Barreiras físicas e velocidade de água influenciam a riqueza de invertebrados no fundo de um córrego no Parque Estadual do Rio Preto?

Gabriel Estevão Nogueira Aguila[1] , Matteus Carvalho Ferreira[1], Catarina Dias de Freitas[2], Raphael Henrique Novaes[3] , Gisele Moreira dos Santos[4], Marcos Callisto[5]

Resumo

Foram testadas as hipóteses de que a presença de barreiras físicas (i) e menor velocidade de água (ii) influenciam a retenção de folhas e a riqueza de macroinvertebrados bentônicos (iii) em um riacho no Parque Estadual do Rio Preto. Avaliou-se métricas de habitat físico, transporte e retenção de folhas, além da riqueza de macroinvertebrados em bancos de folhas depositados no fundo de um riacho. A presença de barreiras físicas influenciou positivamente a retenção de folhas, o que não aconteceu com a velocidade da água. Não houve influência do número de folhas depositadas nas áreas de retenção sobre a riqueza de macroinvertebrados. Barreiras físicas são importantes para a dinâmica de matéria orgânica alóctone e manutenção de zonas ripárias influenciando o funcionamento de riachos de cabeceira.

Palavras chave: macroinvertebrados bentônicos, cerrado, matéria orgânica alóctone, riachos de cabeceira, retenção foliar.

Abstract

We tested the hypotheses that the presence of physical barriers (i) and lower water velocity (ii) influence leaf retention and benthic richness (iii) in a headwater stream at the Rio Preto State Park. We evaluated physical habitat metrics, leaf transport and retention, and macroinvertebrate richness in leaf banks deposited at the stream bottom. The presence of physical barriers positively influenced leaf retention, but not water velocity. There was no influence of the number of leaves deposited in the retention areas on the richness of macroinvertebrates. Physical barriers are important for the dynamics of allochthonous organic matter and maintenance of riparian zones influencing the functioning of headwater streams.

Keywords: benthic macroinvertebrates, cerrado, allochthonous organic matter, headwater streams, leaf retention.

[1]Mestrando em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mails: gabrielnaguila@gmail.com, matteuscarvalho.bio@gmail.com.

[2]Doutoranda em Ciências biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas,Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mail: cattyeco@yahoo.com.br.

[3]Mestrando em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Viçosa, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Av. Peter Henry Rolfs s/n, CEP 36570-900, Viçosa, MG, Brasil. E-mail: rhnsra@hotmail.com.

[4]Mestre em Ciências Biológicas (Ecologia), Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre; e-mail: giselem@gmail.com.

[5]Prof. Titular na Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre, Av. Antônio Carlos, 6627, CP 486, CEP: 30161-970, Belo Horizonte, MG, Brasil. laboratório de Macroinvertebrados Bentônicos; site: http://lebufmg.wix.com/bentos

Introdução

Riachos de cabeceira sombreados por matas ciliares têm sua dinâmica dependente do aporte de detritos de folhas de espécies da vegetação ripária (OLIVEIRA A. A.; HENRY, R. 2002; REZENDE *et al.*, 2018). Essas folhas são levadas pela correnteza do riacho e retidas por barreiras físicas, como pedras, galhos e macrófitas ou depositam-se em remansos onde a velocidade da água é menor (CANHOTO; GRAÇA, 1998). O acúmulo de folhas no fundo favorece inúmeros grupos de macroinvertebrados bentônicos que as utilizam como abrigo, alimentam-se diretamente nos bancos de folhas ou de partículas finas aderidas (GRAÇA, 2001). Entretanto, os bancos de detritos foliares não se distribuem de forma homogênea no fundo de riachos de cabeceira, sendo observados locais com diferentes tamanhos e quantidades de detritos acumulados. A heterogeneidade ambiental influencia diretamente a distribuição espacial de invertebrados associados (BOYERO *et al.*, 2012).

Objetivado avaliar a relação entre a presença de barreiras físicas e velocidade da água com a riqueza de invertebrados aquáticos em folhiço no fundo de um riacho de cabeceira, foram testadas três hipóteses: (i) a presença de barreiras aumenta a retenção de detritos foliares, (ii) a menor velocidade da água afeta negativamente a retenção de detritos e (iii) a retenção de detritos influencia positivamente a riqueza de macroinvertebrados associados.

Material e métodos

Área de estudo

Realizou-se este estudo no córrego Boleiras (18°05'18''S; 43°21'06''W), bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha, localizado no Parque Estadual do Rio Preto (PERPreto), porção norte da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais, na altitude de 800 m, onde domina fitofisionomia vegetal de cerrado (FIGURA 1). O parque é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, com uma extensão de 12.185 hectares, sendo 65% coberto por campos rupestres e campos limpos e 25% de Cerrado *stricto sensu* e floresta estacional (STCP/IEF, 2004).

O córrego Boleiras pertence à sub-bacia do Rio Preto, que por sua vez é afluente do Rio Araçuaí e ambos estão inseridos na bacia hidrográfica do Rio Jequitinhonha (IEF, 2004). O solo predominante na rede de drenagem do parque é o Neossolo Flúvico (IEF, 2010) e o clima é definido como AW (com inverno seco) pelo sistema de classificação de Köppen-Geiger, no qual a média anual pluviométrica é de 223,19 mm3 e temperaturas médias anuais em torno de 18°C (ALVARES *et al*., 2014; IEF, 2004; CORREIA, 2015).

Para caracterização do riacho foi aplicado um protocolo de avaliação rápida (CALLISTO *et al.*, 2002), que o classificou como bem preservado (91 pontos) (FIG. 1B). Este estudo foi apoiado pela Licença de Pesquisa do IEF-MG (IEF: 063/2018) e Licença Permanente SISBio para MC (Nº 10635-2).

Figura 1A e B – Área de estudo

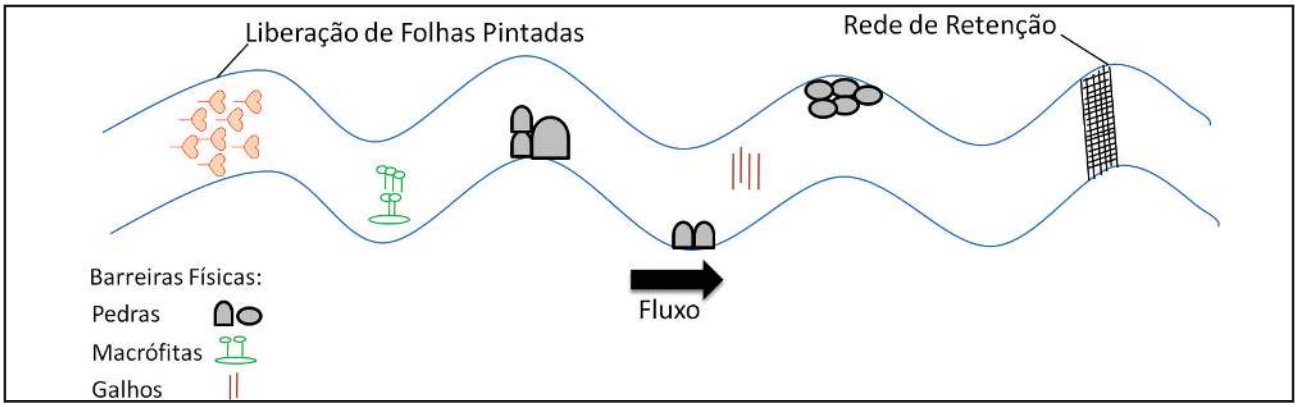


Legenda: A) Localização do Córrego Boleiras, localizado (círculo no alto do mapa) no PERPreto;
B) Mata ripária bem preservada do córrego estudado.
Fonte: 1A – Adaptado do Instituto Pristino, 2018
1B – Fotografia de Matteus Carvalho Ferreira

Transporte e retenção de detritos foliares

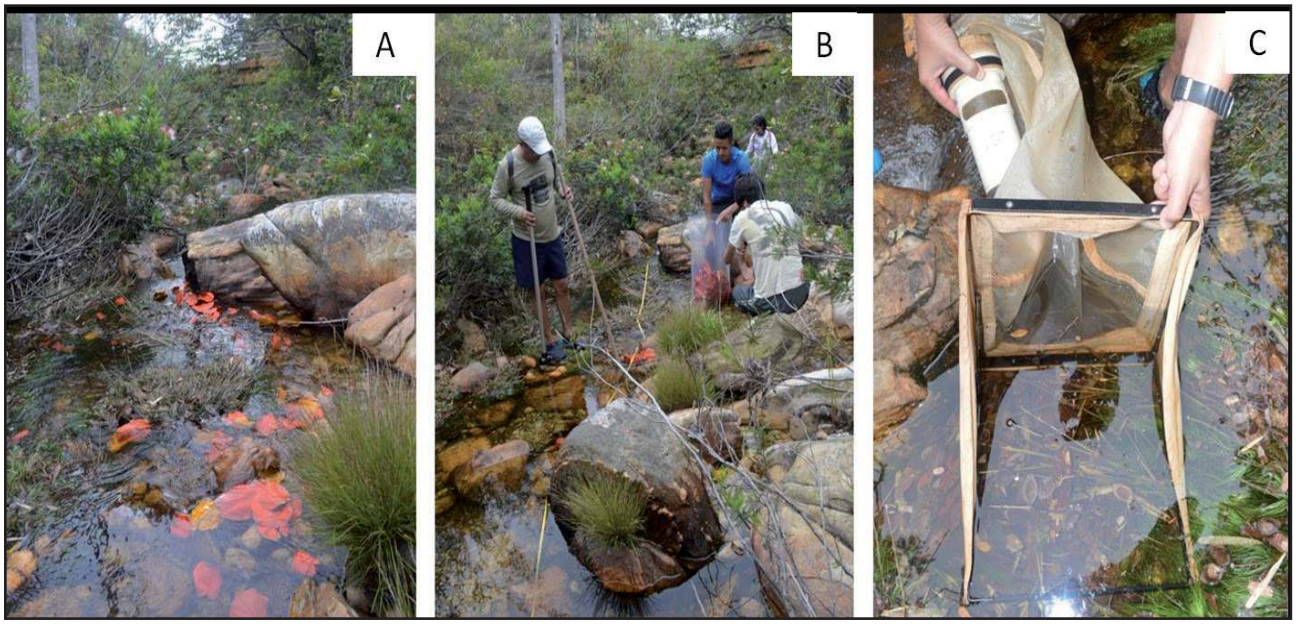
Para testar se a velocidade da água e a presença de barreiras físicas afetam a retenção de folhas, foi realizado um experimento *in situ* com folhas da espécie *Bauhinia forficata* Link marcadas de vermelho e liberadas na superfície do córrego durante uma hora, Figura 2, baseado na metodologia descrita por Elosegui (2005). Foram liberadas 100 folhas, Fotografia 1A, em um trecho de 20 m e avaliadas métricas de habitat físico (velocidade com fluxômetro, modelo Globalwater e presença de barreiras) nos locais em que as folhas ficaram retidas (FIGURA 1B). O experimento de transporte e retenção foliar foi realizado no período seco (setembro de 2012 e setembro de 2018) em 4 trechos diferentes dentro do mesmo riacho. 3 trechos foram amostrados em setembro de 2012 e 1 trecho foi amostrado em setembro de 2018, como atividade de curso de campo

Figura 2 - Representação esquemática da diversidade de habitats no trecho estudado - 20m, durante o experimento de transporte e retenção de folhas no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto, MG



Fonte: Elaborado por Gabriel Estevão Nogueira Aguila

Fotografia1 - Teste com folhas de *Bauhinia forficata*



Legenda: A) folhas pintadas de vermelho com tinta atóxica utilizadas para o experimento de transporte;
B) mensuração de métricas de *habitat* físico (profundidade, presença de barreiras e velocidade da água);
C) coleta de bancos de folhas com coletor tipo Surber

Fonte: Fotografias de Matteus Carvalho Ferreira

Macroinvertebrados bentônicos associados a bancos de folhas

Para testar a hipótese de que bancos de folhas no fundo do riacho influenciam a riqueza de macroinvertebrados, foram amostrados arbitrariamente 10 locais em um trecho de 20 m utilizando um amostrador do tipo Surber (30 x 30 cm, malha 250 µm) (FOTOGRAFIA 1C). Os detritos de folhas e macroinvertebrados foram triados e quantificados em campo. Os macroinvertebrados foram identificados ao nível taxonômico de ordem ou gênero, quando possível e classificados em grupos tróficos funcionais (HAMADA *et al.*, 2018). Para mensurar a riqueza, foi considerado apenas o número de ordens encontradas.

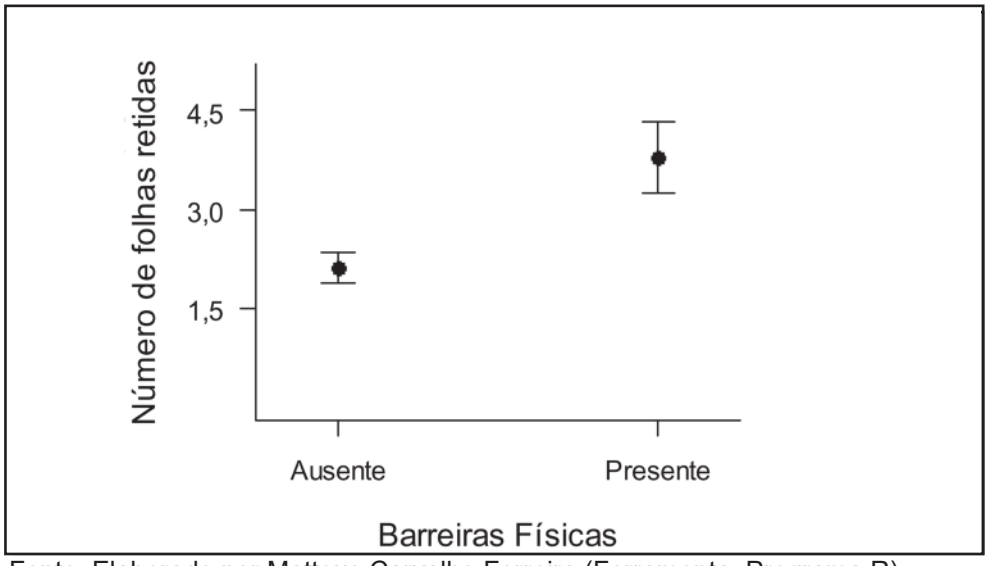
Análise de dados

Para testar as hipóteses 1 (a presença de barreiras aumenta a retenção de detritos foliares) e 2 (a menor velocidade da água afeta negativamente a retenção de detritos), realizou-se análises de modelo misto de tipo GLMM com distribuição *Poisson*. Nessas análises utilizou-se modelos com as variáveis de interesse presença ou ausência de barreiras, velocidade da água e número de folhas retidas, onde a variação entre as quatro repetições (experimentos) foram controladas. Por fim, para testar a hipótese 3 (a retenção de detritos influencia positivamente a riqueza de macroinvertebrados associados), realizou-se uma análise de regressão linear entre o número de folhas retidas e a riqueza de macroinvertebrados. As análises estatísticas foram realizadas no programa R (R, 2018) com os pacotes lme4 (BATES, 2015) e sciplot (MORALES, 2017).

Resultados

Os dados coletados no trecho do córrego Boleiras (número de folhas retidas, velocidade da água e presença ou ausência de barreiras) estão agrupados e podem ser consultados na Tabela 1 (Anexo), assim como, a relação da quantidade de folhas com a riqueza de invertebrados encontrados estão agrupados e podem ser consultados na Tabela 2 (Anexo). No córrego Boleiras foram encontradas diferentes barreiras físicas responsáveis pela retenção de folhas, incluindo galhos, pedras e bancos de macrófitas. Observou-se aumento de 81% na retenção de folhas comparando locais com barreiras (média de 3,8 ± 4,93 folhas) e sem barreiras (média de 2,1 ± 1,97 folhas) (X^2= 19,82; gl = 1; p < 0,001) (FIGRURA. 3).

Figura 3 - Presença e ausência de barreiras físicas influenciando a quantidade de folhas retidas



Fonte: Elaborado por Matteus Carvalho Ferreira (Ferramenta: Programa R)

A velocidade da água não influenciou a retenção de folhas (gl = 1; X^2 = 1,57; p = 0,20). O trecho de córrego possui baixa velocidade de água (0,1 ± 0,18 m/s) entre os habitats remanso e corredeiras, sendo 96% das medições de velocidade de água menor 0,5 m/s (máximos entre 0,6 e 1,17 m/s).

Nas amostragens de bancos de folhas depositados no leito do riacho para mensurar a riqueza de macroinvertebrados bentônicos, foram encontradas 7 ordens: Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Trichoptera e Diptera. Estes organismos foram classificados em fragmentadores (Trichoptera-Calamoceratidae: *Phylloicus*, Ephemeroptera-Polymitarcidae: *Campylocia*), coletores-catadores (Diptera: Chironomidae), raspadores (Ephemeroptera: Baetidae) e predadores (Odonata e Megaloptera) (FOTOGRAFIA 2). Não houve influência do número de folhas depositadas no fundo do riacho sobre a riqueza de macroinvertebrados associados, sendo a regressão linear não significativa (F(1,8) = 0,34; p = 0,574) (TABELA 2, ANEXO B).

Fotografia 2 – Exemplares de macroinvertebrados bentônicos coletados na área de estudo



Fonte: Fotografia de Matteus Carvalho Ferreira

Discussão

Barreiras físicas como blocos de pedra, galhos e macrófitas aquáticas são importantes para a retenção de detritos foliares que caem da mata ciliar, formando depósitos heterogêneos de bancos de folhas e criando diferentes habitats em riachos de cabeceira (ALAN; CASTILHO, 2007). A presença de barreiras físicas, e não a velocidade, explicam a retenção de detritos foliares no fundo do riacho Boleiras, um ecossistema preservado e em condição de referência no Parque Estadual do Rio Preto. A quantidade de folhas depositadas nos bancos de folhiço não explica a riqueza de macroinvertebrados bentônicos associados.

O resultado da aplicação do protocolo de avaliação rápida (CALLISTO *et al.*, 2002) e a elevada abundância de grupos de bioindicadores sensíveis a distúrbios por atividades humanas (p. ex. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), caracterizam o riacho Boleiras como bem preservado. Riachos de cabeceira em condições de referência apresentam maior disponibilidade de recursos, possibilitando o estabelecimento de diferentes grupos de macroinvertebrados bentônicos (MARTINS *et al.*, 2018). Apesar da elevada riqueza de ordens de insetos, a quantidade de folhas depositadas não explica os invertebrados associados que vivem no fundo do córrego Boleiras. Os detritos foliares de espécies de plantas oriundas da mata ciliar e as diferentes espécies vegetais apresentam concentrações distintas de C, N, P e compostos secundários que podem influenciar a qualidade dos detritos foliares

e, consequentemente, a fragmentação por invertebrados aquáticos (GRAÇA, 2001). Além disso, mudanças na composição de espécies ripárias alteram dramaticamente a disponibilidade, transporte e retenção de detritos foliares (FERREIRA *et al.*, 2019), favorecendo o aumento da produção primária autóctone por algas diatomáceas epibênticas (GRAÇA *et al.*, 2018) e a composição e estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos (CASTRO *et al.*, 2018).

Considerando que a composição de comunidades bentônicas é influenciada pela disponibilidade e tipos de recursos disponíveis (CASAS *et al.*, 2013; KOBAYASHI ; KAGAYA, 2002), variações na composição taxonômica entre habitats podem ser influenciadas por morfotipos foliares de diferentes espécies de plantas (CASAS *et al.*, 2013). A classificação dos detritos foliares em morfotipos distintos poderia melhor explicar a disponibilidade de abrigo e alimento para os macroinvertebrados no córrego Boleiras do que a simples contagem do número de folhas depositadas (BOYERO *et al.*, 2011).

Possivelmente, processos geomorfológicos de transporte de sedimentos e assoreamento por partículas finas, relacionados à inclinação das margens e processos erosivos, expliquem a relação entre habitats físicos e depósitos de detritos foliares no fundo do riacho Boleiras (GRAÇA *et al.*, 2004). A composição de espécies nativas de plantas na mata ciliar também poderia ser uma explicação para esta relação (CASAS *et al.*, 2013). Os resultados obtidos da relação entre barreiras físicas e retenção de folhas corroboraram com a hipótese I e permitiu comprovar a sua importância para a formação de depósitos de folhiços no fundo do riacho estudado no Parque Estadual do Rio Preto.

A variação da velocidade de água não influenciou a retenção de folhas no trecho analisado, refutando a hipótese II, apesar da velocidade da água ser um dos fatores responsáveis pela retenção de folhas (GRAÇA *et al.*, 2004). Isso pode ser explicado pela baixa variação dos valores de velocidade da água no trecho analisado, com maior número de trechos de remansos e águas calmas, e à baixa declividade do trecho (0,07 m/m), o que explicaria a baixa velocidade média das águas no córrego Boleiras.

O número de folhas depositadas nos bancos de folhiços não influenciou a riqueza taxonômica de macroinvertebrados observada entre diferentes *habitats* físicos, refutando a hipótese III, sugerindo que outros mecanismos ecológicos, como a qualidade dos detritos foliares e o condicionamento por microrganismos, poderiam explicar esta variação. Apesar de não ter sido encontrado relação entre quantidade de folhas nos bancos foliares e riqueza de macroinvertebrados associados, sabe-se que a diversidade de *habitats* no fundo de riachos influencia a composição taxonômica de macroinvertebrados bentônicos (KOBAYASHI; KAGAYA, 2002). A retenção de folhas com diferentes formatos e tamanhos oferece *microhabitats* e altera a disponibilidade de nichos, proporcionando condições para diferentes espécies associadas (ALAN; CASTILHO, 2007).

Considerações finais

Os resultados deste estudo contribuem para o conhecimento do funcionamento de riachos de cabeceira em condições de referência, assim como no Parque Estadual do Rio Preto, MG. A heterogeneidade espacial de barreiras físicas em riachos de cabeceira é importante para a disponibilidade de *habitats*, devendo ser incluídas em projetos de recuperação de *habitats* físicos em riachos. Além disso, ressalta-se que a maioria das Áreas Protegidas devem ser criadas ou implementadas objetivando a proteção dos ecossistemas aquáticos e sua biodiversidade (AZEVEDO-SANTOS *et al.*, 2018). Para tanto, deveriam ser observados os seguintes fatores para a criação ou manejo de unidades de conservação: (i) conservação e recuperação da composição original de espécies de plantas nativas em zonas ripárias; (ii) conservação e recuperação da diversidade de *habitats* físicos (p.ex. barreiras naturais) nos riachos; (iii) conservação da diversidade de organismos bioindicadores de qualidade de água e (iv) investimentos em atividades de educação ambiental (*citizen science*) e aulas práticas de alunos de ecologia (graduação e pós-graduação), com apoio do IEF, como o Curso de Campo em Ecologia realizado pelo Programa PG-ECMVS/UFMG, capacitando-os a realizar diagnósticos e monitoramentos de qualidade ecológica de riachos em unidades de conservação. Devido a amostragem desbalanceada reitera-se que estes dados não devem ser generalizados, pois correspondem ao contexto local do riacho Boleiras. Sugere-se a realização de experimentos de transporte e retenção foliar contemplando escalas temporais. Em síntese, os resultados do trabalho contribuem para subsidiar investimentos para conservação e recuperação de recursos hídricos na bacia do rio Jequitinhonha no estado de Minas Gerais, evidenciando o imprescindível papel das Unidades de Conservação como Laboratórios naturais de pesquisa e estudos do meio ambiente.

Referências

ALLAN, J.D., CASTILHO, M. M. **Stream ecology:** structure and function of running waters. New York: Chapman and Hall. 2007.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L., DE, M., SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. v. 22, p. 711-728. 2014.

AZEVEDO-SANTOS, V. M., FREDERICO, R. G., FAGUNDES, C., POMPEU, P., PELICICE, F., PADIAL, A. A., NOGUEIRA, M. G., FEARNSIDE, P., LIMA, L. B., DAGA, V., OLIVEIRA, F. J. M., VITULE, J. R. S., CALLISTO, M., AGOSTINHO, A. A., ESTEVES, F. A., LIMA, D., MAGALHÃES, A. L. B., SABINO, J., MORMUL, R. P., GRASEL, D., ZUANON, J., VILELLA, F. B., HENRY, R. Protected areas: a focus on Brazilian freshwater biodiversity. **Diversity and Distributions.** v. 25, n. 3, p. 442-448, 2018. DOI: 10.1111/ddi.12871.

BATES, D., MAECHLER, M., BOLKER, B., WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4**. Journal of Statistical Software,** v. 67, n.1, p.1-48. 2015. doi:10.18637/jss.v067.i01.

BOYERO, L., PEARSON, R. G., DUDGEON, D., FERREIRA, V., GRAÇA, M. A. S., GESSNER, M. O., BOULTON, A. J., CHAUVET, E., YULE, C. M., ALBARI ÑO, R. J., RAMÍREZ, A., HELSON, J. E., CALLISTO, M., ARUNACHALAM, M., CHARÁ, J., FIGUEROA, R., MATHOOKO, J. M., GONÇALVES, J. F., MORETTI, M. S., CHARÁ-SERNA, A. M., DAVIES, J. N., ENCALADA, A., LAMOTHE, S., BURIA, L. M.,

CASTELA, J., CORNEJO, A., LI, A. O. Y., M'ERIMBA, C., VILLANUEVA, V. D., ZÚÑIGA, M. C., SWAN, C. M., BARMUTA, L. A. Global patterns of stream detritivore distribution: implications for biodiversity loss in changing climates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, p. 134-141. 2012.

BOYERO, L., PEARSON, R. G., GESSNER, M. O., BARMUTA, L. A., FERREIRA, V., GRAÇA, M. A., DUDGEON, D., BOULTON, A. J., CALLISTO, M., CHAUVET, E., HELSON, J. E., BRUDER, A., ALBARIÑO, R. J., YULE, C. M., ARUNACHALAM, M., DAVIES, J. N., FIGUEROA, R., FLECKER, A. S., RAMÍREZ, A., DEATH, R. G., IWATA, T., MATHOOKO, J. M., MATHURIAU, C., GONÇALVES JR, J. F., MORETTI, M. S., JINGGUT, T., LAMOTHE, S., M'ERIMBA, C., RATNARAJAH, L., SCHINDLER, M. H., CASTELA, J., BURIA, L. M., CORNEJO, A., VILLANUEVA, V. D., WEST, D. C. A global experiment suggests climate warming will not accelerate litter decomposition in streams but might reduce carbon sequestration. **Ecology Letters**, v. 14, p. 289-294. 2011.

CALLISTO, M., FERREIRA, W. R., MORENO, P., GOULART, M., PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia,** v.14, p. 91-92. 2002.

CANHOTO, C.,GRAÇA, M. A. S. Leaf retention: a comparative study between streamcategories and leaf types. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie,** v. 26, p. 990-993. 1998.

CASAS, J. J., LARRAÑAGA, A., MENÉNDEZ, M., POZO, J., BASAGUREN, A., MARTÍNEZ, A., PÉREZ, J., GONZÁLES, J. M., MOLLÁ, S., CASADO, C., DESCALS, E., ROBLAS, N., LÓPEZ-GONZÁLEZ, J. A., VALENZUELA, J. L. Leaf litter decomposition of native and introduced tree species of contrasting quality in headwater streams: how does the regional setting matter? **Science of the Total Environment,** v. 458, p. 197-208. 2013.

CASTRO, D. M. P., DOLÉDEC, S., CALLISTO, M. Land cover disturbance homogenizes aquatic insect functional structure in neotropical savanna streams. **Ecological Indicators**. v. 84, p. 573-584. 2018.

CORREIA, P. S. **Matéria orgânica proveniente da vegetação ripária e o processo de decomposição de detritos foliares em um córrego de cabeceira no cerrado**. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros. 2015.

ELOSEGUI, A. **Leaf retention.** In: GRAÇA, M. A., BÄRLOCHER, F.; GESSNER, M. O. (Eds.).**Methods to study litter decomposition:** a practical guide. Nova York: Springer Science & Business Media, 2005. p.13 -18.

FERREIRA, V., BOYERO, L., CALVO, C., CORREA, F., FIGUEROA, R., GONÇALVES JR, J. F., GOYENOLA, G., GRAÇA, M. A. S., HEPP, L. U., KARIUKI, S., LÓPEZ-RODRÍGUEZ, A., MAZZEO, N., M'ERIMBA, C., MONROY, S., PEIL, A., POZO, J., REZENDE, R., TEIXEIRA-DE-MELLO, F. A global assessment of the effects of Eucalyptus plantations on stream ecosystem functioning. **Ecosystems**. v. 22, n. 3, p 629–642. 2019.

GRAÇA, M. A. S. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams - a review**. International Review of Hydrobiology**, v.86, p. 383-393. 2001.

GRAÇA, M. A. S., CALLISTO, M., BARBOSA, J. E. L, FIRMIANO, K. R., FRANÇA, J., GONÇALVES JR, J. F. Top-down and bottom-up control of epilithic periphyton in a tropical stream. **Freshwater Science.** v. 37, n.4:000–000. 2018. DOI: 10.1086/700886.

GRAÇA, M. A. S., PINTO, P., CORTES, R., COIMBRA, N., OLIVEIRA, S., MORAIS, M., CARVALHO, M. J., MALO, J. **Factors affecting macroinvertebrate richness and diversity in Portuguese streams:** a two-scale analysis. International Review of Hydrobiology, v. 89, p. 151-164. 2004.

HAMADA, N., THORP, J. H., ROGERS, D. C. **Keys to Neotropical Hexapoda – Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates.** London: Elsevier. 2018.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF. **Estudo técnico para a extensão dos perímetros do Parque Estadual do Rio Preto e do Parque Estadual do pico do Itambé na região do alto Jequitinhonha, MG**. **Diamantina – MG.** Belo Horizonte IEF/ Diretoria de Áreas Protegidas 2010.46 p.

INSTITUTO PRISTINO. **Atlas Digital Geoambiental.** Belo Horizonte**.** Disponível em: http://www.institutopristino.org.br/atlas/ Acesso em: 22/02/2019.

KOBAYASHI, S., KAGAYA, T. Differences in litter characteristics and macroinvertebrate assemblages between litter patches in pools and riffles in a headwater stream**. Limnology**, v. 3 p. 37–42. 2002.

MARTINS, I. S., LIGEIRO, R., HUGHES, R. M., MACEDO, D. R., CALLISTO, M. Regionalisation is key to establishing reference conditions for neotropical savanna streams. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, p. 82–94. 2018.

MORALES, M. **Scientific Graphing Functions for Factorial Designs**. With code developed by the R Development Core Team, with general advice from the R-help listserv community and especially Duncan Murdoch. R package version 1.1-1. 2017.

OLIVEIRA, A. A., HENRY, R. Retention of particule organic matter in a tropical headstream. **Hydrobiologia**, v. 482, p. 161-166. 2002.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna : R Foundation for Statistical Computing. 2018. Disponível em: https://www.R-project.org/.

REZENDE, R. S., LEITE, G. F. M., RAMOS, K., TORRES, I., TONIN, A. M., GONÇALVES JR, J.F. Effects of litter size and quality on processing by decomposers in a tropical savannah stream. **Biotropica**, v.1, p. 1-10. 2018.

STCP - Engenharia de Projetos. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto**: análise da Unidade de Conservação. Curitiba: STCP/Belo Horizonte: IEF, 2004. Encarte 3. Disponível em: http://biblioteca.meioambiente.mg.gov.br/publicacoes/BD/Encarte%203%20-%20An%c3%a1lise%20da%20Unidade%20de%20conserva%c3%a7%c3%a3o%20Rio%20Preto.pdf.

Agradecimentos

Agradecemos o apoio da equipe de funcionários e gerente do Parque Estadual do Rio Preto e o apoio do Instituto Estadual de Florestas - IEF, além das discussões e orientações dos professores de ecologia do curso de campo do PG-ECMVS 2018. Agradecemos também às instituições de fomento, CAPES, CNPQ e FAPEMIG, pelo fornecimento das bolsas de pesquisa dos autores e apoio aos Programas de Pós-Graduação.

Anexo A

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreira	Ano
1	6	0.09	Ausente	2012
1	12	0.08	Ausente	2012
1	3	0	Ausente	2012
1	3	0	Ausente	2012
1	1	0.23	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0	Ausente	2012
1	1	0.22	Ausente	2012
2	1	0.5	Ausente	2012
2	3	0.1	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	4	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	5	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	2	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	3	0	Ausente	2012
2	7	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0	Ausente	2012
2	1	0.06	Ausente	2012

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreira	Ano
3	1	0	Ausente	2012
4	2	0.2	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.4	Ausente	2018
4	3	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	4	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	3	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	2	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	4	0.3	Ausente	2018
4	5	0.3	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.1	Ausente	2018
4	1	0.2	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
4	1	0	Ausente	2018
1	1	0	Presente	2012
1	12	0.09	Presente	2012
1	10	0.06	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.03	Presente	2012
1	2	0.11	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.09	Presente	2012
1	3	1.17	Presente	2012
1	1	0.23	Presente	2012
1	5	0.08	Presente	2012
1	1	0.16	Presente	2012
1	3	0.14	Presente	2012
1	3	0.26	Presente	2012
1	1	0.33	Presente	2012
1	1	0.14	Presente	2012
1	1	0.02	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	2	0.37	Presente	2012
1	1	0.3	Presente	2012
1	1	0.18	Presente	2012
1	1	0.22	Presente	2012

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Continua...)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreiras	Ano
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0	Presente	2012
1	1	0.12	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	8	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	1	0	Presente	2012
2	3	0	Presente	2012
2	1	0.15	Presente	2012
3	6	0	Presente	2012
3	22	0	Presente	2012
3	22	0	Presente	2012
3	15	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	11	0	Presente	2012
3	3	0	Presente	2012
3	3	0	Presente	2012
3	7	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	1	0	Presente	2012
3	1	0.75	Presente	2012
3	1	0.71	Presente	2012
3	1	0.32	Presente	2012
3	1	0.15	Presente	2012
3	1	0.32	Presente	2012
3	1	0.34	Presente	2012
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	2	0	Presente	2018
4	5	0	Presente	2018
4	2	0.2	Presente	2018
4	8	0.2	Presente	2018
4	1	0.1	Presente	2018
4	1	0.1	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	3	0	Presente	2018
4	2	0	Presente	2018
4	5	0.6	Presente	2018
4	5	0	Presente	2018
4	9	0.1	Presente	2018
4	14	0.6	Presente	2018
4	19	0.4	Presente	2018
4	5	0.2	Presente	2018

Tabela 1 - Dados de retenção de folhas em experimentos realizados no córrego Boleiras, Parque Estadual do Rio Preto – MG

(Conclusão)

Trecho	Número de folhas retidas	Velocidade	Barreiras	Ano
4	14	0.2	Presente	2018
4	2	0.1	Presente	2018
4	1	0.8	Presente	2018
4	7	0.4	Presente	2018
4	7	0.4	Presente	2018
4	1	0.5	Presente	2018
4	12	0.2	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018
4	1	0	Presente	2018

Anexo B

Tabela 2 - Relação entre quantidade de folhas e riqueza de invertebrados aquáticos em 10 pontos de coleta ao longo do trecho de 20m. no Córrego Boleiras, no período de Set/2012 e Parque Estadual do Rio Preto – MG

Quantidade folhas	Riqueza de invertebrados
688	3
347	4
399	6
317	2
160	0
507	2
519	2
130	4
165	3
129	1