

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO**

DRIFT DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHOS DE CABECEIRA



LARYSSA KALLIANE DE CARVALHO

CAMPINA GRANDE – PB

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO

LARYSSA KALLIANE DE CARVALHO

DRIFT DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHOS DE CABECEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação da Universidade Estadual da Paraíba, como um dos requisitos necessários em cumprimento a exigência para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Callisto – UFMG

Co-orientador: Prof. Dr. José Etham Lucena Barbosa - UEPB

CAMPINA GRANDE – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C331d Carvalho, Laryssa Kalliane de.

Drift de macroinvertebrados em riachos de cabeceira
[manuscrito] / Laryssa Kalliane de Carvalho. - 2014.
49 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade
Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Prof. Dr. Marcos Callisto, Universidade Federal de
Minas Gerais".

"Co-Orientação: Prof. Dr. José Etham Lucena Barbosa,
Departamento de Ciências Biológicas".

1. Macroinvertebrados. 2. Ecologia trófica. 3. Conservação
da biodiversidade. I. Título.

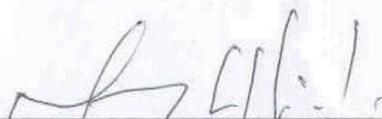
21. ed. CDD 577

LARYSSA KALLIANE DE CARVALHO

DRIFT DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHOS DE CABECEIRA

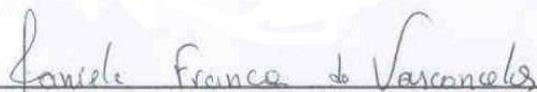
Aprovado em 25 de Fevereiro de 2014

Banca Examinadora

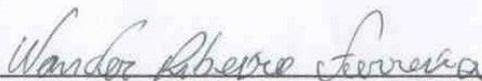


Dr. Marcos Callisto (ECMVS/UFMG)

Orientador



Dra. Janiele França de Vasconcelos
Examinador interno - UEPB



Dr. Wander Ribeiro Ferreira
Examinador Externo - UFMG

*Aos meus pais Paulo e Bernardina, por todo amor, carinho, dedicação e incentivo.
Pelo testemunho constante de que o estudo é sempre o melhor caminho.*

Agradecimentos

Muitas são as pessoas que participaram da construção desse trabalho. Difícil nomeá-las, mas mesmo correndo o risco de esquecer alguém, gostaria de agradecer a algumas delas:

Ao professor Dr. Marcos Callisto por me orientar nesse trabalho, pela valiosa oportunidade de integrar sua equipe e poder desenvolver meu trabalho nas Minas Gerais! Obrigada pelos ensinamentos, por compartilhar um pouco da sua experiência profissional e por oferecer todo apoio possível.

Ao professor Dr. José Etham pela disponibilidade em ajudar no que foi preciso, para que tudo ocorresse bem ao longo dos dois anos de curso.

Ao Dr. Wander Ferreira (UFMG) que, apesar da distância, gentilmente aceitou o convite para compor a banca desta dissertação.

À professora Janiele Vasconcelos por aceitar o convite para compor a banca desta dissertação.

A professora Dra. Luciana Barbosa (UFPB), pelas contribuições e discussões geradas ao compor a banca de qualificação. Obrigada por sempre se mostrar disponível a ajudar.

A equipe do laboratório de Ecologia de Bentos. Obrigada pelo acolhimento, por toda ajuda e amizade durante os 11 meses que convivemos juntos no laboratório. A amizade de vocês foi um presente, sempre me lembrarei da nossa convivência com muita saudade! Agradeço a Jú pela prestatividade, pela ajuda na logística das coletas e e consultorias a cerca dos mais diversos assuntos. Ao Diego Castro por todas as conversas e dicas sobre o drift de invertebrados, importantes no início dos meus estudos sobre o tema. A Katiene pela ajuda no processamento das amostras de sedimento. Ao Raphael Ligeiro pelas consultorias a respeito das análises de dados. À todos que se ausentaram de suas atividades rotineiras e participaram de alguma das coletas. Espero que o belíssimo visual da “minha” área de estudo tenha recompensado vocês!

Á Rafaela Farias pela amizade e companheirismo durante os últimos 6 anos, e principalmente por ter sido a extensão da minha família durante a nossa estada em Belo Horizonte.

Aos meus pais, irmãs e esposo, por todo amor, apoio e companheirismo. Obrigada pela compreensão nos momentos em que estive ausente e pelo suporte emocional. Vocês são o que tenho de mais precioso!

Por fim agradeço a Deus, pelo seu amor incondicional, pela força, saúde e pelas oportunidades concedidas em mais uma etapa da minha vida.

Obrigada!!

Resumo

Os riachos de cabeceira cobertos por mata ripária frequentemente dependem do aporte alóctone de detritos orgânicos como fonte de energia para o metabolismo aquático. As relações entre a disponibilidade de recursos alimentares e o drift de invertebrados em riachos de cabeceira em regiões tropicais são ainda pouco conhecidas. Em geral, a densidade de invertebrados no drift aumenta em resposta à disponibilidade reduzida de recursos alimentares. O objetivo deste estudo foi avaliar as relações entre a disponibilidade de recursos alimentares e a densidade de invertebrados no drift. Para isso foram realizadas amostragens nos períodos de seca e chuva de 2012 em 9 riachos de cabeceira na Serra do Espinhaço (MG, Brasil). Em cada riacho foram coletadas amostras de matéria orgânica particulada grossa (CPOM) e fina (FPOM), perifiton, invertebrados no drift e amostras de sedimento para avaliar a propensão dos macroinvertebrados ao drift. Não houve diferenças significativas nos valores de propensão entre os períodos de seca e chuva. Coletores-catadores e coletores-filtradores ocorreram em altas densidades nos dois períodos amostrados. Coletores-catadores foram relacionados negativamente com a FPOM indicando que nos riachos onde a disponibilidade de FPOM é baixa, as densidades de organismos coletores-catadores no drift é alta. Entretanto, essa relação foi positiva com os coletores-filtradores. Estes resultados corroboram que o drift de invertebrados é relacionado à disponibilidade de recursos alimentares, sobretudo para invertebrados coletores-catadores que se alimentam do material depositado nos interstícios dos substratos. Potencialmente, alterações na estabilidade do fundo de riachos de cabeceira influencia a disponibilidade de FPOM, como resultado de alterações no uso e ocupação do solo nas áreas de entorno, estabilidade das margens e diversidade de habitats físicos.

Palavras-chave: macroinvertebrados, grupo trófico funcional, ecologia de riachos, conservação da biodiversidade

Abstract

The headwaters covered by riparian often depend on allochthonous input of organic waste as an energy source for the water metabolism. The relationship between the availability of food resources and invertebrate drift in headwaters streams in tropical regions are still poorly known. In general, the density of invertebrates in the drift increases in response to reduced availability of food resources . The aim of this study was to evaluate the relationship between the availability of food resources and the composition and density of invertebrates in the drift. Samplings were done in dry and wet seasons in nine headwater streams at the Espinhaço Cordillera (MG, Brazil). At each stream samples of coarse particulate organic matter (CPOM) and fine (FPOM), periphyton, invertebrates in drift and sediment samples were collected to assess the propensity of macroinvertebrates to drift. There were no significant differences in values between the propensity periods of drought and rain. Gatherers-collectors and filter-collectors occurred in high densities in the two sampling periods. Gatherers-collectors were negatively related FPOM indicating that the streams where the availability of FPOM is low, the densities of organisms gatherers-collectors in the drift is high. However, this relationship was positive with the filter-collectors. These results confirm that the drift of invertebrates is related to the availability of food resources, especially for gatherers-collectors invertebrates that feed on material deposited in the interstices of the substrates. Potentially, changes in the stability of the fund headwaters influences the availability of FPOM as a result of changes in the use and occupation of land in the surrounding areas, stability margins and diversity of physical habitats.

Key-words: macroinvertebrates, functional trophic groups, ecology of streams, biodiversity conservation.

Lista de Figuras e Tabelas

Figuras

- Figura 1. Área de estudo destacando os nove riachos amostrados na Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil..... 22
- Figura 2. Densidade de invertebrados no drift (ind.·m³) (A, B) e densidade de invertebrados no sedimento (ind.·m²) (C, D) coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no período seco (maio/junho) e de chuvas (novembro/dezembro) do ano de 2012..... 30
- Figura 3. Densidade de organismos no drift (ind.·m³) em função da matéria orgânica particulada fina (mg·L⁻¹) nos períodos de chuvas (A) e seca (B), coletores-catadores nos períodos de chuvas (C) e coletores filtradores no período de seca (D), coletados em 9 riachos ao longo da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. As linhas sólidas representam regressões logarítmicas em (A) e (C) e regressões lineares em (B) e (D) significativas para $\alpha=0.05$ 31
- Figura 4. Densidade total de invertebrados no drift (ind.·m³) por grupo trófico funcional nos nove riachos estudados nos períodos de seca e chuvas de 2012. 32

Tabelas

- Tabela 1. Características morfológicas e parâmetros físicos e químicos de coluna d'água (média \pm DP) dos nove riachos amostrados na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012..... 23
- Tabela 2. Classificação em grupos tróficos funcionais dos taxa de invertebrados no drift coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012. ... 24
- Tabela 3. Densidade média (\pm DP) de invertebrados no drift e no sedimento e propensão média (\pm DP) dos taxa nos períodos de seca (maio/junho) e chuva (novembro/dezembro) de 2012. *táxon presente somente no drift; **táxon presente somente no sedimento; “(-)” significa ausência de desvio-padrão, quando o táxon ocorreu em apenas um dos nove riachos; “-” taxa encontrado no drift e ausente no sedimento. 27
- Tabela 4. Densidade média (\pm DP) de invertebrados no drift (ind.·m³) para os grupos tróficos funcionais (GTF) e o taxa dominante em cada grupo em nove riachos na Serra do Espinhaço, (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012..... 33
- Tabela 5. Resultados das análises de regressão entre densidade total e densidade de grupos tróficos de invertebrados no drift (ind.·m³) e os recursos alimentares disponíveis coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012. 33

Sumário

PRIMEIRA PARTE

Apresentação	11
Introdução Geral	12
Objetivo	14
Referências	15

SEGUNDA PARTE

DRIFT DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHOS DE CABECEIRA.....	18
Resumo	19
Abstract	19
Introdução.....	20
Material e Métodos	21
1. Área de Estudo e Desenho Amostral	21
2. Macroinvertebrados.....	23
3. Matéria orgânica particulada em suspensão	24
4. Perifiton.....	25
5. Análise de dados	25
Resultados	26
1. Composição de macroinvertebrados	26
2. Relações abundância de recursos e drift de invertebrados	31
Discussão.....	34
Referências	36

TERCEIRA PARTE

Conclusão	42
Perspectivas Futuras.....	42
ANEXO	43

Apresentação

Esta dissertação está estruturada em três partes. A primeira consiste numa introdução geral ao tema proposto e o objetivo do trabalho como um todo. Na introdução é apresentado um breve histórico abordando o início dos estudos sobre drift de invertebrados, conceito e importância.

A segunda parte da dissertação apresenta os resultados obtidos e está estruturada na forma de um manuscrito científico a ser submetido à revista *Biota Neotropica*. O objetivo principal é avaliar se o drift de invertebrados em riachos de cabeceira é influenciado pela abundância de recursos alimentares disponíveis.

Por fim, na terceira parte é apresentada a conclusão geral do trabalho, perspectivas futuras nos estudos de drift de invertebrados e um anexo contendo as normas para submissão do manuscrito à revista *Biota Neotropica*.

Introdução Geral

A partir da década de 1920 iniciou-se a discussão sobre o transporte de invertebrados bentônicos pela correnteza e as implicações desse processo (BRITTAIN & EIKELAND, 1988). O fenômeno foi mais tarde denominado como drift e atraiu maior atenção com o artigo de Muller (1954) sobre a importância numérica dos invertebrados à deriva em relação à densidade de organismos bentônicos (BRITTAIN & EIKELAND, 1988). O conceito atual de drift refere-se ao transporte de invertebrados aquáticos que normalmente vivem sobre ou entre os substratos de fundo em rios e riachos, que descem o rio na coluna d'água (ELLIOTT, 2002).

Diversos fatores abióticos e bióticos podem influenciar o drift de invertebrados (BRITTAIN & EIKELAND, 1988; SVENDSEN *et al.*, 2004). Esses fatores podem resultar em uma deriva ativa, a qual é iniciada pelo organismo, por questões comportamentais, como fugir de predadores ou evitar a pressão competitiva (WALTON, 1980; LEUNG *et al.*, 2009). Ou podem também resultar em uma deriva passiva (ou acidental), que pode ocorrer pelo movimento normal dos animais nos substratos, por perturbações nos substratos de fundo, como resultado de alterações nas condições físicas do canal, até causas mais catastróficas, como uma enchente (BRITTAIN & EIKELAND, 1988).

Até o final do século passado a literatura demonstrou associação entre os fatores abióticos e o drift de invertebrados (ver revisão em BRITTAIN & EIKELAND, 1988). Vários estudos apontam o foto-período como um fator regulador importante, de modo que as maiores taxas de drift são observadas quando a intensidade de luz é menor e um pico na densidade ocorre durante o horário crepuscular (BENSON & PEARSON, 1987; LANCASTER, 1992). O baixo padrão de atividade diurna provavelmente evoluiu em resposta a evitar predadores além do que a maioria das espécies de insetos tem hábitos noturnos (WATERS, 1972). Fortes padrões sazonais foram confirmados por vários estudos em todas as regiões biogeográficas (RÍNCON & LOBÓN-CERVIÁ, 1997; RAMIREZ & PRINGLE, 2001, HIEBER *et al.*, 2003).

Os fatores bióticos também têm sido destacados como importantes reguladores do drift de invertebrados, dentre eles destacam-se o ciclo de vida (WATERS, 1972; POFF *et al.*, 1992) predação (PECHARSKY, 1996; LEUNG *et al.*, 2009) e competição (FONSECA & HART, 1996). Alguns estágios de vida são mais representativos na deriva do que a comunidade bentônica como um todo e variam de acordo com a espécie e com o ecossistema que está sendo investigado, sendo larvas e ninfas os mais dominantes (BRITTAIN &

EIKELAND, 1988). Por outro lado, a composição taxonômica apresenta, em sua maioria, insetos aquáticos (ELLIOTT, 1967; CASTRO *et al.*, 2013).

Vários estudos nas últimas décadas têm examinado a relação do drift de invertebrados com a predação por invertebrados e peixes (FLECKER, 1992; WOOSTER & SIH, 1995; KRATZ, 1996; MCINTOSH *et al.*, 2002; LEUNG *et al.*, 2009). A presença de invertebrados predadores aumenta as taxas do drift, evidenciando um mecanismo de fuga. Já em resposta a presença de peixes as taxas tendem a ser menores durante o dia, presumivelmente para evitar os predadores, enquanto que ausência de padrões diários no drift foi observada em rios sem peixe (FLECKER 1992; PRINGLE & RAMIREZ, 1998; JACOBSEN & BOJSEN, 2002; SVENDSEN *et al.*, 2004).

A distribuição espacial das populações de invertebrados bentônicos ocorre principalmente por deriva através de mecanismos de imigração e emigração entre manchas de habitats (BENSON & PEARSON, 1987; MOSER & MINSHALL, 1996). Assim a colonização de habitats depende principalmente dos indivíduos que chegam com a deriva a partir de comunidades de manchas ao redor (RÍOS-TOUMA *et al.*, 2012). Além disso, MATTHAEI *et al.* (1997) apontam a importância da deriva na recolonização de grandes seções de um rio após distúrbios catastróficos, como inundações.

A densidade de organismos no drift pode ocorrer em função da densidade bentônica (SILER *et al.*, 2001), mas, também pode ser independente da densidade no sedimento (WATERS, 1972; TOKIN & DEATH, 2013). Essa relação entre drift e bentos tem sido destacada desde os estudos de WATERS (1972) e ELLIOT (1967) que sugeriram que as maiores densidades no drift resultam de eventos de pupação e emergência de adultos e que não depende da densidade bentônica.

Entretanto, sabe-se que o transporte rio abaixo de invertebrados pode influenciar a dinâmica de comunidades bentônicas por redução na densidade das espécies mais propensas ao drift (RÍOS-TOUMA *et al.*, 2012). Por outro lado, alguns estudos em riachos tropicais evidenciam que o transporte pode ser positivo, pois permite que os organismos, ao escapar de condições desfavoráveis, possam colonizar novos habitats ou distribuir-se entre os habitats desfavoráveis (BOYERO & BOSCH 2002; HIEBER *et al.*, 2003).

O transporte de nutrientes para trechos a jusante em riachos de cabeceira determina significativamente a complexidade da teia alimentar (VANNOTE *et al.*, 1980). A disponibilidade de recursos alimentares em virtude da limitação da produção autotrófica é um fator importante na estruturação de comunidades de invertebrados bentônicos

(RICHARDSON, 1991) e influencia sua composição taxonômica (WALLACE *et al.*, 1999). Alguns estudos apontam a competição e a dispersão como mecanismos que ocorrem em resposta à abundância de alimento (HILDEBRAND, 1974; RICHARDS & MINSHALL, 1988; HINTERLEITNER-ANDERSON *et al.*, 1992). FONSECA & HART (1996) atribuíram o aumento na deriva de *Baetis* (Ephemeroptera: Baetidae) como uma resposta à disponibilidade reduzida de alimento, resultado de competição intraespecífica.

Vários estudos em regiões temperadas têm abordado a relação do drift de invertebrados com a disponibilidade de recurso alimentar em ecossistemas lóticos, seja de cunho experimental (HILDEBRAND, 1974; HINTERLEITNER-ANDERSON *et al.*, 1992; SILER *et al.*, 2001) ou em ecossistemas naturais (WARINGER, 1992; TONKIN *et al.*, 2009; TONKIN & DEATH, 2013). Ainda não existem informações sobre essa questão para riachos de cabeceira de regiões tropicais, fazendo-se necessária a realização de estudos.

Esta dissertação está inserida em um amplo projeto de pesquisa intitulado “Dinâmica da matéria orgânica em riachos de cabeceira: bases para a conservação de zonas ripárias e serviços ecossistêmicos” no qual cooperam pesquisadores brasileiros (UFMG e UEPB) e estrangeiros (Universidade de Coimbra), com apoio financeiro do CNPq - edital Universal (471385/2011-5) e FAPEMIG (APQ. 00228-1).

Objetivo

Avaliar a composição e densidade de macroinvertebrados no drift, sua propensão e relação com a abundância de recursos alimentares (perifiton, matéria orgânica particulada grossa e matéria orgânica particulada fina) em riachos de cabeceira tropicais.

Referências

- ALLAN, J. D. & RUSSEK, E. **The quantification of stream drift. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences** v. 42, p.210-215, 1985.
- BENSON, L.J. & PEARSON, R. G. Drift and upstream movement in Yuccabine Creek, an Australian tropical stream. **Hydrobiologia**, v.153, p.225-239, 1987.
- BOYERO, L. & BOSCH, J. Spatial and temporal variation of macroinvertebrate drift in two neotropical streams. **Biotropica**, v. 34, p.567– 574, 2002.
- BRITTAIN, J. E. & EIKELAND, T. J. Invertebrate drift – a review. **Hydrobiologia** v. 166, p. 77-93, 1988.
- CASTRO, D. M. P.; HUGHES, R. M. & CALLISTO, M. Effects of flow fluctuations on the daily and seasonal drift of invertebrates in a tropical river. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*, v. 49, p. 169-177, 2013.
- ELLIOTT, J. M. Food of trout (*Salmo trutta*) in a Dartmoor stream. **Journal of Applied Ecology**, v. 4, p.59–71, 1967.
- ELLIOTT, J. M. A continuous study of the total drift of freshwater shrimps, *Gammarus pulex*, in a small stony stream in the English Lake District. **Freshwater Biology**, v. 47, p.75-86, 2002.
- FLECKER, A.S. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. **Ecology**, v. 73, p.438–448, 1992.
- HANSEN, E. A. & CLOSS, G. P. Temporal consistency in the long-term spatial distribution of macroinvertebrate drift along a stream reach. **Hydrobiologia**, v. 575, p. 361-371, 2007.
- HIEBER, M., ROBINSON, C, T. & UEHLINGER, U. Seasonal and diel patterns of invertebrate drift in different alpine stream types. **Freshwater Biology**, v. 48, p.1078-1092, 2003.
- HILDEBRAND, S.G. The relation of drift to benthos density and food level in an artificial stream. **Limnology and Oceanography**, v. 19, n.6, p.951-957, 1974.
- HINTERLEITNER-ANDERSON, D., HERSHEY, A. E., SCHULT, J. A. The effects of river fertilization on mayfly (*Baetis* sp.) drift patterns and population density in an arctic river. **Hydrobiologia**, v. 240, p. 247-258, 1992.
- JACOBSEN, D. & BOJSEN. B. Macroinvertebrate drift in Amazon streams in relation to riparian forest cover and fish fauna. **Arch Hydrobiol** v.155, p.177–197, 2002.
- KRATZ, K. W. Effects of stoneflies on local prey populations: mechanisms of impact across prey density. **Ecology**, v. 77: 1573 –1585, 1996.
- LANCASTER, J. Diel variations in the effect of spates on mayflies (Ephemeroptera, *Baetis*). **Can. J. Zool./Rev. Can. Zool.**, v.70, p.1696 –1700, 1992.

-
- LEUNG, E. S.; ROSENFELD, J. S. & BERNHARDT, J. R. Habitat effects on invertebrate drift in a small trout stream: implications for prey availability to drift-feeding fish. **Hydrobiologia**, v. 623, p.113–125, 2009.
- MATTHAEI, C.D., UEHLINGER, U & FRUTIGER, A. Response of benthic invertebrates to natural versus experimental disturbance in a Swiss prealpine river. **Freshwater Biology**, v.37, p.61-77, 1997.
- McINTOSH, A. R., PECKARSKY, B. L. & TAYLOR, B. W., 2002. The influence of predatory fish on mayfly drift: extrapolating from experiments to nature. **Freshwater Biology**, v. 47, p. 1497–1513, 2002.
- MOSER, D.C. & MINSHALL, G. W. Effects of localized disturbance on macroinvertebrate community structure in relation to mode of colonization and season. **American Midland Naturalist**, v. 135, p.92-101, 1996.
- MULLER, K. Investigations on the organic drift in north Swedish streams. Report for Institute of Freshwater Research, Drottningholm v. 35, p.133-148, 1954.
- PRINGLE, C., & RAMIREZ, A. Use of both benthic and drift sampling techniques to assess tropical stream invertebrate communities along an altitudinal gradient, Costa Rica. **Freshwater Biology**, v. 39, p.359-375, 1998.
- POFF, N.L., DeCINO, R. D & WARD, J. V. Size-dependent drift of mayflies to experimental hydrologic variation: active predator avoidance or passive hydrodynamic displacement? **Oecologia** (Berlin) v. 88, p.577-586, 1991.
- RICHARDSON, J. S. Seasonal food limitation of detritivores in a montane stream – an experimental test. **Ecology**, v. 72, p. 873-887, 1991.
- RICHARDS, C. & MINSHALL, G. W. The influence of periphyton abundance of *Baetis bicaudatus* distribution and colonization in a small stream. **Journal of North American Benthological Society** v.7, n.2, p.77-86, 1988.
- RÍOS-TOUMA, B. PRAT, N. & ENCALADA, A. C. Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. **Aquatic Biology**, v. 14, p. 233–246, 2012.
- RODRIGUES, L; BICUDO, D. C.; MOSCHINI-CARLOS, V. O papel do perifiton em áreas alagáveis e nos diagnósticos ambientais. In: THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. **Ecologia e manejo de macrófitas aquáticas**. Maringá: Ed. Da Universidade Estadual de Maringá, 2003, p. 211-227.
- SVENDSEN, C. R., QUINN, T. & KOLBE, D. Review of Macroinvertebrate Drift in Lotic Ecosystems, Final Report. – Department of Environmental Conservation, Wildlife Research Program, Seattle, p. 1– 92, 2004.
- SILER, E. R., WALLACE, J. B.; EGGERT, S. L. Long-term effects of resource limitation on stream invertebrate drift. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 58, p. 1624-1637, 2001.

-
- SILVA, M. M.; FERREIRA, V. O. Estação Chuvosa e Ocorrência de Verânicos em Araçuaí, Itamarandiba e Pedra Azul, na Porção Mineira da Bacia do Rio Jequitinhonha. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 5, p. 1068-1081, 2011.
- TONKIN, J. D. & DEATH, R. G. Macroinvertebrate drift-benthos trends in a regulated river. **Fundamental and applied limnology**, v. 182, n. 3, p. 231-245, 2013.
- TONKIN, J. D., DEATH, R. G., JOY, M. K. Invertebrate drift patterns in a regulated river: dams, periphyton biomass or longitudinal patterns? **River Research and Application**, v. 25, p. 1219-1231, 2009.
- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v.37, p. 130-137, 1980.
- WALLACE, J.B., EGGERT, S.L., MEYER, J.L., WEBSTER, J.R. Effects of resource limitation on a detrital-based ecosystem. **Ecology. Monographs**. v. 69, p. 409-422, 1999.
- WALTON, O. E. Jr. Invertebrate Drift From Predator-Prey Associations. **Ecology**, v. 61, n. 6, p. 1486-1497, 1980.
- WARINGER, J.A. The drifting of invertebrates and particulate organic matter in a Australian mountain brook. **Freshwater Biology**, v. 27, p. 367-378, 1992.
- WATERS, T. F. Drift of stream insects. **Annual Review of Entomology**, v. 17, p. 253 – 272, 1972.
- WINTERBOTTOM, J.H., ORTON, S. E. & HILDREW, A. G. Field experiments on the mobility of benthic invertebrates in a southern English stream. **Freshwater Biology**, v.38, p. 37-47, 1997.
- WOOSTER, D. & SIH, A. A review of the drift and activity responses of stream prey to predator presence. **Oikos** v.73, p.3-8, 1995.

DRIFT DE MACROINVERTEBRADOS EM RIACHOS DE CABECEIRA

Laryssa Kalliane de Carvalho¹, Manuel Augusto Simões Graça², José Etham Lucena Barbosa³,
Marcos Callisto¹

¹Laboratório de Ecologia de Bentos, Departamento de Biologia Geral, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, CP. 486, Pampulha, CEP 30161-970 Belo Horizonte, MG, Brasil.

URL: <http://www.icb.ufmg.br/labs/benthos>

²Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, IMAR, 3001-401, Coimbra, Portugal.

³Laboratório de Ecologia Aquática, Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Bananeiras, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, Brasil.

*Autor para correspondência

Laryssa Kalliane de Carvalho

E-mail: laryssakalliane@hotmail.com

Resumo

Drift de invertebrados é um fenômeno comum em riachos de cabeceira e representa o movimento a jusante, levados pela correnteza. O drift de invertebrados pode ser influenciado pela disponibilidade de recursos alimentares, pois baixa disponibilidade de algas e matéria orgânica tendem a diminuir a emigração de indivíduos. Nesse sentido este estudo buscou investigar se a abundância de recursos alimentares determina o drift de invertebrados em riachos de cabeceira. A hipótese foi de que se os recursos alimentares influenciam a densidade de invertebrados no drift, esta será maior quando a quantidade de matéria orgânica e perifiton forem menores. Para isso foram realizadas 2 coletas (seca e chuva) em 9 riachos de cabeceira na Serra do Espinhaço (MG, Brasil). As amostras foram coletadas com redes de drift com malha de 250 µm, fixadas das 17:00 as 20:00 horas. Amostras de sedimento foram coletadas a montante das redes de drift e a abundância de recursos alimentares foi avaliada através da coleta de matéria orgânica particulada grossa, fina e perifiton. As relações entre a abundância de recursos alimentares e a densidade de invertebrados no drift foram avaliadas através de análises de regressão. Ao todo, 56 taxa foram encontrados nas amostras de drift e sedimento. Foram coletados 11.085 organismos no drift distribuídos em 54 taxa. As densidades de organismos no drift foram baixas. Baetidae, Chironomidae e Simuliidae foram os mais representativos nos dois períodos amostrados e os coletores-catadores representaram a maior proporção de invertebrados no drift. Os resultados corroboram que o drift de invertebrados ocorre em função da abundância de recursos alimentares e que esse efeito é maior no grupo trófico dos coletores-catadores, pois eles são diretamente afetados pelas flutuações na disponibilidade da FPOM, importante fonte de alimento em riachos de cabeceira tropicais.

Palavras-chave: macroinvertebrados, riachos de cabeceira, conservação da biodiversidade, deriva de invertebrados.

Abstract

Invertebrate drift is a common phenomenon in headwater streams and results in the transport downstream. The drift of invertebrates can be influenced by the availability of food, since low availability of algae and organic matter tend to diminish the migration of individuals. In this sense, the present study investigated whether the abundance of food resources determines the drift of invertebrates in headwater streams. The hypothesis was that food resources affecting the density of invertebrates in the drift should be higher when the amount of organic matter and periphyton are lower. Samplings were done in dry and wet seasons in nine headwater streams at the Espinhaço Cordillera (MG, Brazil). Samples were collected using drift nets with a mesh of 250 microns set from 17:00 to 20:00 hours. Sediment samples were collected upstream of drift nets and the abundance of food resources was assessed through the collection of coarse and fine fractions of particulate organic matter and periphyton. The relationships between the abundance of food resources and invertebrate densities in the drift were assessed by regression analysis. 56 taxa were found in samples of sediment and drift. 11,085 invertebrates were collected in the drift and were classified in 54 taxa. The densities of organisms in the drift were low. Baetidae, Simuliidae and Chironomidae were the most abundant taxa in both periods and gathering-collectors accounted for the highest number of invertebrates in the drift. The results corroborate that invertebrate drift occur due to the abundance of food resources and that this effect is greater for the trophic group of gatherers-collectors, they are directly affected by fluctuations in the availability of FPOM, since it is the main primary food source in tropical headwater streams.

Key words: macroinvertebrates, headwater streams, biodiversity conservation, invertebrates drift.

Introdução

Drift é o transporte a jusante de invertebrados aquáticos na coluna d'água de rios e riachos (Waters, 1972). Este processo ecológico de movimento de invertebrados tem sido estudado pela ecologia de ecossistemas lóticos por décadas e grande parte dos estudos tem focado na associação do drift com fatores abióticos e bióticos (ver revisão em Brittain & Eikeland 1988, Svendsen et al. 2004) incluindo fotoperíodo (Waters 1972, Nakano et al. 1999), variações sazonais (Ríncon & Lobon-Cerviá 1997, Ramirez & Pringle 2001, Hieber et al. 2003), velocidade da correnteza (Lancaster 1992, Wilcox et al. 2008; Gibbins et al. 2010), ciclo de vida (Brittain & Eikeland 1988, Poff et al. 1992), competições intra e interespecífica (Palmer 1995, Fonseca & Hart 1996) e predação (Wooster & Sih 1995, Kratz 1996, Jacobsen & Bojsen 2002, Leung et al. 2009).

Interações com esses fatores podem resultar em drift ativo, relacionado ao comportamento de invertebrados para fugir de predadores ou evitar a pressão competitiva (Walton, 1980; Leung et al., 2009). Outro tipo de drift é o passivo (ou acidental), que pode ocorrer pelo movimento ocasional dos invertebrados nos substratos, por perturbações nos substratos de fundo como resultado de alterações nas condições físicas do canal, ou eventos catastróficos como enchentes (Brittain & Eikeland 1988).

O drift de invertebrados é importante para a estrutura e funcionamento de ecossistemas lóticos, pois permite a dispersão de invertebrados e a recolonização de manchas de habitats desnudados a jusante (Palmer et al. 1996, Hansen & Closs 2007, Rios-Touma 2012). Além disso, os invertebrados no drift representam um recurso alimentar adicional para predadores vertebrados e invertebrados (McIntosh et al. 2002, Leung et al. 2009) e consistem em uma importante ferramenta para responder questões relacionadas a impactos ambientais em ecossistemas aquáticos (Allan & Russek 1985, Castro et al. 2013).

O transporte de nutrientes para trechos a jusante determina as relações alimentares em riachos de cabeceira (Vannote et al. 1980). A variação na disponibilidade de recursos alimentares nesses ambientes é um fator importante na estruturação de comunidades de invertebrados bentônicos (Richardson 1991). Alguns estudos apontam que em resposta as flutuações na abundância dos recursos alimentares os organismos tendem a competir e a

dispersão ocorre como uma forma de alcançar habitats mais favoráveis a jusante (Hildebrand 1974, Richards & Minshall 1988, Hinterleitner-Anderson et al. 1992). Fonseca & Hart (1996) atribuíram o aumento na deriva de *Baetis* (Ephemeroptera: Baetidae) como uma resposta a disponibilidade reduzida de alimento, resultado de competição intraespecífica.

Vários estudos em riachos de regiões temperadas apontam relação da abundância de recursos alimentares, incluindo matéria orgânica (Richardson 1991, Hinterleitner-Anderson et al. 1992, Siler et al. 2001) e algas perifíticas (Richards & Minshall 1988, Tonkin et al. 2009) com o drift. Em geral, a densidade de invertebrados no drift aumenta em resposta à disponibilidade reduzida de recurso alimentar. As algas perifíticas apresentam alta qualidade nutricional e constituem uma importante fonte de alimento para peixes e invertebrados raspadores (Rodrigues et al. 2003). Por outro lado, em riachos sombreados por mata ripária a matéria orgânica alóctone é a principal fonte de nutrientes para as cadeias alimentares em riachos de cabeceira (Gonçalves et al. 2007, Gessner et al. 2010, Gonçalves & Callisto, 2013). Assim, a disponibilidade de alimento para os invertebrados aquáticos depende da cobertura da mata ripária, do crescimento do perifíton e das interações bióticas com predadores. Portanto os indivíduos permanecem em seu habitat original, onde os recursos são abundantes, mas migram quando os recursos tornam-se limitantes, como resultado de competição (Fonseca & Hart 1996, Siler et al. 2001).

O presente trabalho busca responder à seguinte pergunta: A abundância de recursos alimentares determina o drift de invertebrados em riachos de cabeceira? Assumindo que a densidade de invertebrados em drift aumenta quando a disponibilidade de recursos alimentares é reduzida, este estudo testou a hipótese de que as densidades serão maiores quando a quantidade de matéria orgânica e perifíton forem menores.

Material e Métodos

1. Área de Estudo e Desenho Amostral

Este estudo foi realizado em nove riachos de cabeceira na Serra do Espinhaço, na região centro-leste do Brasil (Figura 1). A Serra do Espinhaço abrange uma área de 1100 Km de extensão e seu ponto mais alto está localizado no Pico do Itambé a 2.062m de altitude (Saadi 1995). O clima da região é o tropical de altitude (Cwb), marcado por inverno seco (abril a setembro) e verão chuvoso (outubro a março). A temperatura média anual varia entre

17 e 18 °C e a precipitação média entre 1450 e 1800 mm (Myers *et al.*, 2000). A região da Serra do Espinhaço apresenta solos rasos e pedregosos (Ab'Saber 1990) e a vegetação é formada por fitofisionomias típicas do cerrado, campos rupestres e matas de galeria (Gonçalves *et al.* 2012).

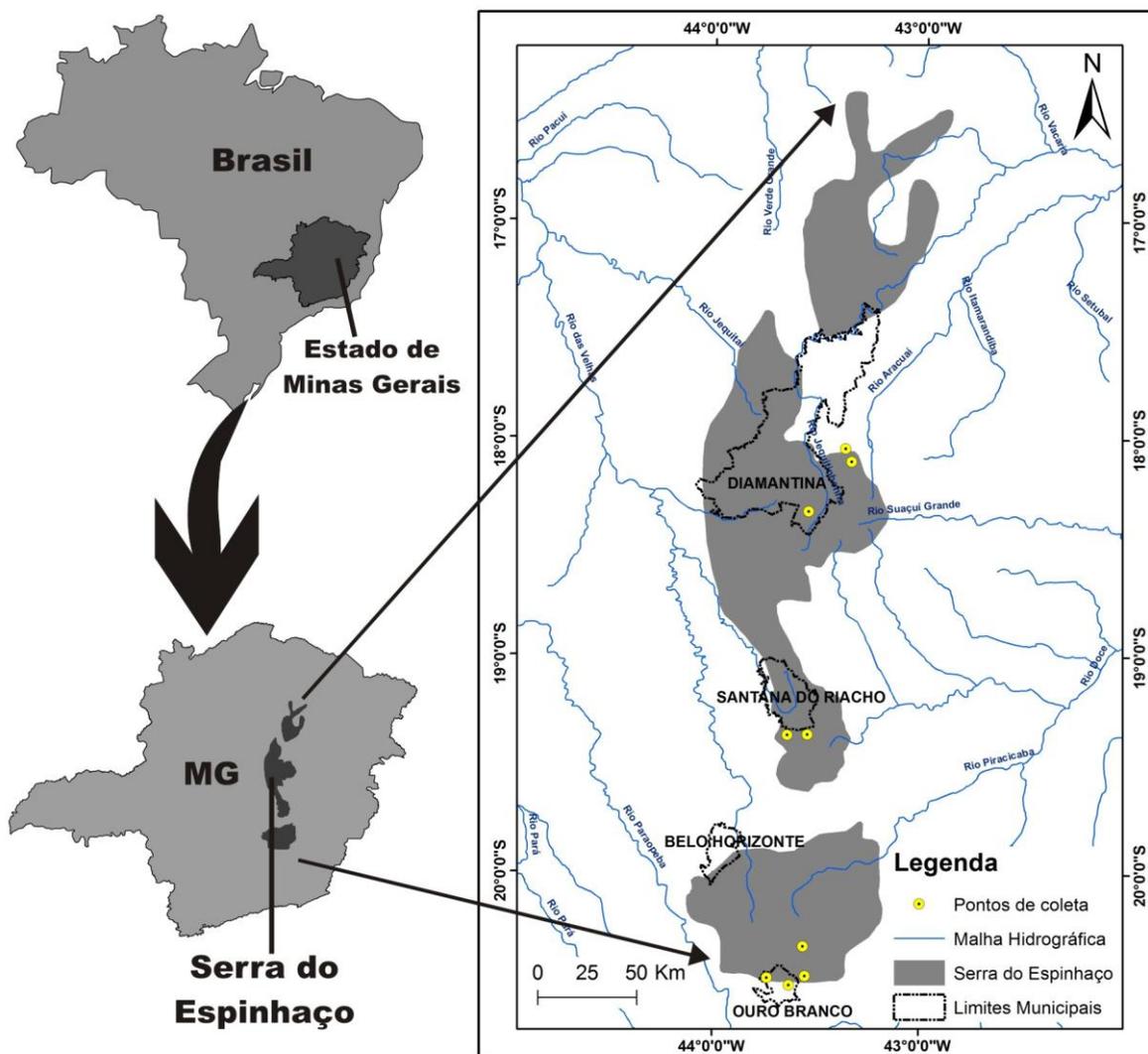


Figura 1. Área de estudo destacando os nove riachos amostrados na Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil.

Os nove riachos estudados são de primeira e segunda ordens, cujas altitudes variam entre 760 e 1320 m, e que apresentam características morfológicas, físicas e químicas semelhantes (Tabela 1). Em cada riacho foram realizadas duas coletas, sendo uma no período seco (maio-junho) e outra no período chuvoso (novembro-dezembro) de 2012.

Tabela 1. Características morfológicas e parâmetros físicos e químicos de coluna d'água (média ± DP) dos nove riachos amostrados na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012.

Parâmetros	Seca		Chuva	
	Média (± dP)	Mínimo-Máximo	Média (± dP)	Mínimo-Máximo
Profundidade (cm)	19.7 (± 0.1)	5.0-140.0	23.0 (± 21.1)	8.0-160.0
Largura molhada (m)	2.5 (± 1.3)	0.3-12.0	3.2 (± 1.4)	0.4-8.0
Vazão durante amostragem do drift (m ³ .s ⁻¹)	0.06 (± 0.02)	0.04-0.09	0.06 (± 0.03)	0.03-0.10
Velocidade da água (m.s ⁻¹)	0.21 (± 0.25)	0.00-1.63	0.23 (± 0.24)	0.00-1.83
Temperatura da água (°C)	18.1(± 1.5)	16.1-20.8	20.7 (± 1.6)	18.0-23.0
pH	6.5 (± 0.7)	5.5-7.4	6.0 (± 0.8)	5.0-7.1
Condutividade elétrica (uS.cm ⁻¹)	18.8 (± 20.5)	0.8-58.6	20.0 (± 12.5)	5.4-36.6
Fósforo Total (µg.L ⁻¹)	0.0 (± 0.0)	0.0-0.0	0.06 (± 0.05)	0.00-0.15
Nitrogênio Total (µg.L ⁻¹)	0.05 (± 0.01)	0.03-0.06	0.05 (± 0.02)	0.04-0.08

2. Macroinvertebrados

Foram coletadas amostras de invertebrados utilizando três redes de drift com 0,4 m² de área e malha de 250 µm. As redes foram fixadas no entardecer (17:00 às 20:00 h), período considerado como de pico na densidade de organismos no drift que ocorre durante o horário crepuscular (Benson & Pearson 1987, Lancaster 1992, Castro et al. 2013). As redes foram posicionadas de forma a amostrar toda a largura molhada do riacho. A velocidade média na coluna de água (m/s) foi mensurada com um fluxômetro (GLOBAL WATER FP101/201) no início e término de cada amostragem. O volume total de água filtrada em cada rede (m³) foi calculado multiplicando a área da rede pela velocidade média da água pelo tempo de amostragem. Desta forma foi possível calcular a densidade de invertebrados por amostra (ind/m³). As densidades de organismos no drift foram registradas como o número de invertebrados por 100 m³ de água filtrada (Allan & Russek 1985).

Para estimar a propensão de macroinvertebrados bentônicos ao drift foram coletadas cinco amostras de sedimento utilizando coletor tipo Surber com área de 0,09 m² e malha de 250 µm. As amostras foram coletadas a, aproximadamente, 200 m a montante do local de amostragem do drift (Lobón-Cerviá et al. 2012).

Amostras de drift e sedimento foram fixadas em campo com formol 4%. Em laboratório os invertebrados foram identificados a nível taxonômico de família com auxílio de literatura específica (Pérez 1988, Merritt & Cummins 1996, Mugnai et al. 2010). Grupos tróficos funcionais foram determinados (fragmentadores, coletores-filtradores, coletores-

catadores, raspadores e predadores) de acordo com literatura específica (Callisto et al. 2001, Fernandez & Domínguez 2001, Cummins et al. 2005, Tomanova et al. 2006) (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação em grupos tróficos funcionais dos taxa de invertebrados no drift coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012.

Grupos Tróficos Funcionais	Taxa
Coletores-catadores	Baetidae, Caenidae, Leptohyphidae, Leptophlebiidae, Gerridae, Hydrophilidae, Elmidae, Lutrochidae, Hydroptilidae, Leptoceridae, Psychodidae, Tipulidae, Oligochaeta
Coletores-filtradores	Scirtidae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Simuliidae, Dixidae, Chaoboridae, Culicidae
Predadores	Aeshnidae, Gomphidae, Libellulidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae, Calopterygidae, Naucoridae, Notonectidae, Mesoveliidae, Veliidae, Pleidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Ecnomidae, Hydrobiosidae, Hydropsychidae, Leptoceridae, Ecnomidae, Chaoboridae, Culicidae, Ceratopogonidae, Empididae
Fragmentadores	Gripopterygidae, Dryopidae, Ptilodactylidae, Calamoceratidae, Leptoceridae
Raspadores	Baetidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Psephenidae, Glossosomatidae, Hydroptilidae, Culicidae

3. *Matéria orgânica particulada em suspensão*

Para a coleta de matéria orgânica em suspensão foram instaladas três redes duplas de drift em cada riacho, sendo uma com 1 mm de malha e outra com 40 μm e área de 0,3 m^2 , que permaneceram por um período máximo de 30 minutos, para evitar entupimento. As amostras foram fixadas em campo com álcool 70% e levadas para o Laboratório de Ecologia de Bentos na UFMG para processamento.

Em laboratório as amostras de matéria orgânica foram triadas e o material seco em estufa (60 °C por 72h) e queimado em mufla (550 °C por 4h), de forma a expressar os resultados em peso seco livre de cinzas (PSLC). Os resultados foram expressos em densidade de matéria orgânica por unidade de volume (mg/L) e extrapolados para o tempo de três horas, com intuito de tornar os dados comparáveis aos dados do drift.

4. *Perifíton*

Para coleta de perifíton foi delimitado um espaço de aproximadamente 50 m nos riachos onde foram coletadas aleatoriamente cinco pedras colonizadas por perifíton. O perifíton foi raspado da região da pedra exposta à luz do sol em uma área de 12 cm² (USEPA 2006). As amostras foram armazenadas em potes plásticos escuros e posteriormente filtradas (volume 125 ml) em filtros Millipore de microfibras de vidro de 47 mm de diâmetro. A mensuração do perifíton foi realizada através do método de avaliação dos teores de clorofila-*a* do filtro, extraída utilizando acetona a 90% a 5 °C por 24 horas no escuro e leitura em espectrofotômetro Thermo/Genesys 10UV (Golterman et al. 1978).

5. *Análise de dados*

A riqueza taxonômica foi estimada como o número total de diferentes táxons encontrados em cada amostra e todas as análises foram realizadas com base na densidade de organismos no drift (ind.m⁻³) e no sedimento (ind.m⁻²).

Os valores de propensão de macroinvertebrados ao drift foram estimados através da divisão da densidade de macroinvertebrados no drift (ind.m⁻³) pela densidade de macroinvertebrados no sedimento (ind.m⁻²) (McIntosh et al. 2002, Wilcox et al. 2008, Lobón-Cerviá et al. 2012). Diferenças nos valores de propensão entre os períodos de seca e chuvas foram avaliadas através de teste t-pareado, com auxílio do programa STATISTICA 8.0.

Para avaliar relações entre a abundância de recursos alimentares disponíveis e a densidade de invertebrados no drift foram utilizadas análises de regressão. A família Chironomidae foi excluída dessas análises, pois elas têm hábitos alimentares variados e pouco conhecidos (Callisto et al. 2007, Ligeiro et al. 2010). Cada grupo trófico funcional (soma das densidades dos *taxa*) foi relacionado ao seu recurso alimentar, separadamente para os períodos de seca e chuva. Em alguns casos optamos por excluir alguns sítios amostrais de resíduos altos, como uma forma de deixar os padrões um pouco mais claros (ZAR 1999). Um ajustamento de curvas foi realizado utilizando o programa BioEstat 5.0 nos casos em que o modelo de distribuição linear não pôde ser aplicado, verificando-se através do coeficiente de determinação qual a curva que melhor se ajustou aos dados coletados (AYRES et al. 2007).

Resultados

1. Composição de macroinvertebrados

Ao todo, 56 taxa de invertebrados foram encontrados nas amostras de drift e de sedimento (Tabela 3). Foram coletados 11.085 organismos no drift, distribuídos em 54 taxa, representados por Insecta (Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Hemiptera, Coleoptera, Megaloptera, Lepidoptera, Diptera), Annelida (Oligochaeta) Platyhelminthes (Turbellaria). 5.936 indivíduos e 47 taxa foram coletados no período seco e 5.149 indivíduos e 48 taxa foram coletados no período chuvoso. Aeshnidae, Notonectidae, Psephenidae, Ecnomidae ocorreram apenas no período seco; e Gerridae, Ptilodactylidae, Scirtidae e Calamoceratidae foram exclusivos do período chuvoso.

Em geral as densidades de indivíduos no drift foram baixas (Tabela 3). Apenas 8 taxa ocorreram com densidades acima de 1% nas duas estações, com predomínio de Baetidae (38,4%), Chironomidae (23,9%), Simuliidae (16,3%) e Dixidae (3,4%) no período seco (Fig. 2a) e Chironomidae (31,9%), Simuliidae (26,2%), Baetidae (22,4%) e Hydropsychidae (3,7%) no período chuvoso (Figura 2a).

Larvas de Chironomidae ocorreram em altas densidades nas amostras de sedimento tanto na estação seca (62,7%) quanto na chuvosa (49,6%), seguidas por Leptohiphidae, Elmidae, Baetidae e Leptophlebiidae. Juntos representaram 87% dos taxa no período seco e 81% dos taxa no período chuvoso (Figura 2b).

Os valores de propensão de invertebrados ao drift não apresentaram diferença significativa entre os períodos de seca e chuva ($T=-1.369$, $p=0.207$). Na estação seca dos 47 taxa presentes no drift, 12 não ocorreram nas amostras de sedimento; e na estação chuvosa, dos 48 taxa presentes no drift, 20 não ocorreram nas amostras de sedimento (Tabela 3).

Tabela 3. Densidade média (\pm DP) de invertebrados no drift e no sedimento e propensão média (\pm DP) dos taxa nos períodos de seca (maio/junho) e chuva (novembro/dezembro) de 2012. *táxon presente somente no drift; **táxon presente somente no sedimento; “(-)” significa ausência de desvio-padrão, quando o táxon ocorreu em apenas um dos nove riachos; “-” taxa encontrado no drift e ausente no sedimento.

Taxa	Densidade no drift (ind. \cdot m ³)		Densidade no sedimento (ind. \cdot m ²)		Propensão	
	Seca	Chuva	Seca	Chuva	Seca	Chuva
Trichoptera						
Calamoceratidae	0.00 (\pm 0.00)	0.01 (\pm 0.04)	1.23 (\pm 2.25)	0.24 (\pm 0.74)	0.00 (\pm 0.00)	0.06 (-)
Ecnomidae*	0.02 (\pm 0.06)	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)	-	-
Hydrobiosidae	0.14 (\pm 0.20)	0.08 (\pm 0.09)	0.24 (\pm 0.74)	0.00 (\pm 0.00)	0.09 (-)	-
Hydropsychidae	2.87 (\pm 2.68)	2.95 (\pm 4.59)	29.87 (\pm 59.43)	15.30 (\pm 30.41)	0.26 (\pm 0.33)	0.64 (\pm 1.13)
Hydroptilidae	0.88 (\pm 1.75)	0.14 (\pm 0.19)	1.23 (\pm 3.70)	0.49 (\pm 0.98)	0.47 (-)	0.02 (\pm 0.03)
Leptoceridae	0.06 (\pm 0.10)	0.15 (\pm 0.24)	3.70 (\pm 4.30)	3.45 (\pm 5.45)	0.01 (\pm 0.01)	0.02 (\pm 0.02)
Philopotamidae	0.34 (\pm 0.70)	0.28 (\pm 0.26)	2.46 (\pm 3.22)	0.49 (\pm 0.98)	0.07 (\pm 0.10)	0.12 (\pm 0.17)
Odontoceridae**	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)	2.22 (\pm 2.48)	0.494 (\pm 0.98)	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)
Glossosomatidae	0.51 (\pm 0.94)	0.02 (\pm 0.08)	6.91 (\pm 11.51)	0.00 (\pm 0.00)	0.11 (\pm 0.14)	-
Helicopsychidae*	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)	0.24 (\pm 0.74)	0.49 (\pm 0.98)	0.00 (-)	0.00 (-)
Polycentropodidae	0.10 (\pm 0.14)	0.18 (\pm 0.21)	5.67 (\pm 6.48)	8.88 (\pm 15.98)	0.01 (\pm 0.02)	0.06 (\pm 0.10)
Ephemeroptera						
Baetidae	36.97 (\pm 50.26)	17.5 (\pm 17.29)	102.29 (\pm 122.70)	40.24 (\pm 43.31)	0.48 (\pm 0.45)	3.22 (\pm 8.27)
Leptoheptidae	2.96 (\pm 2.57)	2.94 (\pm 3.69)	130.61 (\pm 196.97)	73.82 (\pm 56.84)	0.05 (\pm 0.06)	0.04 (\pm 0.04)
Leptophlebiidae	1.29 (\pm 1.26)	0.78 (\pm 0.87)	33.33 (\pm 26.78)	75.55 (\pm 93.98)	0.08 (\pm 0.11)	0.01 (\pm 0.01)
Perilestidae	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (\pm 0.00)	0.49 (\pm 0.98)	0.24 (\pm 0.74)	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (-)
Caenidae	0.06 (\pm 0.14)	0.42 (\pm 0.83)	1.23 (\pm 3.70)	0.00 (\pm 0.00)	0.00 (-)	-
Plecoptera						
Perlidae	0.99 (\pm 1.60)	0.23 (\pm 0.19)	9.13 (\pm 8.85)	18.76 (\pm 17.64)	0.12 (\pm 0.17)	0.01 (\pm 0.01)

Gripopterygidae	0.50 (±0.49)	0.53 (±0.46)	1.48 (±1.57)	0.49 (±0.98)	0.28 (±0.23)	0.18 (±0.14)
Odonata						
Aeshnidae	0.02 (±0.06)	0.00 (± 0.00)	0.00 (±0.00)	0.24 (±0.74)	-	0.00 (-)
Libellulidae	0.22 (±0.67)	0.29 (±0.78)	12.34 (±12.42)	4.93 (±5.64)	0.01 (±0.02)	0.15 (±0.40)
Gomphidae	0.05 (±0.13)	0.01 (±0.03)	6.91 (±10.27)	0.49 (±0.98)	0.01 (±0.01)	0.00 (±0.00)
Megapodagrionidae	0.016 (±0.048)	0.03 (±0.08)	0.00 (±0.00)	1.23 (±1.96)	-	0.00 (±0.01)
Calopterygidae	0.12 (±0.26)	0.03 (±0.07)	2.22 (±2.72)	0.00 (±0.00)	0.17 (±0.03)	-
Coenagrionidae	0.05 (±0.15)	0.10 (±0.15)	2.71 (±3.97)	3.70 (±10.30)	0.00 (±0.00)	0.08 (±0.11)
Coleoptera						
Hydrophilidae	0.05 (±0.07)	0.01 (±0.03)	1.97 (±3.92)	0.00 (±0.00)	0.01 (±0.01)	-
Dryopidae*	0.07 (±0.18)	0.01 (±0.04)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Dytiscidae	0.27 (±0.54)	0.01 (±0.18)	6.66 (±8.60)	9.38 (±14.00)	0.05 (±0.08)	0.01 (±0.01)
Elmidae	3.46 (±3.67)	1.78 (±1.43)	78.76 (±63.13)	76.54 (±52.15)	0.05 (±0.03)	0.04 (±0.04)
Lutrochidae*	0.00 (±0.00)	0.03 (±0.09)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Gyrinidae*	0.10 (±0.24)	0.09 (±0.11)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Psephenidae	0.08 (±0.21)	0.00 (±0.00)	16.04 (±34.54)	5.67 (±9.17)	0.01 (±0.03)	0.00 (±0.00)
Ptilodactylidae*	0.00 (±0.00)	0.03 (±0.10)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Scirtidae*	0.00 (±0.00)	0.02 (±0.06)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Staphylinidae	0.05 (±0.09)	0.03 (±0.09)	0.24 (±0.74)	0.00 (±0.00)	0.00 (-)	-
Hemiptera						
Corixidae**	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.24 (±0.74)	-	0.00 (-)
Naucoridae	0.07 (±0.193)	0.20 (±0.27)	2.96 (±3.84)	1.48 (±2.22)	0.02 (±0.03)	0.15 (±0.12)
Notonectidae*	0.02 (±0.08)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Mesoveliidae*	0.04 (±0.08)	0.03 (±0.10)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Veliidae	0.45 (±0.38)	0.42 (±0.70)	2.71 (±5.30)	4.93 (±13.23)	0.07 (±0.05)	0.05 (±0.01)
Pleidae*	0.01 (±0.04)	0.03 (±0.08)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Gerridae*	0.00 (±0.00)	0.06 (±0.12)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Megaloptera						
Corydalidae	0.06 (±0.09)	0.01 (±0.03)	1.23 (±1.17)	2.46 (±4.36)	0.01 (±0.04)	0.00 (±0.00)
Lepidoptera						

Pyralidae	0.22 (±0.22)	0.02 (±0.08)	1.23 (±1.96)	0.74 (±1.57)	0.082 (±0.07)	0.05 (±0.07)
Diptera						
Dixidae*	3.26 (±8.59)	2.29 (±4.62)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Simuliidae	15.65 (±10.59)	20.45 (±27.83)	11.60 (±16.01)	26.91 (±48.24)	1.26 (±1.29)	0.92 (±0.75)
Chironomidae	22.97 (±13.54)	24.95 (±20.92)	895.80 (±487.75)	423.21 (±285.66)	0.03 (±0.03)	0.06 (±0.04)
Chaoboridae*	0.00 (±0.00)	0.05 (±0.15)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Psychodidae*	0.00 (±0.00)	0.04 (±0.09)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Culicidae**	0.02 (±0.08)	0.02 (±0.06)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-
Ceratopogonidae	0.25 (±0.34)	0.21 (±0.28)	35.55 (±36.27)	11.60 (±8.73)	0.01 (±0.01)	0.034 (±0.07)
Empididae	0.12 (±0.13)	0.03 (±0.10)	1.48 (±2.22)	0.00 (±0.00)	0.05 (±0.036)	-
Tipulidae	0.05 (±0.10)	0.04 (±0.06)	8.39 (±9.98)	25.18 (±22.16)	0.01 (±0.02)	0.01 (±0.01)
Tabanidae**	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.24 (±0.74)	0.00 (±0.00)	0.00 (-)	-
Hydracarina**	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.49 (±0.98)	0.74 (±1.11)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)
Oligochaeta	0.02 (±0.06)	0.08 (±0.214)	4.44 (±6.18)	10.61 (±15.18)	0.00 (±0.00)	0.01 (±0.02)
Turbellaria*	0.40 (±1.21)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	0.00 (±0.00)	-	-

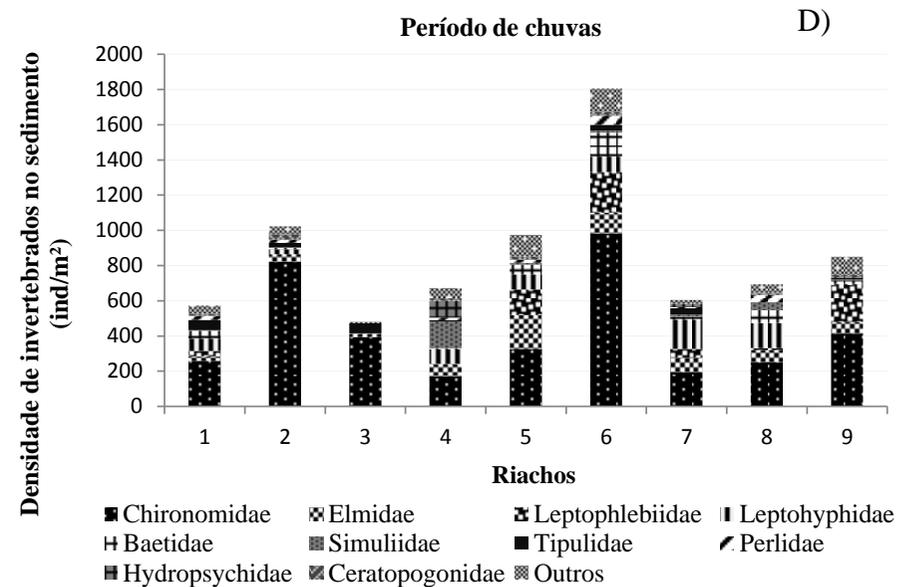
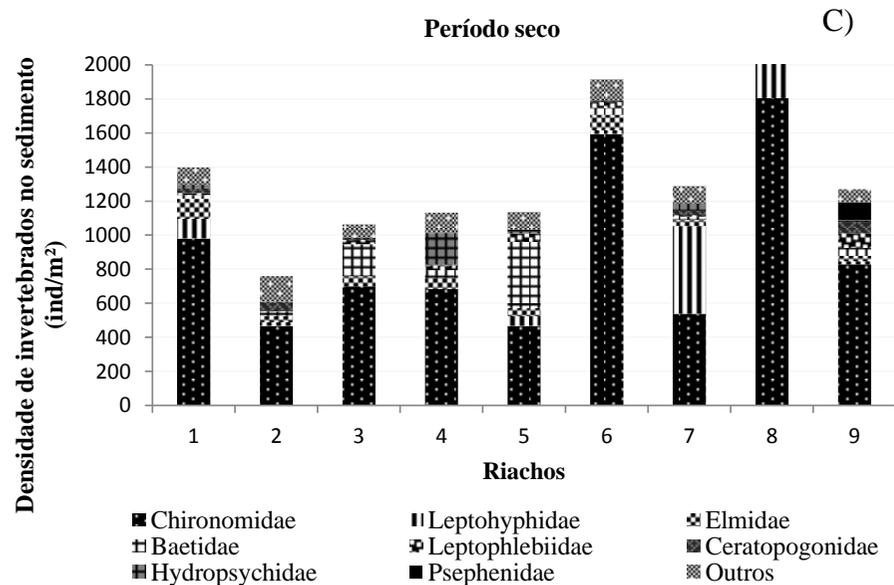
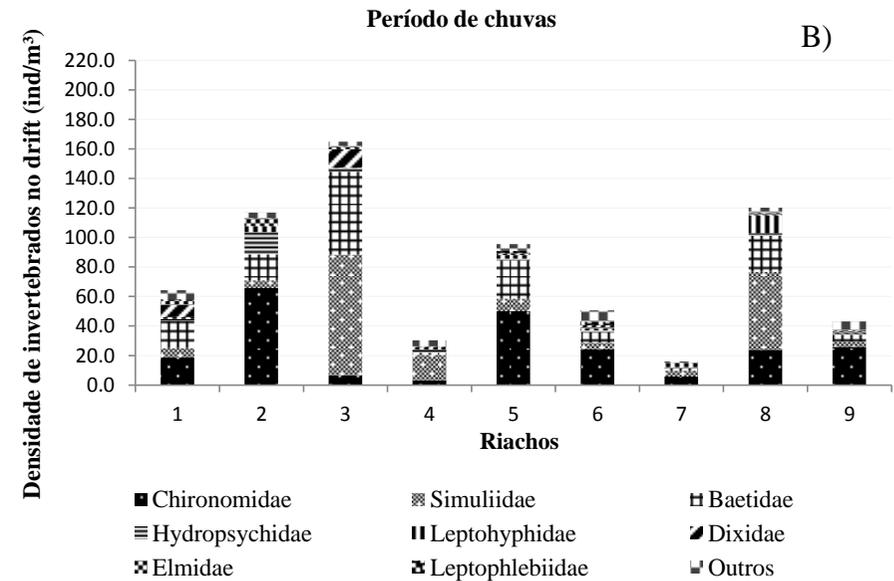
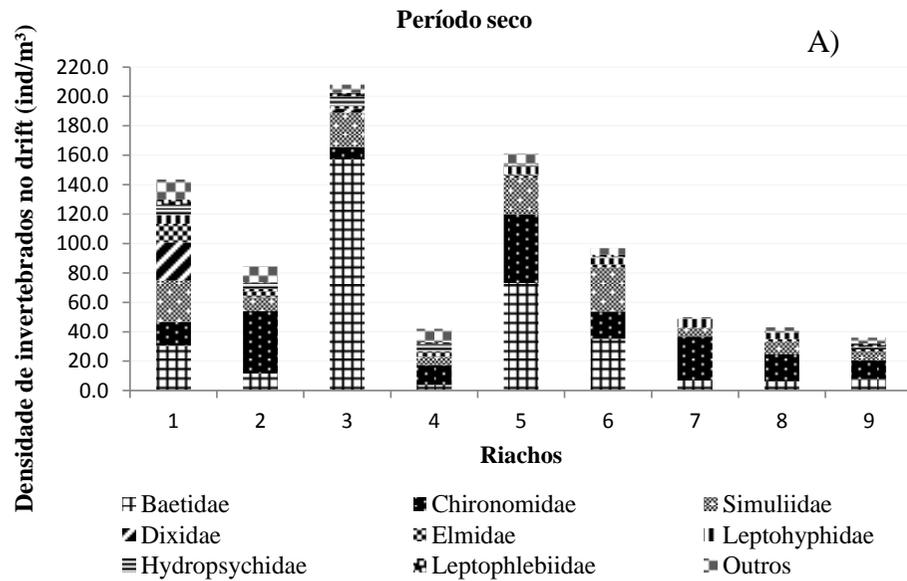


Figura 2. Densidade de invertebrados no drift (ind. \cdot m³) (A, B) e densidade de invertebrados no sedimento (ind. \cdot m²) (C, D) coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no período seco (maio/junho) e de chuvas (novembro/dezembro) do ano de 2012.

2. Relações abundância de recursos e drift de invertebrados

A densidade média total de organismos no drift foi de 87 ind. \cdot m³ nos riachos e houve relação logarítmica negativa com a disponibilidade de FPOM no período de chuvas. Assim, quando a quantidade de FPOM foi menor, a densidade de organismos no drift foi maior (Figura 3a, Tabela 5). Enquanto que no período seco a relação foi linear positiva (Figura 3b, Tabela 5).

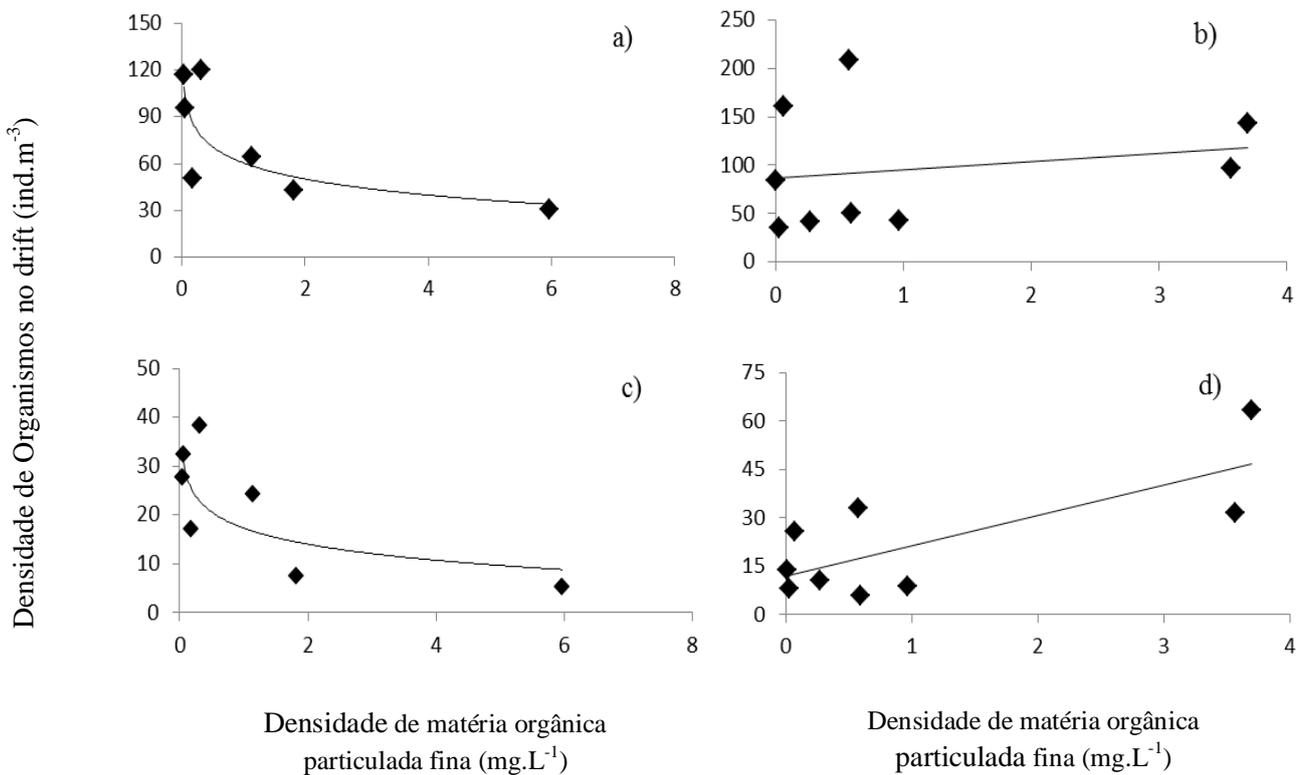


Figura 3. Densidade de organismos no drift (ind. \cdot m³) em função da matéria orgânica particulada fina (mg.L⁻¹) nos períodos de chuvas (A) e seca (B), coletores-catadores nos períodos de chuvas (C) e coletores filtradores no período de seca (D), coletados em 9 riachos ao longo da Serra do Espinhaço, Minas Gerais, Brasil. As linhas sólidas representam regressões logarítmicas em (A) e (C) e regressões lineares em (B) e (D) significativas para $\alpha=0.05$.

A maior proporção de organismos no drift foi representada por invertebrados coletores. No período seco a dominância de grupos tróficos funcionais foi coletores-catadores (39.1%), raspadores (36.9%), coletores-filtradores (19.0%), predadores (4.3%) e fragmentadores (0.8%). Esta sequência foi semelhante no período de chuvas com mudanças

nas três primeiras posições: coletores-filtradores (34.4%), coletores-catadores (31.5%) e raspadores (26.6%) (Figura 4).

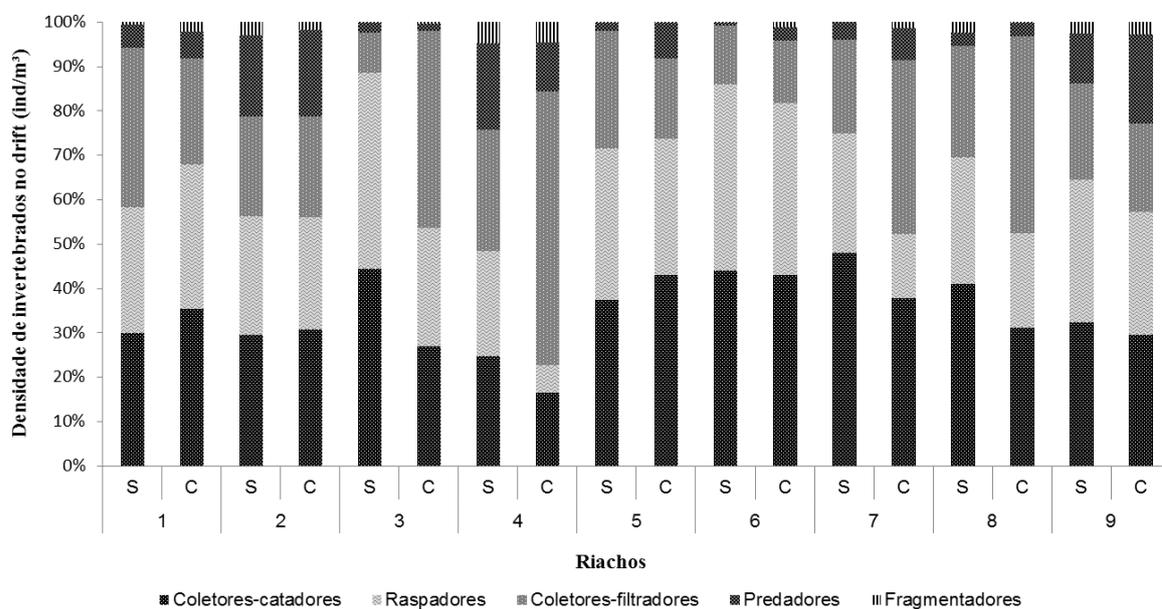


Figura 4. Densidade total de invertebrados no drift (ind. \cdot m³) por grupo trófico funcional nos nove riachos estudados nos períodos de seca e chuvas de 2012.

Os raspadores e coletores-catadores apresentaram contribuições percentuais semelhantes, pois os *taxa* Baetidae e Elmidae foram os que apresentaram as densidades médias mais elevadas (Tabela 4). Os fragmentadores foram raros no drift (máximo de 1% no período de chuvas) e não foi observada relação significativa com a CPOM. Os predadores apresentaram alta riqueza (N=14), mas em baixas densidades, com maior percentual no período de chuvas (6.4%) (Figura 4, Tabela 4).

Uma relação logarítmica negativa forte foi observada entre FPOM e coletores-catadores no período de chuvas (Figura 3c, Tabela 5). Os coletores-filtradores apresentaram a maior densidade média no período chuvoso, sendo que Simuliidae compreendeu 74,4% da densidade total de organismos. No período seco, foi observada relação linear positiva entre a disponibilidade de FPOM e a densidade de coletores-filtradores (Figura 3d, Tabela 5).

Tabela 4. Densidade média (\pm DP) de invertebrados no drift ($\text{ind}\cdot\text{m}^3$) para os grupos tróficos funcionais (GTF) e o taxa dominante em cada grupo em nove riachos na Serra do Espinhaço, (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012.

GTF	Seca	Chuva
Coletores-catadores	3.5 (\pm 16.5)	1.8 (\pm 6.8)
Baetidae	3.7 (\pm 50.3)	17.5 (\pm 17.3)
Elmidae	3.5 (\pm 3.7)	1.8 (\pm 1.4)
Raspadores	6.2 (\pm 22.1)	2.9 (\pm 8.7)
Baetidae	3.7 (\pm 50.3)	17.5 (\pm 17.3)
Elmidae	3.5 (\pm 3.7)	1.8 (\pm 1.4)
Coletores-filtradores	2.8 (\pm 6.9)	3.3 (\pm 11.7)
Simuliidae	15.7 (\pm 10.6)	20.5 (\pm 27.8)
Predadores	0.2 (\pm 0.8)	0.2 (\pm 1.1)
Hydropsychidae	2.9 (\pm 2.7)	3.0 (\pm 4.6)
Fragmentadores	0.1 (\pm 0.2)	0.1 (\pm 0.2)
Gripopterygidae	0.5 (\pm 0.5)	0.5 (\pm 0.5)

Tabela 5. Resultados das análises de regressão entre densidade total e densidade de grupos tróficos de invertebrados no drift ($\text{ind}\cdot\text{m}^3$) e os recursos alimentares disponíveis coletados em nove riachos na Serra do Espinhaço (Minas Gerais, Brasil) no ano de 2012.

Regressões	GL	F	p	R ²	Equação
Densidade total vs FPOM (seca)	1.5	9.6395	0.0267	0.6531	$y = 45.2 + 19.7X$
Densidade total vs FPOM (chuva)	1.5	–	0.0366	0.6156	$y = 14.6 + (-3.1) \ln$
Densidade total vs CPOM (seca)	1.6	0.5482	0.5082	0.6100	NS
Densidade total vs CPOM (chuva)	1.5	2.7109	0.1593	0.3500	NS
Densidade total vs Perifiton (seca)	1.6	0.3699	0.5697	0.0500	NS
Densidade total vs Perifiton (chuva)	1.7	0.0003	0.9835	0.0000	NS
Fragmentadores vs CPOM (seca)	1.7	0.6953	0.5595	0.1038	NS
Fragmentadores vs CPOM (chuva)	1.5	1.2169	0.3211	0.1957	NS
Coletores-catadores vs FPOM (seca)	1.6	0.6642	0.5494	0.0934	NS
Coletores-catadores vs FPOM (chuva)	1.5	–	0.0178	0.7068	$y = 8.1 + (-2.3) \ln$
Coletores-filtradores vs FPOM (seca)	1.7	8.7842	0.0205	0.5565	$y = 12.10 + 9.38x$
Coletores-filtradores vs FPOM (chuva)	1.6	0.0015	0.968	0.00	NS
Raspadores vs perifiton (seca)	1.6	1.2856	0.3006	0.1789	NS
Raspadores vs perifiton (chuva)	1.5	0.7212	0.5617	0.1256	NS

Discussão

A maioria dos estudos que avaliou os efeitos da abundância de recursos alimentares no drift de invertebrados manipularam experimentalmente a disponibilidade de recursos (Hildebrand 1974, Hinterleitner-Anderson et al. 1992, Siler et al. 2001). Os poucos estudos sobre o drift de invertebrados em riachos na região tropical avaliaram a variação temporal e espacial do drift (Boyero & Boch 2002, Callisto & Goulart 2005), padrões de diversidade (Lobón-Cerviá et al. 2012) e influência do drift na colonização de habitats (Rios-Touma et al. 2012). No presente estudo examinamos a influência da abundância de recursos alimentares no drift de invertebrados e observamos a importância da FPOM como recurso alimentar nos riachos tropicais, sendo que a flutuação na sua disponibilidade afetou os invertebrados coletores-catadores.

Em nosso estudo observamos baixa densidade de invertebrados no drift que contradiz o padrão de altas densidades de organismos encontrados em riachos de regiões temperadas (Benke et al. 1986, Schreiber, 1995). Porém, corroboram outros estudos em região tropical (Callisto & Goulart 2005, Lobón-Cerviá et al. 2012). As baixas densidades podem ser explicadas pela alta diversidade de espécies nesses ecossistemas incluindo os invertebrados predadores que apresentaram alta riqueza (14 dos 54 taxa no drift) em nosso estudo. Além disso, Winkelmann et al. (2008) sugeriram que na presença de vertebrados predadores os macroinvertebrados mostram uma tendência de apresentarem menores densidades no drift. Lobón-Cerviá et al. 2012 obteve o mesmo resultado. Nosso estudo não avaliou a influência da predação no drift de invertebrados, mas é notório que esse fator influencia a densidade dos organismos e deve ser levado em consideração em estudos posteriores.

As famílias Baetidae, Chironomidae e Simuliidae predominaram em ambos os períodos de coleta apresentando as maiores densidades. Callisto & Goulart (2005) encontraram altas densidades destes grupos, sendo que Chironomidae e Baetidae representaram juntos 80% da densidade total. Esses resultados também são semelhantes aos de Boyero & Boch (2002) em riachos de baixa ordem na Costa Rica, Lobón-Cerviá et al. (2012) em dois grandes riachos do Brasil e aos dados de riachos em regiões temperadas (Brittain & Eikeland 1988).

Nos riachos de cabeceira a produção primária autóctone é limitada pelo sombreamento da vegetação ripária (Vannote et al. 1980). Como consequência, a matéria orgânica alóctone na forma de CPOM e FPOM é a principal fonte de energia e nutrientes para a comunidade de

macroinvertebrados (Cummins et al. 2005). Os organismos fragmentadores ocorreram em baixas densidades. Esses animais alimentam-se diretamente de detritos foliares, transformando-os em FPOM (Hieber & Gessner, 2002), porém não foi observada relação significativa com a CPOM. A escassez de fragmentadores tem sido relatada em vários estudos em região tropical (Bojsen & Jacobsen 2003, Greathouse & Pringle 2006, Moretti et al. 2009 e suas referências) em contraste com estudos em riachos temperados. Uma possível explicação para esse padrão é que a vegetação ciliar em regiões tropicais é menos palatável do que as folhas de regiões temperadas, como uma forma de evitar a pressão da herbivoria (Yule & Gomez 2009). Em riachos na Ásia tropical Li & Dudgeon (2008) observaram que apesar da abundância de CPOM, os invertebrados fragmentadores pouco utilizaram deste recurso, sendo a FPOM o principal componente da dieta desses animais. Outros estudos confirmam esse resultado (Chará-Serna et al. 2012, Tomanova et al. 2006), mostrando ser a FPOM suspensa na água uma importante fonte de recursos alimentares para invertebrados em trechos a jusante (Mollá et al. 2006, Callisto & Graça 2013).

Neste estudo, coletores-catadores e coletores-filtradores ocorreram em altas densidades nos dois períodos amostrais. Os coletores-filtradores foram relacionados positivamente com a FPOM indicando que quando a disponibilidade de FPOM é alta, as densidades de invertebrados coletores-filtradores no drift também são altas. Em um estudo experimental Siler et al. (2001) observaram que a exportação de FPOM nos riachos manipulados diminuiu 73% em relação aos riachos de referência após o quarto ano de exclusão de aporte de detritos orgânicos. Apesar disso a deriva de coletores-filtradores não foi afetada, ao contrário dos coletores-catadores. Os coletores-filtradores usam a correnteza para explorar a FPOM na coluna d'água oriunda de habitats a montante, gastando assim pouca energia na obtenção de alimentos (Wallace & Webster 1996). Esse mecanismo de alimentação permitiu aos coletores-filtradores alcançarem densidades altas e não serem afetados pela variação na disponibilidade de recurso alimentar, a não ser que a disponibilidade da FPOM alcance um nível extremamente baixo (Siler et al. 2001).

Os coletores-catadores foram abundantes e correlacionados negativamente à disponibilidade de FPOM no período de chuvas, ou seja, quando a quantidade de FPOM é baixa, a densidade de coletores-catadores foi alta. Por outro lado, no período seco a relação foi positiva. Estes dados sugerem a ocorrência de drift comportamental, como uma evidência de dispersão em razão da competição pelo recurso (Hinterleitner-Anderson et al. 1993, Fonseca & Hart 1996). Os coletores-catadores capturam a FPOM nos interstícios dos

sedimentos de fundo, apresentando pouca especialização morfológica e capacidade de locomoverem-se no sedimento fino depositado nos substratos (Cummins et al. 2005). Além disso, as chuvas devem ter carreado a matéria fina depositada e contribuído para sua disponibilidade limitada, afetando esses organismos (Callisto & Graça 2013).

Os organismos raspadores não foram relacionados significativamente com o perifiton, ao contrário de outros estudos que observaram que a abundância de invertebrados raspadores é menor no drift quando os recursos alimentares são mais abundantes (Warren et al. 1964, Richards & Minshall 1988, Hinterleitner-Anderson et al. 1992, Siler et al. 2001). No entanto, ninfas de Baetidae corresponderam a 85% da densidade total de raspadores em nosso estudo e alguns estudos revelaram que esses organismos derivam mais durante a noite enquanto forrageiam como resultado de um fenômeno passivo (Ploskey & Brown 1980, Stutzner & Mogel 1985). A alta densidade de raspadores em nosso estudo foi direcionada pela dominância de Baetidae em relação aos demais *taxa* raspadores. Além disso, nossa amostragem foi realizada a partir do horário crepuscular, período de forrageamento de ninfas de Baetidae.

Nossos resultados sugerem que o drift de invertebrados pode ocorrer em função da disponibilidade de recursos alimentares e que esse efeito é maior para os invertebrados coletores-catadores, pois eles são diretamente afetados pelas flutuações na disponibilidade da FPOM, principal fonte de alimento nos riachos de cabeceira tropicais.

Referências

- AYRES, M., AYRES JÚNIOR, M., AYRES, D.L. & SANTOS, A.A. 2007. BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. 5ªed, Ong Mamiraua. Belém, PA.
- AB`SABER, A. B. 1990. Paleoclimas quaternários e história da América Tropical. Revista Brasileira de Biologia. 50:821-831.
- ALLAN, J. D. & RUSSEK, E. 1985. The quantification of stream drift. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2:210-215.
- BENSON, L.J. & PEARSON, R. G. 1987. Drift and upstream movement in Yuccabine Creek, an Australian tropical stream. Hydrobiologia. 153:225-239.
- BOJSEN, B.H. & JACOBSEN, D. 2003. Effects of deforestation on macroinvertebrate diversity and assemblage structure in Ecuadorian Amazon streams. Archiv fur Hydrobiologie. 158:317-342.

-
- BOYERO, L. & BOSCH, J. 2002. Spatial and temporal variation of macroinvertebrate drift in two neotropical streams. *Biotropica*. 34:567– 574.
- CHARÁ-SERNA, A. M., CHARÁ, J. D., ZUNIGA, M. C., PEARSON, R. G. & BOYERO, L. 2012. Diets of leaf litter-associated invertebrates in three tropical streams. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*. 48:139–144.
- CALLISTO, M., MORENO, P. & BARBOSA, F. A. R. 2001. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro*. 61(2):259-266.
- CALLISTO, M. & GOULART, M. 2005. Invertebrate drift along a longitudinal gradient in a Neotropical stream in Serra do Cipo National Park, Brazil. *Hydrobiologia*. 539:47– 56.
- CALLISTO, M., GONÇALVES, J. F. Jr. & GRAÇA, M. A. S. 2007. Leaf litter as a possible food source for chironomids in headwater streams. *Revista Brasileira de Zoologia*. 24:442–448.
- CALLISTO, M. & GRAÇA, M. A. S. 2013. The quality and availability of fine particulate organic matter for collector species in headwater streams. *International Review of Hydrobiology*. 98:132–140.
- CASTRO, D. M. P., HUGHES, R. M. & CALLISTO, M. 2013. Effects of flow fluctuations on the daily and seasonal drift of invertebrates in a tropical river. *Annales de Limnologie - International Journal of Limnology*. 49:169-177.
- CUMMINS, K. W., MERRIT, R. W. & ANDRADE, P. C. N. 2005. The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environmental*. 40:69-89.
- ELLIOTT, J. M. 1968. The life histories and drifting of Trichoptera in a Dartmoor stream. *Journal of Animal Ecology*. 37:615 – 625.
- ELLIOTT, J. M. 2002. A continuous study of the total drift of freshwater shrimps, *Gammarus pulex*, in a small stony stream in the English Lake District. *Freshwater Biology*. 47:75-86.
- FLECKER, A. S. 1992. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from neotropical streams. *Ecology*. 73:438–448.
- FONSECA, D. M. & HART, D. D. 1996. Density-dependent dispersal of black fly neonates is mediated by flow. *Oikos*. 75:49-58.
- GESSNER, M.O., SWAN, C.M., DANG, C.K., MCKIE, B.G., BARDGETT, R.D., WALL, D.H. & HATTENSCHWILER, S. 2010. Diversity meets decomposition. *Trends in Ecology and Evolution*. 25(6):372-380.

-
- GIBBINS, C. N., VERICAT, D. & BATALLA, R. J. 2010. Relation between invertebrate drift and flow velocity in sand-bed and riffle habitats and the limits imposed by substrate stability and benthic density. *Journal of the North American Benthological Society*. 29:945-958.
- GOLTERMAN, H. L., CLYMO, R. S. & OHNSTAD, M. A. M. 1978. *Methods for physical and chemical analyses of freshwaters*, 2 ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications, IBP. 213p.
- GONÇALVES, J. F., REZENDE, R. S., FRANÇA, J. & CALLISTO, M. 2012. Invertebrate colonisation during leaf processing of native, exotic and artificial detritus in a tropical stream. *Marine and Freshwater Research*. 63:428-439.
- GONÇALVES, J. F. & CALLISTO, M. 2013. Organic-matter dynamics in the riparian zone of a tropical headwater stream in Southern Brasil. *Aquatic Botany*. 109:8-13.
- GONÇALVES, J.F. Jr., GRAÇA, M.A.S. & CALLISTO, M. 2007. Litter decomposition in a Cerrado savannah stream is retarded by leaf toughness, low dissolved nutrients and a low density of shredders. *Freshwater Biology*. 52:1440-1451.
- GRAÇA, M. A. S. 2001. The role of invertebrates on leaf litter decomposition in streams – a review. *International Review of Hydrobiology*. 86:383–393.
- GREATHOUSE, E.A. & PRINGLE, C.M. 2006. Does the river continuum concept apply on a tropical island? Longitudinal variation in a Puerto Rican stream. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 63:134–152.
- HANSEN, E. A. & CLOSS, G. P. 2007. Temporal consistency in the long-term spatial distribution of macroinvertebrate drift along a stream reach. *Hydrobiologia*. 575:361-371.
- HAY, C. H., FRANTI, T. G., MARX, D. B., PETERS, E. J. & HESSE, L. W. 2008. Macroinvertebrate drift density in relation to abiotic factors in the Missouri River. *Hydrobiologia*. 598:175-189.
- HIEBER, M., ROBINSON, C. T. & UEHLINGER, U. 2003. Seasonal and diel patterns of invertebrate drift in different alpine stream types. *Freshwater Biology*. 48:1078-1092.
- HIEBER, M. & GESSNER, M.O. 2002. Contribution of stream detritivores, fungi, and bacteria to leaf breakdown based on biomass estimates. *Ecology*. 83:1026-1038.
- HILDEBRAND, S.G. 1974. The relation of drift to benthos density and food level in an artificial stream. *Limnology and Oceanography*. 19(6):951-957.
- HINTERLEITNER-ANDERSON, D., HERSHEY, A. E. & SCHULT, J. A. 1992. The effects of river fertilization on mayfly (*Baetis* sp.) drift patterns and population density in an arctic river. *Hydrobiologia*. 240:247-258.
- JACOBSEN, D. & BOJSEN. B. 2002. Macroinvertebrate drift in Amazon streams in relation to riparian forest cover and fish fauna. *Archiv fur Hydrobiologie*. 155:177–197.

-
- LANCASTER, J. 1992. Diel variations in the effect of spates on mayflies (Ephemeroptera, *Baetis*). *Canadian Journal Zoology*. 70:1696-1700.
- LEUNG, E. S., ROSENFELD, J. S. & BERNHARDT, J. R. 2009. Habitat effects on invertebrate drift in a small trout stream: implications for prey availability to drift-feeding fish. *Hydrobiologia*. 623:113–125.
- LOBÓN-CERVIÁ, J., REZENDE, C. F. & CASTELLANOS, C. 2012. High species diversity and low density typify drift and benthos composition in Neotropical streams. *Fundamental and Applied Limnology*. 181(2):129-142.
- LIGEIRO, R., MORETTI, M. M. S., GONÇALVES, J. F. JR. & CALLISTO, M. 2010. What is more important for invertebrate colonization in a stream with low-quality litter inputs: exposure time or leaf species? *Hydrobiologia*. 235:1-2.
- KRATZ, K.W. 1996. Effects of stoneflies on local prey populations: mechanisms of impact across prey density. *Ecology*. 77(5):1573-1585.
- McINTOSH, A. R., PECKARSKY, B. L. & TAYLOR, B. W. 2002. The influence of predatory fish on mayfly drift: extrapolating from experiments to nature. *Freshwater Biology*. 47:1497-1513.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. An introduction to the aquatic insects of North America. Kendall/Hunt Iowa, 1996.
- MOLLÁ, S., ROBLES, S. & CASADO, C. 2006. Seasonal Variability of Particulate Organic Matter in a Mountain Stream in Central Spain. *International Review Hydrobiology*. 91:406–422.
- MORETTI, M. S., LOYOLA, R. D., BECKER, B. & CALLISTO, M. 2009. Leaf abundance and phenolic concentrations codetermine the selection of case-building materials by *Phylloicus* sp. (Trichoptera, Calamoceratidae). *Hydrobiologia*. 630:199-206.
- MUGNAI, R., NESSIMIAN, J. L. & BAPTISTA, D. F. 2010. Manual de identificação de macroinvertebrados aquáticos do estado do Rio de Janeiro. Technical Books Editora Ltda Rio de Janeiro.
- MULLER, K., 1954. Investigations on the organic drift in north Swedish streams. Institute for Freshwater Research, Drottningholm. 35:133-148.
- NAKANO, S., FAUSCH, K. D. & KITANO, S. 1999. Flexible niche partitioning via a foraging mode shift: a proposed mechanism for coexistence in stream-dwelling charrs. *Journal of animal ecology*. 68:1079-1092.
- O. Y. L., A. & DUDGEON, D. 2008. Food resources of shredders and other benthic macroinvertebrates in relation to shading conditions in tropical Hong Kong streams. *Freshwater Biology*. 53:2011-2025.
- PECKARSKY, B. L., 1996. Alternative predator avoidance syndromes of stream-dwelling mayfly larvae. *Ecology*. 77(6):1888-1905.

-
- PALMER, T. M., 1995. The influence of spatial heterogeneity on the behavior and growth of two herbivorous stream insects. *Oecologia*. 104:476-486.
- PALMER, M. A., ALLAN, J. D. & BUTMAN, C. A. 1996. Dispersal as a regional process affecting the local dynamics of marine and stream benthic invertebrates. *Trends in Ecology and Evolution*. 11(8):322-326.
- PÉREZ, G. R. 1988. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Colciencias Bogotá.
- RAMIREZ, A. & PRINGLE, C. N. 1998. Invertebrate drift and benthic community dynamics in a lowland neotropical stream, Costa Rica. *Hydrobiologia*. 386:19-26.
- RAMÍREZ, A. & PRINGLE, C. M. 2001. Spatial and temporal patterns of invertebrate drift in streams draining a Neotropical landscape. *Freshwater Biology*. 46:47– 62.
- RICHARDSON, J. S. 1991. Seasonal food limitation of detritivores in a montane stream – an experimental test. *Ecology*. 72:873-887.
- RINCÓN, P.A. & LOBÓN-CERVIÁ, J. 1997. Temporal patterns in Macroinvertebrate drift in a northern Spanish stream. *Marine and Freshwater Research*. 48:455-464.
- RÍOS-TOUMA, B., PRAT, N. & ENCALADA, A. C. 2012. Invertebrate drift and colonization processes in a tropical Andean stream. *Aquatic Biology*. 14:233–246.
- SAADI, A. 1995. A geomorfologia da Serra do Espinhaço em Minas Gerais e suas margens. *Geomonos*. 3(1):41-63.
- SILER, E. R., WALLACE, J. B. & EGGERT, S. L. 2001. Long-term effects of resource limitation on stream invertebrate drift. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences*. 58:1624-1637.
- TOMANOVA, S., GOITIA, E. & HELESIC, J. 2006. Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in Neotropical streams. *Hydrobiologia*. 556:251–264.
- TONKIN, J. D. & DEATH, R. G. 2013. Macroinvertebrate drift-benthos trends in a regulated river. *Fundamental and applied limnology*. 182(3):231-245.
- TONKIN, J. D., DEATH, R. G. & JOY, M. K. 2009. Invertebrate drift patterns in a regulated river: dams, periphyton biomass or longitudinal patterns? *River Research and Application*. 25:1219-1231.
- USEPA. 2006. Surface Waters. Western Pilot Study: Field operations Manual for Wadeable Streams. EPA-620-R-06-003. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.
- VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The River Continuum Concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 37:130-137.

-
- WALLACE, J.B. & WEBSTER, J.R. 1996. The role of macroinvertebrates in stream ecosystem function. *Annual Review Entomology*. 41:115-139.
- WARINGER, J.A. 1992. The drifting of invertebrates and particulate organic matter in a Australian mountain brook. *Freshwater Biology*. 27:367-378.
- WATERS, T. F. 1972. Drift of stream insects. *Annual Review of Entomology*. 17:253-272.
- WINKELMANN, C., PETZOLDT, T., KOOP, J. H., MATTHAEI, C. & BENNDORF, J., 2008. Benthivorous fish reduce stream invertebrate drift in a large scale field experiment. *Aquatic Ecology*. 42:483-493.
- WINTERBOTTOM, J. H., ORTON, S. E. & HILDREW, A. G. 1997. Field experiments on the mobility of benthic invertebrates in a southern English stream. *Freshwater Biology*. 38:37-47.
- WILCOX, A. C., PECKARSKY, B. L., TAYLOR, B. W. & ENCALADA, A. C. 2008. Hydraulic and geomorphic effects on mayfly drift in high-gradient streams at moderate discharges. *Ecohydrology*. 1:176-186.
- WOOSTER, D. & SIH, A. 1995. A review of the drift and activity responses of stream prey to predator presence. *Oikos*. 73:3-8.
- YULE, C. M., & GOMEZ, L. N. 2009. Leaf litter decomposition in a tropical peat swamp forest in Peninsular Malaysia. *Wetlands Ecology and Management*. 17:231-241.
- ZAR, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4thed. New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 663p.

Conclusão

A composição do drift de invertebrados e padrão de densidade mostrou-se semelhante aos dados de estudos anteriores em riachos na região tropical. Os invertebrados coletores-catadores e coletores-filtradores foram mais abundantes e apresentaram relações significativas com a matéria orgânica particulada fina. Entretanto, o efeito limitante da FPOM foi observado somente nos coletores-catadores, pois eles utilizam a FPOM depositada nos substratos de fundo e, por isso, são mais sensíveis a flutuações na disponibilidade de recursos. Como os coletores-filtradores gastam menos energia para aquisição de alimento por usarem a correnteza para explorar a FPOM, eles conseguem se manter, a não ser que o recurso alcance um nível extremamente baixo.

Trabalhos como esse são importantes para subsidiar estudos sobre a conservação de zonas ripárias de riachos de cabeceira, visto que alterações na mata ciliar podem alterar a disponibilidade de alimento nos riachos e influenciar na densidade e composição taxonômica de invertebrados no drift.

Perspectivas Futuras

Estudos futuros em riachos de cabeceira tropicais deverão considerar o uso e ocupação do solo no seu entorno como um fator que potencialmente influencia a entrada de nutrientes nesses sistemas. Além disso, a maioria dos estudos sobre drift tem sido realizada em escalas espaciais limitadas, tais como um único rio ou riacho. Assim, pesquisas futuras sobre drift de macroinvertebrados deverão considerar escalas maiores (Svendsen et al. 2004).

ANEXO

Instruções aos Autores

Os trabalhos submetidos à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser enviados **exclusivamente** para o e-mail biotaneotropica@cria.org.br

Manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados a assessores científicos selecionados pela Comissão Editorial. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. A aceitação dos trabalhos depende da decisão da Comissão Editorial. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo e indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), 2 do exterior no caso de trabalhos em inglês, com as respectivas instituições e e-mail. No caso de manuscritos em inglês, indicar pelo menos 2 revisores estrangeiros, de preferência de países de língua inglesa. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela Comissão Editorial, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias, exceto quando explicitamente informado.

Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem como da impressão e envio das cópias impressas às bibliotecas de referência. Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa.

Ao submeter o manuscrito: a) defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo; b) indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), com as respectivas instituições e e-mail; c) manifeste por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa, caso seu trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica.

No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem estar, obrigatoriamente, seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology.

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior) ou, preferencialmente, em formato RTF (Rich Text Format). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Antes de serem publicados, todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela Comissão Editorial. Para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o

direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice, quando julgarem apropriado. O PDF do trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização de imagens dos trabalhos publicados para a composição gráfica do site.

Pontos de Vista

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da Comissão Editorial, a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

Para a publicação de trabalhos nas demais categorias:

Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências), as tabelas e as legendas das figuras; e um segundo arquivo contendo as figuras. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados (e.g., ZIP). É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado. Após o aceite definitivo do manuscrito o(s) autor(es) deverá(ão) subdividir o trabalho em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos. Os nomes dos arquivos deverão ter a extensão apropriada para o tipo de formato utilizado (.rtf, para arquivos em Rich Text Format, .doc para MS-Word, .gif para imagens em GIF, .jpg para imagens em JPEG etc.), devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar acentos, hífen, espaços ou qualquer caractere extra. Nesta submissão final, as figuras deverão ser apresentadas em alta resolução. Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

Documento principal

Um **único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc** com os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, texto integral do trabalho, referências bibliográficas, tabelas e legendas de figuras. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato:

Título conciso e informativo

-
- Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas);
 - Título resumido

Autores

- Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações
- Filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail

Resumos/Abstract - com no máximo, 300 palavras

- Título em inglês e em português ou espanhol
- Resumo em inglês (Abstract)
- Palavras-chave em inglês (Key words) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título
- Resumo em português ou espanhol
- Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título. As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

Corpo do Trabalho

1. Seções

No caso do trabalho estar nas categorias "Artigo Científico", "Short Communication", "Inventário" e "Chave de Identificação", ele deverá ter a seguinte estrutura:

- Introdução (Introduction)
- Material e Métodos (Material and Methods)
- Resultados (Results)
- Discussão (Discussion)
- Agradecimentos (Acknowledgments)
- Referências bibliográficas (References)

A critério do autor, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos no caso de Short Communications. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

2. Casos especiais

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho. Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser

formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (Ex. 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

3. Numeração dos subtítulos

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. **Introdução, Material e Métodos etc.**). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

4. Citações bibliográficas

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

5. Números e unidades

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

6. Fórmulas

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex. $a = p.r^2$ ou Na_2HPO_4 , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

7. Citações de figuras e tabelas

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figura 1, Tabela 1, Figure 1, Table 1)

8. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y., WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In *Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. *Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN-IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. *Biota Neotrop.* 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003> (último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho. Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

9 - Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

10 - Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Na submissão inicial do trabalho, as imagens devem ser enviadas na menor resolução possível, para facilitar o envio eletrônico do trabalho para assessoria "ad hoc".

Na submissão inicial, todas as figuras deverão ser inseridas em um arquivo único, tipo ZIP, de no máximo 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados. Para avaliação da editoria e assessores, o tamanho dos arquivos de imagens deve ser de 10 x 15 cm com 72 dpi de definição (isso resulta em arquivos JPG da ordem de 60 a 100 Kbytes). O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 cm entre a largura e altura.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

Quando do aceite final do manuscrito, as figuras deverão ser apresentadas com alta resolução e em arquivos separados. Cada arquivo deve ser denominado como figura N.EXT, onde N é o número da figura e EXT é a extensão, de acordo com o formato da figura, ou seja, jpg para imagens em JPEG, gif para imagens em formato gif, tif para imagens em formato TIFF, bmp para imagens em formato BMP. Assim, o arquivo contendo a figura 1, cujo formato é tif, deve se chamar figura1.tif. Uma prancha composta por várias figuras a, b, c, d é considerada uma figura. Aconselha-se o uso de formatos JPEG e TIFF para fotografias e GIF ou BMP para gráficos. Outros formatos de imagens poderão também ser aceitos, sob consulta prévia. Para desenhos e gráficos os detalhes da resolução serão definidos pela equipe de produção do PDF em contacto com os autores.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc. inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes.

Nos trabalhos em português ou espanhol todas as legendas das figuras devem ser bilíngües, obrigatoriamente, em português/espanhol e em inglês. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português.

11 - Arquivo de conteúdo

Todas as submissões deverão conter necessariamente 4 arquivos: **carta encaminhamento** (doc ou rtf) indicando título do manuscrito, autores e filiação, autor para correspondência (email) e manifestando por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 25,00 (vinte e cinco reais) por página impressa, caso o trabalho seja aceito para publicação na Biota Neotropica; **principal** (doc ou rtf), reunindo todos os arquivos de texto do trabalho; figuras (doc ou zip) - pode haver mais de um arquivo **figuras** (figuras 1, figuras 2...) se o tamanho ultrapassar 2Mb; **assessores** (doc ou rtf), com a indicação dos possíveis assessores para o trabalho. Os arquivos podem ser enviados separadamente ou incluídos em um único arquivo zip.

Juntamente com os arquivos que compõem o artigo, deve ser enviado um arquivo denominado **Índice.doc** ou **Índice.rtf**, que contenha a relação dos nomes de todos os arquivos que fazem parte do documento, especificando um por linha.