



EFEITOS DO USO DO SOLO NA DIVERSIDADE DE MACROINVERTEBRADOS AQUÁTICOS DA BACIA DO RIO PANDEIROS, MG

L. D. S. Durães¹

L. J. Matias¹; R. S. Rezende¹; M. A. Z. Borges¹; A. M. Santos¹; J.F.G Júnior²; F. A. Esteves³

1-Universidade Estadual de Montes Claros, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Departamento de Biologia Geral, Av. Ruy Braga, s/n Vila Mauricéia, Montes Claros, MG, Brasil. 2 - Universidade de Brasília³ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos recebem material (sedimento, matéria orgânica, dentre outros) toda sua bacia de drenagem, refletindo o uso e ocupação do solo nas áreas vizinhas (Callisto *et al.*, 002; Goulart e Callisto, 2003). Em decorrência disso, a hidrologia, biodiversidade e o funcionamento dos corpos d'água têm sido constantemente ameaçados pelo uso e ocupação do solo no seu entorno (Allan *et al.*, 1997; Sponseller e Benfield, 2001), especialmente com a alteração humana (Allan *et al.*, 1997; Allan, 2004). Esses distúrbios resultam primeiramente na perda de vegetação ripária e sedimentação, reduzindo a qualidade da água e a retenção de nutrientes (Harding *et al.*, 1998; Sponseller e Benfield, 2001). Por conseguinte, há um decréscimo na qualidade da água e na biodiversidade natural nesses rios (Gage *et al.*, 004; Harding *et al.*, 1998; Karr, 1991, Callisto *et al.*, 001; Goulart e Callisto, 2003; Heino *et al.*, 003; Lévêque *et al.*, 005; Machado, 2003; Moulton e Souza, 2006; Naeem *et al.*, 1999).

Esses impactos na biodiversidade aquática afetam, em especial, as comunidades de macroinvertebrados (Moreno *et al.*, 008), uma vez que elas são fortemente associadas com os parâmetros químicos (Gage *et al.*, 004), físicos e biológicos do ambiente (Arscott *et al.*, 005). São, portanto, sensíveis às variações no seu ambiente, podendo responder rapidamente a um largo espectro de tipos e níveis de agentes estressores, inclusive às perturbações decorrentes do uso do solo no entorno da bacia (Barbour *et al.*, 1999; Gage *et al.*, 004; Iliopoulou - Georgudaki *et al.*, 003; Lévêque *et al.*, 005; Yoshimura, 2006).

Como resultado desses distúrbios, há uma redução da habilidade desses ecossistemas de desenvolver inúmeras funções, uma vez que os macroinvertebrados influenciam na ciclagem dos nutrientes, na decomposição de detritos e no fluxo de energia (Covich *et al.*, 1999).

O norte de Minas está inserido em uma região de especial interesse em estudos de biodiversidade, uma vez que engloba ambientes como o cerrado, a caatinga, as florestas

secas decíduais. Nessa região, localiza-se a APA Rio Pandeiros, que abriga a Bacia do Rio Pandeiros, importante tributário do Rio São Francisco. Apesar desta importância, existem poucos estudos realizados, especialmente que visem a avaliação do efeito do uso e ocupação do solo nas comunidades de macroinvertebrados.

OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso do solo na diversidade de macroinvertebrados aquáticos na Bacia do Rio Pandeiros (APA Rio Pandeiros), sediada no município de Januária, MG.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A Área de Proteção Ambiental Bacia do Rio Pandeiros (14° 30'-15° 40' S; 45° 30'-44° 10' W) localiza-se na margem esquerda do médio curso do rio São Francisco, no extremo norte de Minas Gerais. Compreende parte dos municípios de Bonito de Minas, Cônego Marinho e Januária. Possui uma área de 380.000 ha com a tipologia florestal predominante de Cerrado e Mata Seca e em menor proporção Veredas e Pântano. O clima predominante é o Semi-árido, com temperatura variando entre 18 e 35 °C.

Coleta de dados

Foram amostrados 20 trechos contemplando ambientes de influência antrópica e ambientes naturais na bacia do Rio Pandeiros, nos meses de fevereiro, maio, setembro e novembro de 2008. Ao redor de cada trecho foi observado o padrão de uso do solo, estimando a proporção dos seguintes tipos de uso: pastagens e/ou campos, uso residencial, uso comercial e matas.

As coletas dos macroinvertebrados foram realizadas com rede em "D" durante 10 minutos por pessoa em cada trecho. Os indivíduos coletados foram acondicionados em re-

cupientes plásticos, fixados com solução de etanol 70% e levados para o laboratório para posterior triagem e identificação até o menor nível taxonômico possível segundo Pérez (1988), Merritt e Cummins (1996).

Para analisar a diversidade de *taxa* foi medida a riqueza e a equitabilidade de Pielou de cada amostra. No caso de estudos em que se necessita de um valor resposta, a ser modelado segundo um ou mais preditores, Melo (2008) sugere o uso separado de riqueza de espécies e de equitabilidade. Um dos maiores problemas no uso de índices de diversidade é a falta de critérios para a escolha. Além disso, o padrão de diversidade obtido pode depender da escolha de um determinado índice.

Análise estatística

O efeito dos diferentes tipos de uso do solo (variáveis independentes) sobre a riqueza e equitabilidade de Pielou (variáveis dependentes) foi analisado com a realização de Regressões Múltiplas no software R Development Core Team (2008). A distribuição de erros de ambas as variáveis independentes foi normal.

A influência dos tipos de uso de solo sobre as comunidades de macroinvertebrados foi quantificada pela Análise de Correspondência Canônica (CCA) utilizando o programa PCOrd. Para esta análise, a matriz biótica foi logaritimizada.

RESULTADOS

Durante todo o período amostral foram coletados 37447 indivíduos distribuídos em 64 *taxa*. As famílias mais representativas foram: Baetidae (Ephemeroptera), com 5970 indivíduos capturados em todo o período amostrado e Chironomidae (Diptera), com 5921 indivíduos.

Os resultados mostraram a importância do uso do solo na estruturação de comunidades de macroinvertebrados aquáticos na bacia do rio Pandeiros. A equitabilidade variou em função da proporção de matas ($P < 0,05$; $F = 4,90$), pastagens ($P < 0,05$; $F = 5,73$), uso residencial ($P < 0,05$; $F = 5,26$) e comercial ($P < 0,05$; $F = 5,80$) do solo. Com o aumento da proporção de matas e pastagens e diminuição da proporção do uso comercial e residencial do solo foi notado um aumento da equitabilidade. A riqueza de *taxa* de macroinvertebrados foi independente do tipo de uso do solo. A variância total das assembleias de invertebrados na CCA foi de 1,6142. As três primeiras correlações entre os dados das assembleias e os dados abióticos foram 0,755, 0,757 e 0,649, respectivamente, e os dois primeiros eixos foram significativos. A proporção de matas foi correlacionada negativamente com o primeiro e o segundo eixo. A proporção de pastagens e residências foi correlacionada positivamente com o segundo eixo, sendo que, em relação ao segundo eixo, pastagens e residências foram correlacionadas positivamente e negativamente, respectivamente. Dessa forma, foi observado que as famílias que mais se associaram com a proporção de matas foram as seguintes: Gelasatoridae, Psephenidae, Scirtidae, Nepidae, Leptohlebiidae, Copepoda, Hyalelidae, Perlidae, Simuliidae, Oligoneuridae, Dixidae. As famílias que mais se associaram com aumento na proporção de pastagens foram: Helotrephidae,

Corixidae, Tabanidae, Ditscidae, Belostomatidae, Chironomidae, Culicidae, Calopterigidae, Aeshinidae, Ceratopogonidae, Hydrophilidae, Heliopschidae. Enquanto que as famílias que mais se associaram com aumento na proporção de residências foram: Tipulidae, Hebridae, Gastropoda, Coenagrionidae, Bivalvia.

As famílias mais sensíveis a alterações no habitat ocorreram mais em locais preservados, com maior proporção de matas ciliares. Enquanto que em trechos da bacia no qual o solo foi alterado pelo homem, foi observada maior abundância de famílias resistentes a poluição.

Uma das conseqüências da ocupação do uso do solo pelo homem é o aumento da sedimentação. A sedimentação tem uma forte relação com o declínio da biodiversidade aquática. Altos níveis desses impactos no solo da zona ripária podem resultar em uma redução do número total e da riqueza de famílias de insetos, bem como diminuição da abundância de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) sensíveis à poluição (Gage *et al.*, 004).

Os valores riqueza e equitabilidade estão relacionados com os resultados de Rezende *et al.*, (trabalho não publicado), que utilizaram macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores para avaliar a condição ecológica dos mesmos trechos amostrados neste estudo. Em geral, a diminuição da diversidade está associada com o grau de preservação do ambiente. A Nascente do balneário, que apresentou baixa diversidade, foi classificada no mesmo trabalho como trecho alterado. Os demais trechos com alta diversidade e riqueza, exceto Rio Pandeiros (Foz), foram classificados como trechos naturais.

Em locais com perturbações antrópicas, as comunidades de macroinvertebrados perdem as condições naturais ideais para o seu desenvolvimento. Nesses locais, as espécies sensíveis à poluição ou são eliminadas ou ocorrem em números reduzidos. Algumas famílias sensíveis a poluição encontradas na bacia do Rio Pandeiros foram Caenidae, Leptohyphidae, Leptohlebiidae, Oligoneuridae, Perlidae, Heliopsychidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Lepidoceridae, Polycentropodidae e Psephenidae. Entre os grupos de macroinvertebrados resistentes encontradas na bacia destacam - se: Chironomidae, Oligochaeta e Gastropoda.

O declínio da diversidade de espécies, fato não observado em nível de bacia, pode levar à redução nos níveis de funcionalidade do ecossistema como um todo. Isso é particularmente relevante para as mudanças ecológicas atuais, visto que a maior parte dos ecossistemas tem sido transformada em sistemas manejados, caracterizados pela dominância de poucas espécies. Portanto, a manutenção das condições naturais dos sistemas aquáticos tem uma importância marcante para determinar o aumento na diversidade dos macroinvertebrados aquáticos (Heino *et al.*, 003; Moreno *et al.*, 008b), com conseqüente manutenção da integridade ambiental dos ecossistemas.

CONCLUSÃO

Foi possível notar a importância do tipo de uso do solo para a comunidade de macroinvertebrados aquáticos. O presente estudo permite o reconhecimento do estado da diversidade de alguns trechos da bacia, o que se traduzirá, ao final do

projeto, em dados para implementação de políticas e medidas de conservação da APA Rio Pandeiros.

(Agradecemos ao Programa CT - Hidro/CNPq pelo apoio financeiro e ao Instituto Estadual de Floresta (IEF) pela oportunidade de desenvolver este trabalho e pelo suporte logístico na Área de Preservação Ambiental do Rio Pandeiros.)

REFERÊNCIAS

Allan, J.D.; Erickson, D.L.; Fay, J. 1997. The influence of catchment land use on stream integrity across multiple spatial scales. *Freshwater Biology*, **37**: 149 - 161.

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

Arscott, D.B.; Tockner, K.; Ward, J.V. 2005. Lateral organization of aquatic invertebrates along the corridor of a braided floodplain river. *J. N. American Benthological Society*, **24**: 934-954.

Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D.; Stribling, J.B. 1999. *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. 2ª ed. Washington: Office of Water, EPA 841 - B - 99 - 002. U.S. Environmental Protection Agency, p. 339.

Callisto, M.; Ferreira, W.; Moreno, P.; Goulart, M.D.C.; Petrucio, M. 2002. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG - RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, **14**: 91 - 98.

Callisto, M.; Moretti, M.; Goulart, M. 2001. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **1**: 71 - 82.

Covich, A.P.; Palmer, M.A.; Crowl, T.A. 1999. The role of benthic invertebrate species in freshwater ecosystems. *Bioscience*, **49**:119-125.

Gage, M.S.; Spivak, A.; Paradise, C.J. 2004. Effects of Land Use and Disturbance on Benthic Insects in Headwater Streams Draining Small Watersheds north of Charlotte, NC. *Southeastern Naturalist*, **3**: 345 - 358.

Goulart, M.; Callisto, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. *Revista da FAPAM*, **2**: 153 - 164.

Harding, J.S.; Benfield, E.F.; Bolstad, P.V.; Helfman, G.S.; III Jones, E.B.D. 1998. Stream biodiversity: The ghost of land use past. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **95**: 14843-14847.

Heino, J.; Muotka, T.; Paavola, R. 2003. Determinants of macroinvertebrate diversity in headwater streams: regional and local influences. *Journal of Animal Ecology*, **72**: 425-434.

Iliopoulou - Georgudaki, J.; Kantzaris, V.; Katharios, P.; Kaspiris, P.; Georgiadis, T.; Montesantou, B. 2003. An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece). *Ecological Indicators*, **2**: 345-360.

Karr, J.R. 1991. Biological integrity: A long neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications*, **1**:66-84.

Lévêque, C.; Balian, E.V.; Martens, K. 2005. An assessment of animal species diversity in continental waters. *Hydrobiologia*, **542**: 39-67.

Machado, C.J.S. 2003. O preço da água. *Revista Ciência Hoje*, **192**: 66 - 67.

Melo, A. S. 2008. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? *Biota Neotrop.*, **8**: 21 - 27.

Merritt, R.W. e Cummins, K.W. 1996. An introduction to the aquatic insects of North America. 3ª ed. Dubuque: Kendall/Hunt, p. 722.

Moreno, P. 2008. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio das Velhas, MG. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG. (Tese de Doutorado)

Moulton, T.P.; Souza, M.L. 2006. Conservação com base em bacias hidrográficas. In: Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G.; Alves, M. A. S.; Sluys, M. V., (orgs.) *Biologia da Conservação Essências*. São Paulo: Editora Rima, p. 588.

Naeem, S.; Chapin III, F.S.; Costanza, R.; Ehrlich, P.R.; Golley, F.B.; Hooper, D.U.; Lawton, J.H.; Neill, R.V.O.; Mooney, H.A.; Sala, O.E.; Symstad, A.J.; Tilman, D. 1999. Biodiversity and Ecosystem Functioning: Maintaining Natural Life Support Processes. *Issues in Ecology*, **4**: 1 - 14.

Pérez, G.R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. 1.ed. Bogotá: Editorial Presencia Ltda, p. 217.

Postel, S.; Carpenter, S. 1997. Freshwater Ecosystem Services. In: DAILY, G. C., (ed.). *Nature's Services*. Washington: Island Press, p. 392.

Rezende R.S.; Santos A.M.; Gonçalves J.F.JR.; Borges M.A.Z.; Esteves F.A.; Durães, L. D. S.; Matias, L. J. Avaliação Ambiental da Bacia do Rio Pandeiros Utilizando Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade Água (trabalho não publicado).

Sponseller, R.A.; Benfield, E.F. 2001. Influences of Land Use on Leaf Breakdown in Southern Appalachian Headwater Streams: A Multiple - Scale Analysis. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, **20**: 44 - 59.

Yoshimura, C.; Tockner, K.; Omura, T.; Moog, O., 2006. Species diversity and functional assessment of macroinvertebrate communities in Austrian rivers. *Limnology*, **7**: 63-74.