought in structuring stream communities. *Biological Conservation*, 176:30-38.
- Baptista, D. F. 2008. Uso de macroinvertebrados em procedimentos de biomonitoramento em ecossistemas aquáticos. *Oecologia Brasiliensis* 12(3):425-441.
- Baptista, D. F., Buss, D. F., Drovillé, L. F. M. & Nessimian, J. L. 2000. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Biologia*, 61:249-258.
- Baptista, V. D. A., Antunes, M. B., Martello, A. R., Figueiredo, N. D. S. B., Amaral, A. M. B., Secretti, E. & Braun, B. 2014. Influence of environmental factors on the distribution of families of aquatic insects in rivers in southern Brazil. *Ambiente & Sociedade*, 17(3):155-176.

- Benetti, C. J. & Garrido, J. 2010. The influence of water quality and stream habitat on water beetle assemblages in two rivers in northwest Spain. *Vie et milieu*, 60(1):53-63.
- Bispo, P. C. & Oliveira, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (Ed.). *Ecologia de Insetos Aquáticos. Series Oecologia Brasiliensis, Vol. V. PPGE – UFRJ. Rio de Janeiro*, p.175-189.
- Bispo, P. C., Oliveira, L. G., Bini, L. M. & Sousa, K. G. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. *Brazilian Journal of Biology* 66(2B):611-622.
- Bispo, P. C., L. G. Oliveira, V. L. Crisci, V. L., & Silva, M. M.. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do planalto central do Brasil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 13(2):1-9.
- Bogan, M. T., Boersma, K. S. & Lytle, D. A. 2015. Resistance and resilience of invertebrate communities to seasonal and suprasonal drought in arid-land headwater streams. *Freshwater Biology*, 60(12):2547-2558.
- Bonada, N., Rieradevall, M. & Prat, N. 2007. Macroinvertebrate community structure and biological traits related to flow permanence in a Mediterranean river network. *Hydrobiologia* 589:91–106.
- Bond, N. R., Lake, P. S. & Arthington, A. H. 2008. The impacts of drought on freshwater ecosystems: an Australian perspective. *Hydrobiologia*, 600(1):3-16.
- Boulton, A. J. & Lake, P. S. 2008. Effects of drought on stream insects and its ecological consequences. *Aquatic insects: challenges to populations*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 81-102.
- Boulton, A. J. 2003. Parallels and contrasts in the effects of drought on stream macroinvertebrate assemblages. *Freshwater Biology* 48:1173-1185.
- Bubinas, A. & Jagminienė, I. 2001. Bioindication of ecotoxicity according to community structure of macrozoobenthic fauna. *Acta Zoológica Lituanica*, 11(1):90-99.

- Buss, D. F. & Salles, F. F. 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring and Assessment* 130:365-372.
- Buss, D. F., Baptista, D. F., Silveira, M. P., Nessimian, J. L. & Dorvillé, L. F. M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia* 481:125-136.
- Callisto, M. & Esteves, S. A. 1998. Biomonitoramento da macrofauna bentônica de Chironomidae (Diptera) em dois igarapés amazônicos sob influência das atividades de uma mineração de bauxita. In: Nessimian, J. L. & Carvalho, A. L. (eds). *Ecologia dos Insetos Aquáticos. Séries Oecologia Brasiliensis*, v. 5, p. 299-309.
- Callisto, M., Gonçalves, Jr., J. F. & Moreno, P. 2004. Invertebrados aquáticos como bioindicadores. In: *Navegando o Rio das Velhas das Minas aos gerais*. (E.M.A. Goulart). UFMG, Belo Horizonte, v.1, p.1-12.
- Chessman, B. C., Royal, M. J. & Muschal, M. 2008. Does water abstraction from unregulated streams affect aquatic macrophyte assemblages? An evaluation based on comparisons with reference sites. *Ecohydrology* 1:67-75.
- Cortezzi, S. S., Bispo, P. C., Paciencia, G. P. & Leite, R. C. 2009. Influência da ação antrópica sobre a fauna de macroinvertebrados aquáticos em riachos de uma região de cerrado do sudoeste do Estado de São Paulo. *Iheringia, Série Zoologia*, 99(1):36-43.
- Costa, S. S. & Melo, A. S. 2008. Beta diversity in stream macroinvertebrate assemblages: among-site and among-microhabitat components. *Hydrobiologia* 598:131-138.
- Dahm, C. N., Baker, M. A., Moore, D. I. & Thibault, J. R. 2003. Coupled biogeochemical and hydrological responses of streams and rivers to drought. *Freshwater Biology*, 48:1219-1231.
- Datry, T. 2012. Benthic and hyporheic invertebrate assemblages along a flow intermittence gradient: effects of duration of dry events. *Freshwater Biology* 57:563-574.
- Dewson, Z. S., James, A. B. W. & Death, R. G. 2007. A review of the consequences of decreased flow for instream habitat and macroinvertebrates. *Journal of the North American Benthological Society*, 26:401- 415.

- Domínguez, E. & Fernández, H. R. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina, 656 pp.
- Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D. & Nieto, C. 2006. Ephemeroptera of South America. In: Adis, J., Arias, J.R., Rueda-Delgado, G. & Wantzen, K.M. (eds.) Aquatic Biodiversity of Latin America. Pensoft, Moscow-Sofia, v.2, p.1-646.
- Donadio, N. M. M., Galbiatti, J. A. & Paula, R. C. 2005. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na bacia hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo. Engenharia Agrícola, 25(1):115-125.
- Epler, J. H. 2001. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. Special Publication. North Carolina Department of Environment and Natural Resources, Raleigh, NC, and St. Johns River Water Management District, Palatka, FL, : 526.
- Feio, M. J. & Poquet, J. M. 2011. Predictive models for freshwater biological assessment: statistical approaches, biological elements and the Iberian Peninsula experience: a review. International Review of Hydrobiology, 96(4):321-346.
- Fernández, D., Barquín, J. & Raven, P. J. 2011. A review of river habitat characterization methods: indices vs. characterization protocols. Limnetica, 30(2):217-234.
- Francischetti, C. N., da Silva, E. R., Salles, F. F. & Nessimian, J. L. 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. A., Liss, W. J., Warren, C. E & Hurley, M. D. 1986. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. Environmental Management, 10:199–214.
- Froehlich, C. G. 2012. Plecoptera. In: Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S.A. & Constantino, R. (Eds.), Insetos do Brasil. Diversidade e Taxonomia. Holos editora, Ribeirão Preto, pp. 257–261.
- Goldstein, R. M., Carlisle, D. M., Meador, M. R. & Short, T. M. 2007. Can basin land use effects on physical characteristics of streams be determined at broad geographic scales? Environmental Monitoring and Assessment 130:495–510.

- Golterman, H. L. & Clymo, R. S. 1969. Methods for physical and chemical analysis of freshwater. Oxford: Scientific Publications. p. 213.
- Gordon, N. D., McMahon, T.A., Finlayson, B. L., Gippel, C. J., Nathan, R. J. 2004. Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists. John Wiley and Sons, West Sussex, England, 526p.
- Goulart, M. & Callisto, M. 2005. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(6):983-996.
- Hägerbäumer, A., Höss, S., Heininger, P. & Traunspurger, W. 2015. Experimental studies with nematodes in ecotoxicology: An overview. *Journal of Nematology* 47(1), 11.
- Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistic Software Package for Education and Data Analyses. *Paleontologia Eletrônica* 4:9.
- Hepp, L. U. & Restello, R. M. 2010. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliação de impactos resultantes dos usos da terra (Rio Grande do Sul, Brasil). In Santos, J.E., Zanin, E. M. and Moschini, L.E. Ed. *Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Gestão*. São Carlos: Rima Editora. 3, p. 201-218.
- Hepp, L. 2013. Caracterização limnológica de um rio urbano (Erechim-RS): uma abordagem multivariada do gradiente longitudinal ao longo do tempo. *Erechim*. v.37, Edição Especial, p.21-30
- Humphries, P. & Baldwin D. S. 2003 Drought and aquatic ecosystems: an introduction. *Freshwater Biology*, 48:1141–1146.
- Hussain, Q. A. 2012. Macroinvertebrates in streams: A review of some ecological factors. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(7):114-123.
- Jackson, D. A. 1993. Stopping rules in principal component analyses: a comparison of heuristical and statistical approaches. *Ecology*, 74:2204-2214.
- Johnson, L. B. & Gage, S. H. 1997. Landscape approaches to the analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology*, 37:113-132.
- Jowett, I. G., Richardson, J. & Bonnett, M. L. 2005. Relationship between flow regime and fish abundances in a gravel-bed river, New Zealand. *Journal of Fish Biology*, 66:1419-1436.

- Junqueira, M. V., Amarante, M. C., Dias, C. F. S. & França, E. S. 2000. Biomonitoramento da qualidade das águas da bacia do rio das Velhas (MG-Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 12:73-87.
- Junqueira, V. M. & Campos, S. C. M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 10(2):125-135.
- Kalogianni, E., Vourka, A., Karaouzas, I., Vardakas, L., Laschou, S. & Skoulikidis, N. T. 2017. Combined effects of water stress and pollution on macroinvertebrate and fish assemblages in a Mediterranean intermittent river. *Science of The Total Environment*, 603:639-650.
- Kleine, P. & Trivinho-Strixino, S. 2005. Chironomidae and other aquatic macroinvertebrates of a first order stream: community response after habitat fragmentation. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 17(1):81-90.
- Koenig, R. & Santos, S. 2013. Chironomidae (Insecta: Diptera) of different habitats and microhabitats of the Vacacaí-Mirim River microbasin, Southern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(3):975-985.
- Lake, P. S. 2000. Disturbance, patchiness, and diversity in streams. *Journal of the North American Benthological Society*, 19:573–592.
- Lake, P. S. 2011. *Drought and aquatic ecosystems: effects and responses*. John Wiley & Sons.
- Lake, P. S. 2003. Ecological of perturbation by drought in flowing water. *Freshwater Biology*, 48(7):1161-1172.
- Larned, S. T., Datry, T., Arscott, D. B. & Tockner, K. 2010. Emerging concepts in temporary-river ecology. *Freshwater Biology*, 55(4):717-738.
- Lecci, L. S. & Froehlich, C. G., 2007. Plecoptera. In: *Guia on-line: Identificação de larvas de Insetos Aquáticos do Estado de São Paulo*. Froehlich, C. G. (org.). Disponível em: <<http://sites.ffclrp.usp.br/aguadoce/guiaonline>>.
- Leigh, C. 2012. *Macroinvertebrate Responses to Dry Season and Antecedent Flow in Highly Seasonal Streams and Rivers of the Wet-Dry Tropics, Northern Territory*. National Water Commission, Canberra, Australia. p. 95–112.

- Leopoldo, P. R. & Sousa, A. P. 1979. Hidrometria: medição de vazão. Botucatu: UNESP, v.1, p. 71.
- Lima, V. 2013. A Sociedade e a Natureza na paisagem urbana: análise de indicadores para avaliar a qualidade ambiental. 358f. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2013.
- Lu, Y. L. 2016. Experiences in the workplace community and the influence of community experiences on ENP courses for nursing professionals. *Nurse Education Today*, 40:39-44.
- MacArthur, R. & MacArthur, J. W. 1961. On bird species diversity. *Ecology*, 42:594–598.
- MacDonald, E. E. & Taylor, B. R. 2006. Incidence of mentum deformities in midge larvae (Diptera: Chironomidae) from Northern Nova Scotia, Canada. *Hydrobiologia*, 563:277–287.
- Mandaville, S. M. 2002. Benthic macroinvertebrates in freshwaters: Taxa tolerance values, metrics, and protocols. Nova Scotia: Soil & Water Conservation Society of Metro Halifax: 128, 315p.
- Merritt, R.W & K.W. Cummins. 1996. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/Hunt, Dubuque, 1158p.
- Miller A.M. & Golladay S.W. 1996. Effects of spates and drying on macroinvertebrate assemblages of an intermittent and a perennial prairie stream. *Journal of the North American Benthological Society*, 15:670–689.
- Miller, S. W., Wooster, D. & Li, J. 2007. Resistance and resilience of macroinvertebrates to irrigation water withdrawals. *Freshwater Biology*, 52:2494-2510.
- Miserendino, M. L., Casaux, R., Archangelsky, M., Di Prinzio, C. Y., Brand, C. & Kutschker, A. M. 2011. Assessing land-use effects on water quality, in-stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. *Science of the Total Environment*, 409(3):612-624.
- Monaghan, K. A. & Soares, A. M. V. M. 2012. Bringing new knowledge to an old problem: Building a biotic index from lotic macroinvertebrate traits. *Ecological Indicators*, 20:213-220.

- Moreno, P. & Callisto, M. 2006. Benthic macroinvertebrates in the watershed of an urban reservoir in southeastern Brazil. *Hydrobiologia* 560:311-321.
- Mugnai, R., Nessimian, J. L. & Baptista, D. F. 2010. Manual de Identificação de Macroinvertebrados Aquáticos do Estado do Rio de Janeiro. 1ª. Ed. – Rio de Janeiro: Technical Book, p. 176.
- Naiman, R. J. & Turner, M.G. 2000. A future perspective on North America's freshwater ecosystems. *Ecological Applications*, 10:958-970.
- Oliveira, A. & Callisto, M. 2010. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in an Atlantic forest fragment. *Iheringia. Série Zoologia*, 100:291-300.
- Pardo, I. & Armitage, D. 1997. Species assemblages as descriptors of mesohabitats. *Hydrobiologia*, 344:111-128.
- Passos, M. I. S., Nessimian, J. L. & Ferreira Jr, N. 2007. Chaves para identificação dos gêneros de Elmidae (Coleoptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 51(1):42-53.
- Pennak, R. W. 1978. *Freshwater Invertebrates of the United States*. John Wiley & Sons, New York. 803p.
- Pérez, G. R. 1988. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Bogotá: Editorial Presencia, 217p.
- Poleto, C., de Carvalho, S. L. & Matsumoto, T. 2010. Avaliação da qualidade da água de uma microbacia hidrográfica no município de Ilha Solteira (SP). *Holos Environment*, 10(1):95-110.
- Queiroz, M. M. F., Iost, C., Gomes, S. D. & Vilas Boas, M. A. 2010. Influência do uso do solo na qualidade da água de uma microbacia hidrográfica rural. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5(4):200-210.
- R Development Core Team, 2013. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em <<http://www.R-project.org>>.
- Rashid, R. & Pandit, A. K. 2014. Macroinvertebrates (Oligochaetes) as indicators of pollution: A Review. *Journal of Ecology and The Natural Environment*, 6(4):140-144.

- Resh, V. H., L. A. Bêche, J. E. Lawrence, R. D. Mazon, E. P. MacElravy, A. P. O'Dowd, D. Rudnick & S. M. Carlson, 2013. Long-term population and community patterns of benthic macroinvertebrates and fished in Northern California Mediterranean-climate streams. *Hydrobiologia*, 719(1):93-118.
- Resh, V.H., Norris, R.H. & Barbour, M.T., 1995. Design and implementation of rapid assessment approaches for water resource monitoring using benthic macroinvertebrates. *Australian Journal of Ecology*, 20:108-12
- Řezníčková, P., Tajmrová, L., Pařil, P. & Zahrádková, S. 2013. Effects of drought on the composition and structure of benthic macroinvertebrate assemblages—a case study. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61(6):1853-1865.
- Ribeiro, L. O. & Uieda, V. S. 2005. Estrutura da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de um riacho de serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22(3): 613-618.
- Roque, F. O., Corbi, J. J. & Trivinho-Strixino, S. 2000. Considerações sobre a utilização de larvas de Chironomidae (Diptera) na avaliação da qualidade da água de córregos do Estado de São Paulo. ESPÍNDOLA, ELG; PASCHOAL, CMRB; ROCHA, O.; BOHRER, MB C, 115-126.
- Salomoni, S. E., Rocha, O. & Leite, E. H. 2007. Limnological Characterization of Gravataí River, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 19(1):1-14.
- Sanseverino, A. M., Nessimian, J. L., & Oliveira, A. L. H. 2010. A fauna de Chironomidae (Diptera) em diferentes biótopos aquáticos na Serra do Subaio (Teresópolis, RJ). *Oecologia Australis*, 5(1), 253-263.
- Schenkova, J. & Helesic, J. 2006. Habitat preferences of aquatic Oligochaeta (Annelida) in the Rokttná River, Czech Republic- a small highland stream. *Hydrobiologia*, 564(1):117-126.
- Souza, M. M. & Gastaldini, M. C. C. 2014. Water quality assessment in watersheds with different anthropogenic impacts. *Engenharia Sanitária Ambiental*, 19(3):263- 274.
- Stanley, E. H., Buschman, D. L., Boulton, A. J., Grimm, N. B. & Fisher, S. G. 1994. Invertebrate resistance and resilience to intermittency in a desert stream. *American Midland Naturalist*, 131:288–300

- STATSOFT. 2009. Inc. STATISTICA (data analysis software system), version 10.
- Suguió, K. 1973. Introdução à sedimentologia Ed. Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, p. 110.
- Trivinho-Strixino, S. 2011. Larvas de Chironomidae: guia de identificação. São Carlos: Depto. de Hidrobiologia/Lab. Entomologia Aquática/UFSCAR, p. 371.
- Uieda, V. S., Iwai, M. L. B., Ono, E. R., Melo, A. L. U. & Alves, M. I. B. 2017. How seasonality and anthropogenic impacts can modulate the structure of aquatic benthic invertebrate assemblages. *Community Ecology*, 18(1):47-55.
- Uieda, V. & Kikuchi, R. 1995. Entrada de material alóctone (detritos vegetais e invertebrados terrestres) num pequeno curso de água corrente na cuesta de Botucatu, São Paulo. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 7:105-114.
- Uieda, V. S. & Gajardo, I. C. S. M. 1996. Macroinvertebrados perifíticos encontrados em Poções e Corredeiras de um Riacho. *Naturalia*, 21:31-47.
- Valderrama, J. C. 1981. The simultaneous analysis of total nitrogen and total phosphorous in natural waters. *Marine Chemistry*, 10:109-222.
- Verdonschot, P. F. M. 1989. Oligochaetes and eutrophication, an experiment over our years in outdoor mesocosms. *Hydrobiologia*, 334:169-183.
- Williams, D. D. & Feltmate, B. W. 1992. *Aquatic Insects*. C.A.B. International, Wallingford, Oxon, UK, 358p.
- Wood, A. W. & Lettenmaier, D. P. 2008. An ensemble approach for attribution of hydrologic prediction uncertainty. *Geophysical Research Letters*, 35(14).
- Wood, P. J., A. J. Boulton, S. Little, & R. Stubbington, 2010. Is the hyporheic zone a refugium for aquatic macroinvertebrates during severe low flow conditions? *Fundamental and Applied Limnology*, 176:377- 390.
- Yoshida, C. E. & Uieda, V. S. 2014. The importance of a Biosphere Reserve of Atlantic Forest for the conservation of stream fauna. *Brazilian Journal of Biology*, 74(2):382-394.

Zeug, S. C. & K. O. Winemiller, 2008. Relationships between hydrology, spatial heterogeneity, and fish recruitment dynamics in a temperate floodplain river. *River Research and Applications*, 24:90-102.

Considerações finais

As bacias hidrográficas são sistemas dinâmicos e podem ser afetadas por múltiplas escalas espaciais e temporais. O monitoramento de estações a montante e a jusante são importantes para identificar pressões pontuais sobre o curso de água. Mudanças nos usos do solo podem afetar áreas adjacentes e promover possíveis alterações na qualidade de água. Além da escala espacial, a escala temporal também pode afetar a qualidade da água e a distribuição dos macroinvertebrados devido às mudanças de precipitação ao longo do ano.

Considerando os resultados obtidos, nos quatro riachos estudados foram detectadas grandes alterações na paisagem, na qualidade da água e na abundância dos macroinvertebrados bentônicos. A sazonalidade e os usos do solo afetaram as variáveis ambientais de maneira distinta indicando a importância de se estudar os diferentes aspectos que podem influenciar os ambientes dentro de uma mesma bacia. Além das mudanças temporais, os usos do solo influenciaram os distintos locais de maneira diferente. A influência da estiagem evidenciou a importância desse evento para a estrutura dos macroinvertebrados nas diferentes escalas estudadas. A distribuição da abundância e riqueza dos organismos diferiu entre montante a jusante e entre os três meses de estiagem.

As ações antrópicas modificaram drasticamente a paisagem através da remoção da vegetação nativa e substituição por pastagem em grande parte da bacia do Ribeirão Grande, além da descarga de poluentes. Durante as coletas, foi observada a presença de tubulações “clandestinas” com acesso direto aos cursos de água em várias estações de amostragem, principalmente na área urbana do município, além de grande quantidade de materiais flutuantes. Outra fonte de poluição detectada no Ribeirão Grande a jusante é o despejo de efluentes sem tratamento terciário da Estação de Tratamento de Águas de Angatuba, o que promoveu aumento de nutrientes (fósforo e nitrogênio total) e de DBO na água, como foi constatado por este estudo.

O ponto a montante do Córrego das Almas fica localizado em um vale com elevada quantidade de nascentes. Apesar disso, grandes áreas de pastagem com animais defecando próximo ao curso de água e poucos fragmentos de vegetação ripária também

foram verificados no local. Além disso, um residencial está em fase de implantação próximo as áreas de nascentes dessa região. Esse fato implicou na elevada turbidez da água encontrada durante todo o ano nesse local. Com a pavimentação do residencial, problemas com enchentes futuras poderão ocorrer a jusante do curso de água, que possivelmente afetarão a população residente local. A presença de residências e animais próximo ao curso de água a jusante afetou as características da água, elevando os valores das variáveis indicadoras de poluição.

A montante do Córrego Catanduva, foi constatada a ausência de cercas para proteção do gado nas áreas com predomínio de pastagem. Este fato determinou um assoreamento do curso de água no local estudado, visto a entrada e o pisoteio dos animais na água.

No trecho montante do Córrego Esperança, a construção de um açude ocorrido durante um dos meses de coleta implicou em aumento da turbidez como foi observado durante o estudo. A presença de um reflorestamento no entorno do ponto a jusante do Córrego Esperança, não foi o suficiente para melhoria da qualidade da água, visto que a menor riqueza de macroinvertebrados foi encontrada na comparação com todos os demais locais. Grande quantidade de material flutuante (garrafas pet, plástico, papel, etc) em sua maioria reciclável também foi encontrada neste curso de água.

Comparando as variáveis medidas a montante nos quatro riachos, nenhum padrão sazonal definido foi evidenciado enquanto que a jusante houve maior amplitude de variação das variáveis ao longo do ano. Menor qualidade da água foi encontrada no Ribeirão Grande e Córrego Catanduva jusante, atribuída ao despejo de poluentes na área urbana. O trecho de melhor qualidade foi associado à presença de mata e pouca pastagem, o que mostra a importância da cobertura vegetal no solo, nas diferentes escalas espaciais e temporais, necessária para a compreensão dos impactos antrópicos das bacias hidrográficas.

O levantamento da situação ambiental de uma bacia pode auxiliar na obtenção de informações relevantes durante o gerenciamento adequado desses ambientes.