RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 28/02/2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS – UNESP – CAMPUS DE BOTUCATU

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Efeito da retirada da mata ripária sobre a estrutura dos grupos funcionais de alimentação em assembleias de macroinvertebrados bentônicos

Erika Ramos Ono

BOTUCATU – SP
2018

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ZOOLOGIA
IB - UNESP – Botucatu

Efeito da retirada da mata ripária sobre a estrutura dos grupos funcionais de alimentação em assembleias de macroinvertebrados bentônicos

Erika Ramos Ono

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

Ono, Erika Ramos.
Efeito da retirada da mata ripária sobre a estrutura dos grupos funcionais de alimentação em assembleias de macroinvertebrados bentônicos / Erika Ramos Ono. - Botucatu, 2018

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Instituto de Biociências de Botucatu
Orientador: Virginia Sanches Uieda
Capes: 20400004

1. Indicadores biológicos. 2. Insetos aquáticos. 3. Fauna bentônica. 4. Rios. 5. Florestas ripárias.

Palavras-chave: bioindicador; insetos aquáticos; riachos neotropicais; zôobentos.

Dedico esta dissertação aos meus pais, Maria e Tuneo. Pelo amor, dedicação e esforço para sempre me mostrar o caminho certo a seguir. Sem vocês, eu jamais estaria onde estou.

AGRADECIMENTOS

Á professora Virginia, pelos ensinamentos que vão muito além do conteúdo desta dissertação. Pela dedicação e compromisso que sempre deposita em tudo o que faz e pela confiança em mim e em meu trabalho.

Á CAPES pela bolsa de estudo concedida.

Aos colegas de laboratório, Ana, Fernando, Larissa, Lidiane, Maria Ines e Pedro pela ajuda pessoal e profissional durante a nossa caminhada, pela parceria e amizade e por tornar o cotidiano mais leve e agradável. A convivência com vocês certamente me tornou uma pessoa melhor.

A todos os colegas do departamento, pela amizade e ajuda nos momentos difíceis da vida. Em especial a Laís e Ana Maria pela força dada quando a minha parecia estar acabando.

Aos técnicos Hamilton Rodrigues e Silvio de Almeida pelo auxílio nos trabalhos de campo e pelas histórias e risadas que serão lembradas para sempre.

Á minha família e amigos, que sempre me incentivaram e me apoiaram durante essa jornada.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa dissertação, muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO..... 1
ABSTRACT..... 2
APRESENTAÇÃO DO TRABALHO..... 3

EFEITO DA RETIRADA DA MATA RIPÁRIA SOBRE A ESTRUTURA DOS GRUPOS FUNCIONAIS DE ALIMENTAÇÃO EM ASSEMBLEIAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS

Resumo..... 5
Introdução..... 6
Materiais e Métodos..... 8
Resultados..... 14
Discussão..... 25
Referências bibliográficas..... 27
Apêndice eletrônico..... 33

RESUMO

Macroinvertebrados bentônicos são comumente utilizados como bioindicadores da qualidade do habitat em riachos. Estes estudos podem ser realizados através de uma abordagem taxonômica ou funcional da comunidade. Na abordagem funcional, a classificação em grupos funcionais de alimentação (FFG - *Functional Feeding Groups*) baseia-se nos mecanismos de apreensão do alimento e nos recursos consumidos. O estudo teve o objetivo de verificar o efeito de alterações na mata ripária sobre a estrutura dos FFG em comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Estudamos 36 riachos, separados em três tipos de entorno: com mata ripária nas duas margens (florestado), com mata em uma das margens e pastagem na outra (intermediário) e sem mata nas duas margens (pastagem). A análise das variáveis ambientais indicou uma diferenciação dos riachos florestados e da maioria dos intermediários devido a maiores valores de material alóctone e oxigênio dissolvido e menores de vegetação nas margens e substrato fino, quando comparados aos de pastagem. A análise da abundância da fauna em cada FFG indicou uma diferença entre entornos somente para coletores, com valores significativamente menores nos florestados quando comparados aos de pastagem e intermediários. Já a análise aplicada aos dados de presença-ausência mostrou diferença entre entornos somente para os predadores, indicando diferença significativa na composição entre riachos florestados e de pastagem. A análise da diferenciação dos entornos considerando em conjunto os FFG e as variáveis ambientais reforçou um agrupamento maior dos riachos florestados, influenciados por menores valores de substrato fino e vegetação nas margens. Os maiores valores destas duas variáveis determinaram o agrupamento da maioria dos riachos de pastagem e estiveram associados com a maior presença de filtradores, predadores e coletores. Os raspadores estiveram relacionados com a combinação de maiores valores de oxigênio e menores de sólidos totais dissolvidos e os fragmentadores, com os menores valores de sólidos totais dissolvidos. Assim, a abordagem funcional utilizada no presente trabalho permitiu comprovar a propriedade do uso de macroinvertebrados como indicadores ecológicos da qualidade do habitat em função do nível de preservação da mata ripária, quando analisados em conjunto com variáveis do ambiente direta ou indiretamente relacionadas com os mecanismos de coleta do alimento. Uma forte relação entre riachos com retirada da mata ripária e algumas características do habitat relacionadas com perda de qualidade ambiental, como menor entrada de material alóctone e maior de substrato fino, pode ser estatisticamente comprovada.

Palavras-chave: abordagem funcional, indicador biológico, insetos aquáticos, invertebrados aquáticos.

ABSTRACT

Benthic macroinvertebrates are commonly used as bioindicators of the habitat quality in streams. These studies may be carried out through analyzes with taxonomic or functional approach of the assemblage. In the functional approach, the classification of macroinvertebrates into Functional Feeding Groups (FFG) is based on the mechanisms of food´s apprehension and the resources consumed. This study aimed to verify the effect of the changes in riparian forest upon the structure of FFG in assemblages of benthic macroinvertebrates. We studied 36 streams, separated in three types of land use: with riparian forest on both banks (forest), with forest on one of the banks and pasture on another (intermediate) and without forest on both banks (pasture). The analysis of environmental variables showed a differentiation of the forest and most of the intermediate streams due to high values of allochthonous material and dissolved oxygen and low amounts of vegetation on the banks and unconsolidated substrate, when compared to pasture streams. The analysis of the abundance of the fauna in each FFG indicated a difference between types of land use only for gathering collectors, with significantly low abundance in forested streams when compared to pasture and intermediate ones. On the other hand, analysis applied to the presence-absence data showed distinction between land uses only for predators, indicating significant difference in the composition of forest and pasture streams. The analysis of the differentiation of land uses considering the FFG and the environmental variables together reinforced a larger grouping of the forest streams, influenced by low values of unconsolidated substrate and vegetation on the banks. The highest values of these two variables determined the grouping of most of the pasture streams and were associated with the greater presence of filtering collectors, predators and gathering collectors. The scrapers were related to the combination of high oxygen values and low total dissolved solids and the shredders, with the lowest values of total dissolved solids. Thus, the functional approach used in this study allowed proving the property of using macroinvertebrates as ecological indicators of habitat quality according to the preservation of riparian forest, when analyzed together with environmental variables direct or indirectly related to the mechanisms of food acquisition. A strong relationship between streams with riparian forest absence and some habitat characteristics related to loss of environmental quality, such as low input of allochthonous material and high of unconsolidated substrate, could be statistically proven.

Key words: aquatic insects, aquatic invertebrates, biological indicator; functional approach.

APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O território brasileiro possui uma das mais amplas redes hidrográficas do planeta, constituída por um grande número de rios que são abastecidos por muitos riachos (Brasil 2006, Teodoro et al. 2007). Os riachos são ambientes aquáticos importantes nos quais há ciclagem de nutrientes e processamento de matéria orgânica, sendo essenciais para a manutenção da biodiversidade (Clarke et al. 2008). Estes ambientes possuem características físicas específicas, servindo como modelo em menor escala para estudos mais gerais e amplos sobre o impacto que mudanças ambientais podem causar nas comunidades aquáticas (Esteves e Aranha 1999). Além disso, esses corpos d´água funcionam como "coletores naturais da paisagem" e, portanto, sofrem mudanças de acordo com os usos do solo em seu entorno (Goulart e Callisto 2003).

No Estado de São Paulo, a rápida ocupação urbana e os diferentes usos do solo na agropecuária ao longo das últimas décadas geraram impactos diretos e indiretos nos recursos hídricos (Zanini 2000). Na região central do Estado, a devastação da vegetação nativa, principalmente a retirada da mata ripária, é um dos causadores de alterações na qualidade da água e na biodiversidade aquática (Goulart e Callisto 2003).

Diante da grande preocupação com a qualidade dos cursos d´água presentes em nossa região, conhecida pelos diversos usos do solo na agropecuária, o presente estudo procurou investigar algumas consequências que a retirada da mata ripária pode gerar no ambiente aquático, bem como na fauna de macroinvertebrados bentônicos. Este trabalho faz parte de uma pesquisa mais ampla que inclui também um estudo enfocando a ictiofauna nos mesmos riachos (Arruda 2017), tendo a tomada dos dados ambientais sido realizada em conjunto com este autor.

A dissertação está sendo apresentada numa forma mais compacta, seguindo 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.

Referências

Arruda, F.P.R. da, 2017. Influência da cobertura vegetal sobre a estrutura da ictiofauna de riachos da Bacia do Rio Paranapanema (Avaré, SP). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu.

Brasil, M. do M.A. 2006. *Caderno setorial de recursos hídricos: Agropecuária*.

Clarke, A., R. Mac Nally, N. Bond e P.S. Lake. 2008. Macroinvertebrate diversity in headwater streams: A review. *Freshw. Biol*. 53: 1707–1721.

Esteves, K.E. e J.M.R. Aranha. 1999. Ecologia trófica de peixes de riachos. *Oecologia Bras*. VI: 157–182.

Goulart, M.D.C., M. Callisto. 2003. Bioindicadores de Qualidade de Água como Ferramenta em Estudos de Impacto Ambiental. *Rev. da FAPAM.* 2: 153–164.

Teodoro, V.L.I., D. Teixeira, D.J.L. Costa e B.B. Fuller. 2007. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. *Rev. Uniara.* 20: 137–156.

Zanini, L.S.G. 2000. Impactos nos recursos hídricos causados por práticas agropecuárias. *Bol. Gaúcho Geogr*. 26: 216–225.

Referências

Allan, J.D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 257–284.

Anbumozhi, V., J. Radhakrishnan e E. Yamaji. 2005. Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations. *Ecol. Eng*. 24: 517–523.

Anderson, M.J., R.N. Gorley, e K.R. Clarke. 2008. *PERMANOVA+ for PRIMER: guide to Software and Statistical Methods*. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Barella, W., M. Petrere-Jr, W.S Smith e L.F.A Montag. 2000. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: R.R. Rodrigues e H.F. Leitão Filho (eds.), *Matas ciliares Conservação e Recuperação*. pp. 187–207.

Baptista, D.F., D.F. Buss, L.G. Dias, J.L. Nessimian, E.R. da Silva, A.H.A. de Moraes Neto, S.N. de Carvalho, M.A. de Oliveira e L.R. Andrade. 2006. Functional feeding groups of Brazilian Ephemeroptera nymphs: ultrastructure of mouthparts. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim*. 42(2): 87–96.

Brandimarte, A.L., G.Y. Shimizu, M. Anaya e M.L. Kuhlmann. 2004. Amostragem de invertebrados bentônicos. In: C.E.M. Bicudo e D.C. Bicudo. (org.), *Amostragem em limnologia*. São Carlos: Rima. Pp. 213–230.

Brasil, L.S., L. Juen, J.D. Batista, M.G. Pavan e H.S.R. Cabette. 2014. Longitudinal Distribution of the Functional Feeding Groups of Aquatic Insects in Streams of the Brazilian Cerrado Savanna. *Neotrop. Entomol*. 43: 421–428.

Bueno, A.A.P., G. Bond-Buckup e B.D.P. Ferreira. 2003. Estrutura da comunidade de invertebrados bentônicos em dois cursos d´água do Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev. Bras. Zool*. 20: 115–125.

Callisto, M., P. Moreno e F.A.R. Barbosa. 2001a. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Rev. Bras. Biol*. 61: 259–266.

Callisto, M., M. Moretti e M. Goulart. 2001b. Macroinvertebrados Bentônicos como Ferramenta para Avaliar a Saúde de Riachos. *Rev. Bras. Recur. Hídricos*. 6: 71–82.

Carvalho, E.M. De e V.S. Uieda. 2004. Colonização por macroinvertebrados bentônicos em substrato artificial e natural em um riacho da serra de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Rev. Bras. Zool*. 21: 287–293.

Casatti, L. 2010. Alterações no Código Florestal Brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotrop*. 10: 31–34.

Casatti, L., F.B. Teresa, T. Gonçalves-Souza, E. Bessa, A.R. Manzotti, C. da S. Gonçalves e J. de O. Zeni. 2012. From forests to cattail: how does the riparian zone influence stream fish? *Neotrop. Ichthyol*. 10: 205–214.

Castro, D.M.P. de, D.R. de Carvalho, P. dos S. Pompeu, M.Z. Moreira, G.B. Nardoto e M. Callisto. 2016. Land use influences niche size and the assimilation of resources by benthic macroinvertebrates in tropical headwater streams. *PLoS One*. 11: 1–19.

Cheshire, K., L. Boyero e R.G. Pearson. 2005. Food webs in tropical Australian streams: Shredders are not scarce. *Freshw. Biol*. 50: 748–769.

Clarke, K.R. e R.N. Gorley. 2006. *Primer v6: user manual/tutorial*.

Cummins, K.W. 1973. Trophic relations of aquatic insects. *Annu. Rev. Entomol*. 18: 183–206.

Cummins, K.W., M.A. Wilzbach, D.M. Gates, J.B. Perry e W.B. Taliaferro. 1989. Shredders and Riparian Vegetation. *BioScience*. 39(1): 24–30.

Cummins, K.W., R.W. Merritt e P.C Andrade. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Stud. Neotrop. Fauna Environ*. 40: 69–89.

Davies-Colley, R.J., C.W. Hickey, J.M. Quinn e P.A. Ryan. 1992. Effects of clay discharges on streams. 1. Optical properties and epilithon. *Hydrobiologia.* 248: 215–234.

Domínguez, E. e H.R. Fernández. 2009. *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos - Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina.

Fautin, D.G. e S.L. Romano. 1997. Cnidaria. Sea anemones, corals, jellyfish, sea pens, hydra. The Tree of Life Web Project, 1997. Disponível em: <http://tolweb.org/Cnidaria/2461/1997.04.24>. Acesso em: março de 2017.

Fierro, P., C. Bertrán, J. Tapia, E. Hauenstein, F. Peña-Cortés, V. Vergara, C. Cerna e L. Vargas-Chacoff. 2017. Effects of local land-use on riparian vegetation, water quality, and the functional organization of macroinvertebrate assemblages. *Sci. Total Environ*. 609: 724–734.

Fonseca, D.G. e M.O. Tanaka. 2015. Influence of an exotic grass on benthic macroinvertebrate communities in a tropical rural landscape. *Hydrobiologia*. 762: 239–251.

Fu, L., Y. Jiang, J. Ding, Q. Liu, Q-Z. Peng e M-Y. Kang. 2015. Impacts of land use and environmental factors on macroinvertebrate functional feeding groups in the Dongjiang River basin, southeast China. *J. Freshw. Ecol*. 31: 21–35.

Gonçalves, J.F., M.A.S. Graça e M. Callisto. 2006. Leaf-litter breakdown in 3 streams in temperate, Mediterranean, and tropical Cerrado climates. *J. North Am. Benthol. Soc*. 25: 344–355.

Guetti, P.F. 1986. *I macroinvertebrati nell'analisi di qualitá dei corsi d'acqua: manuale di applicazione*. S. Michele all'Adige.

Hepp, L.U. e S. Santos. 2009. Benthic communities of streams related to different land uses in a hydrographic basin in southern Brazil. *Environ. Monit. Assess*. 157: 305–318.

Hintz, W.D. e T. Wellnitz. 2013. Current velocity influences the facilitation and removal of algae by stream grazers. *Aquat. Ecol*. 47: 235–244.

Irons III, J.G., M.W. Oswood, R.J Stout e C.M. Pringle. 1994. Latitudinal patterns in leaf litter breakdown: Is temperature really important? *Freshw. Biol*. 32: 401–411.

Jackson, D.A. 1993. Stopping Rules in Principal Components Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches. *Ecology*. 74: 2204–2214.

Kuhlmann, M.L., G. Johnscher-Fornasaro, L.L. Ogura e H.R.V. Imbimbo. 2012. *Protocolo para o biomonitoramento com as comunidades bentônicas de rios e reservatórios do Estado de São Paulo*. São Paulo: CETESB.

Lopretto, E.C. e G. Tell. 1995. *Ecossistemas de aguas continentales: metodologias para su estudio*. Argentina

Menezes, S., D.J. Baird e A.M.V.M. Soares. 2010. Beyond taxonomy: A review of macroinvertebrate trait-based community descriptors as tools for freshwater biomonitoring. *J. Appl. Ecol*. 47: 711–719.

Merritt, R.W. e K.W. Cummins. 1984. *An introduction to the aquatic insects of North America*. Kendall/Hunt, Dubuque.

Milesi, S.V., S. Dolédec e A.S. Melo. 2016. Substrate heterogeneity influences the trait composition of stream insect communities: an experimental in situ study. *Freshw. Sci*. 35: 1321–1329.

Mugnai, R., J.L. Nessimian e 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.

Nakova, E., F.E. Linnebank, B. Bredeweg, P. Salles e Y. Uzunov. 2009. The river Mesta case study : A qualitative model of dissolved oxygen in aquatic ecosystems. *Ecol. Inform.* 4: 339–357.

Oksanen, J., R. Kindt, P. Legendre, B. O´Hara, G.L. Simpson, P. Solymos, M.H.H. Stevens e H. Wagner. 2013. *Vegan: community ecology package*. Version 2.4-3. R Project for statistical computing.

Oliveira, P.C. dos R., M.G. Nogueira e L.P. Sartori. 2014. Differential environmental impacts on small and medium size rivers from center of São Paulo State, Brazil, and regional management perspectives. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 26(4): 404-419.

Oliveira, A.L.H. de e J.L. Nessimian. 2010. Spatial distribution and functional feeding groups of aquatic insect communities in Serra da Bocaina streams, southeastern Brazil. *Acta Limnol. Bras*. 22: 424–441.

Palmer, C., J. Keeffe e A. Palmer. 1993. Macroinvertebrate functional feeding groups in the middle and lower reaches of the Buffalo River, eastern Cape, South Africa. II. Functional morphology and behaviour. *Freshw. Biol*. 29: 455–462.

Patrick, R. e D.M. Palavage. 1994. The Value of Species as Indicators of Water Quality. *Acad. Nat. Sci*. 145: 55–92.

Pennak, R.W. 1978. *Fresh-water invertebrates of United States*. John Wiley & Sons, New York.

R Development Core Team. 2016. *R: A language and environment for statistical computing*.

Ramirez, A. e P.E. Gutiérrez-Fonseca. 2014. Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America : A critical analysis and review of existing literature. *Rev. Biol. Trop.* 62: 155–167.

Rier, S.T. e D.K. King. 1996. Effects of inorganic sedimentation and riparian clearing on benthic community metabolism in an agriculturally-disturbed stream. *Hydrobiologia.* 339: 111–121.

Rosemond, A.D., C.M. Pringle e A. Ramírez. 1998. Macroconsumer effects on insect detritivores and detritus processing in a tropical stream. *Freshw. Biol*. 39: 515–523.

Schwoerbel, J. 1975. *Métodos de hidrobiologia*. H. Blume ediciones, Madrid

Shaftel, R.S., R.S. King e J.A. Back. 2011. Breakdown rates, nutrient concentrations, and macroinvertebrate colonization of bluejoint grass litter in headwater streams of the Kenai Peninsula, Alaska. *J. North Am. Benthol. Soc*. 30: 386–398.

Shimano, Y., F.F. Salles, L.R.R. Faria, H.S.R. Cabette e D.S. Nogueira. 2012. Distribuição espacial das guildas tróficas e estruturação da comunidade de Ephemeroptera (Insecta) em córregos do Cerrado de Mato Grosso, Brasil. *Iheringia Série Zool*. 102: 187–196.

Silveira, M.P., D.F. Buss, J.L. Nessimian e D.F. Baptista. 2006. Spatial and temporal distribution of benthic macroinvertebrates in a Southeastern Brazilian river. *Braz. J. Biol*. 66: 623–632.

Suriano, M.T. e A.A. Fonseca-Gessner. 2004. Chironomidae (Diptera) Larvae in streams of Parque Estadual de Campos do Jordão, São Paulo state, Brazil. *Acta Limnol. Bras*. 16: 129–136.

Torres, S.H.S. e D.L.M.C. Resende. 2012. Distribuição temporal e espacial de Plecoptera em um córrego no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Sul de Minas Gerais. *Enciclopédia Biosf.* 8: 1189–1200.

Uieda, V.S. e R.L. Motta. 2007. Trophic organization and food web structure of southeastern Brazilian streams: a review. *Acta Limnol. Bras*. 19: 15–30.

Vannote, R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, J.R. Sedell e C.E. Cushing. 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*. 37: 130–137.

Vasconcelos, M. de C. e A.S. Melo. 2008. An experimental test of the effects of inorganic sediment addition on benthic macroinvertebrates of a subtropical stream. *Hydrobiologia*. 610: 321–329.

Wantzen, K.M. 2006. Physical pollution: Effects of gully erosion on benthic invertebrates in a tropical clear-water stream. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst*. 16: 733–749.

Wantzen, K.M. e R. Wagner. 2006. Detritus processing by invertebrate shredders: a neotropical – temperate comparison. *J. North Am. Benthol. Soc*. 25: 216–232.

Wantzen, K.M., R. Wagner, R. Suetfeld e W.J. Junk. 2002. How do plant–herbivore interactions of trees influence coarse detritus processing by shredders in aquatic ecosystems of different latitudes? *Verh. Internat. Verein. Limnol*. 28: 815–821.