

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Efeitos dos fatores ambientais sobre a fauna de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.

Igor Vinicius Takebe

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO – SP

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENTOMOLOGIA

Efeitos dos fatores ambientais sobre a fauna de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.

Igor Vinicius Takebe

Orientador: Pitágoras da Conceição Bispo

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências, Área: Entomologia

RIBEIRÃO PRETO – SP

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Takebe, Igor Vinicius

Efeitos dos fatores ambientais sobre a fauna de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra de Paranapiacaba, sudeste do Brasil.

Dissertação de Mestrado, apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto - USP, Área de concentração: Entomologia

Orientador: Pitágoras da Conceição Bispo

1. Insetos aquáticos. 2. Ambientes lóticos. 3. Ambientes Aquáticos. 4. Mata Atlântica.

Dedico este trabalho a minha mãe,
Yuko, um exemplo para mim e
minha grande incentivadora.

Sumário

Agradecimentos	vi
Resumo	1
Abstract	2
Capítulo 1: Introdução	3
Riachos	4
Ephemeroptera	6
Insetos aquáticos e qualidade ambiental	8
Considerações iniciais	9
Referências bibliográficas	9
Capítulo 2: manuscrito	16
Resumo	17
Abstract	18
Introdução	19
Material e métodos	20
Área de estudo	20
Coletas e identificação	21
Caracterização ambiental	21
Análise de dados	22
Resultados	23
Discussão	24
Referências bibliográficas	27
Tabelas e figuras	33

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa concedida durante o mestrado e à FAPESP (processo 04/09711-8) pelo apoio financeiro, o qual foi de grande importância para o desenvolvimento deste trabalho.

À Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – Universidade de São Paulo, através do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, por todo apoio que necessitei durante o mestrado.

À UNESP – Assis pelo fornecimento do espaço físico, equipamentos e material necessários para o bom andamento do trabalho.

Ao Prof. Dr. Pitágoras C. Bispo, mais que um orientador, um amigo por quem tenho enorme admiração e respeito por ter me ensinado muitas coisas seja em sala de aula, em laboratório, em coletas ou em seu cotidiano com muita simplicidade, paciência e inteligência. Agradeço também à Dr. Vera L. Crisci-Bispo por me receber em seu lar na primeira vez em que fui a Ribeirão Preto quando ainda era um estagiário.

Ao Prof. Dr. Cláudio G. Froehlich por permitir minha presença em seu laboratório sempre que precisasse de ajuda e, assim, aprender e desenvolver meu trabalho.

À Prof.(a) Dr. Vera C. Silva por ceder espaço, equipamentos e material para desenvolver parte do projeto.

Aos técnicos de laboratório da UNESP – Assis, pela atenção e paciência.

A todos técnicos e funcionários da secretária de pós-graduação da USP pela competência e agilidade em solucionar problemas.

À Renata A. Cavallari, por sua ajuda sempre prestativa.

Ao Rodolfo e Viviana, pela amizade e paciência por me aguentar em sua casa por diversas vezes, além de serem pessoas que me incentivaram e ajudaram muito.

Aos colegas que fiz no Laboratório de Entomologia Aquática da USP de Ribeirão Preto, Rodolfo, Adolfo, Cleber, Lucas, Luiz, Ana e Márcia pela ajuda e amizade.

Aos colegas Pablo, Elisa e Gabriel Paciência pelo auxílio em coletas, análises estatísticas e muitas risadas em campo e no antigo e minúsculo laboratório. Em especial, à Elisa pelo auxílio nos comentários, gráficos e abstract.

Aos colegas do LABIA (Laboratório de Biologia Aquática) da UNESP – Assis, pelo convívio e companheirismo.

Aos meus amigos: Birigua, Rafinha, Jaú, Bi, Hector, Bauru, Joãozinho, Lukinha Campana, Douglas, Pablo, Tamaya, Nath, Leco, Fefe, Thiago, Papa, Cíntia, Carol, Márcia, Bruna, Magrão, Gui, Lukinha Cabeça, Micareta, Ana, Broxa, Rolinha, Aurélio, Lukete, Coça, Rodolfo, Cleto, Fresco e Zaga presentes nos melhores momentos de descontração: churrascos, barzinhos, baladas, campeonatos de truco, pôquer, W11, futsal e basket. Em especial, agradeço a Carol pelo incentivo, amizade e apoio.

Ao meu amigo Rafinha, por me receber em sua casa em cada disciplina que tive auxiliando muito minhas idas a Ribeirão Preto, pelas risadas e pela amizade.

À Simone, por todo carinho, atenção e confiança.

À Cibele e ao Py, pelos momentos felizes e confiança depositada.

A minha família pelo apoio incondicional.

Resumo

O presente estudo está apresentado em dois capítulos. No primeiro capítulo foi feita uma introdução geral com os principais conceitos referentes à ecologia de ambientes lóticos e à ordem Ephemeroptera. O segundo capítulo traz os resultados obtidos durante o mestrado. Os objetivos do presente trabalho foram testar os efeitos da vazão, das variáveis ambientais (pH, condutividade, oxigênio dissolvido), da distância geográfica e da ação antrópica sobre a riqueza, abundância e composição faunística de efemerópteros associados ao substrato rochoso em riachos da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo. As coletas foram realizadas em riachos da Serra de Paranapiacaba em setembro de 2006 e agosto de 2007 em substrato rochoso. Foram amostrados 33 pontos de coleta em riachos de 1^a a 4^a ordens; em cada ponto, 25 pedras de tamanho padronizado (18-20 cm de maior diâmetro) foram coletadas. A maior abundância, a maior riqueza e os menores escores do primeiro eixo da DCA tenderam a ocorrer em riachos maiores. O teste de Mantel também identificou relação significativa entre a vazão e a similaridade faunística, porém, a intensidade dessa relação foi baixa. A ausência da relação entre os demais fatores e a fauna pode ter sido resultante da ocorrência de chuvas antes e durante as coletas.

Palavras chaves: insetos aquáticos; ambientes lóticos; ambientes aquáticos; mata atlântica.

Abstract

This study is presented in two chapters. The first chapter comprises a general introduction with the main concepts concerning to the ecology of lotic ecosystems and the Order Ephemeroptera. The second chapter presents the results observed during the master's research. The objectives of this study were to test the effects of discharge, environmental variables (pH, conductivity, dissolved oxygen), geographic distance and antropic influence on the richness, abundance and faunistic composition of ephemeropterans associated to rocky substrate in streams of Serra de Paranapiacaba, State of São Paulo. Samplings were conducted in streams of Serra de Paranapiacaba on September 2006 and August 2007. Thirty three sites were sampled, the streams ranged from 1st to 4th order; in each site, 25 stones of standardized size (18-20 cm along the longest axis) were collected. The greatest abundance, greatest richness and the lowest scores from the first DCA axis tended to occur in larger streams. The Mantel test also detected a significant relationship between discharge and faunistic similarity, although the intensity of this relationship was weak. The absence of a relationship between other factors and the faunal distribution might have been the result of peaks of rain before and during sampling days.

Keywords: aquatic insects; lotic ecosystems; aquatic ecosystems; atlantic rainforest.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO GERAL

INTRODUÇÃO

Riachos

Os ambientes lóticos ou de água corrente se distinguem de outros ambientes aquáticos devido suas características particulares como fluxo unidirecional, forma linear, morfologia do leito e canal instáveis, ecossistema aberto, alto grau de heterogeneidade espacial e temporal em todas as escalas, aparente organização hierárquica, alta variabilidade e biota particular (Giller & Malmqvist, 1998). Strahler (1957) classificou os ambientes lóticos em ordens, nesse sistema, riachos formados diretamente pelas nascentes sem receber tributários são considerados de 1^a ordem, quando dois de 1^a ordem se encontram formam um de 2^a ordem, quando dois de 2^a se unem formam um de 3^a e assim por diante. No presente trabalho, ambientes lóticos de 1^a - 4^a ordem são denominados de riachos.

Os ambientes lóticos podem ser estudados considerando quatro dimensões: longitudinal, lateral, vertical e temporal (Ward, 1989, Giller & Malmqvist, 1998). Entre as dimensões espaciais, certamente a dimensão longitudinal do ecossistema lótico é aquela que apresenta maior variabilidade funcional, estrutural e biológica. Neste contexto, o tamanho do riacho (ordem e vazão) tem sido considerado um dos fatores ambientais mais importantes para a estruturação da fauna aquática. Ao longo da bacia, com a variação do tamanho do ambiente lótico, varia também a cobertura vegetal, o substrato dominante, a heterogeneidade (espacial e temporal), as características hidráulicas, o tamanho das

partículas de matéria orgânica, a ocorrência de algas e conseqüentemente a diversidade e a composição da fauna de macroinvertebrados aquáticos.

Baseando-se nas variações longitudinais, tanto bióticas quanto físico-químicas existentes nos ambientes lóticos, Vannote *et al.* (1980) propuseram a Teoria do *Continuum Fluvial*. De acordo com esta teoria, os trechos de baixa ordem (1^a - 3^a ordens) são altamente influenciados pela vegetação ripária a qual reduz a produção autotrófica pelo sombreamento, mas contribui consideravelmente com material alóctone sob forma de matéria orgânica grossa (CPOM – “coarse particulate organic matter”), sendo principalmente utilizada pelos fragmentadores. Em trechos de maior ordem (4^a - 6^a ordens), há uma redução do aporte de material orgânico alóctone seguido de um aumento da incidência solar e um conseqüente aumento da produção autotrófica. A matéria orgânica da montante sob forma de matéria orgânica fina (FPOM – “fine particulate organic matter”) também tem grande importância para estes trechos. Nestes trechos há o aumento da importância de macroinvertebrados raspadores. Nos grandes rios (> 6^a ordem), a vegetação ripária é insignificante para o metabolismo, sendo que a incidência solar fica limitada pela profundidade e turbidez da água devido ao grande aporte de DOM (“dissolved organic matter”) tornando a produção autotrófica reduzida e a produção alóctone de energia elevada. Nestes trechos, há o predomínio de macroinvertebrados coletores. Portanto, a influência do tamanho do ambiente lótico sobre a fauna pode ser explicada pela variação funcional ao longo da dimensão longitudinal.

Os fatores ligados à hidráulica dos ambientes lóticos como velocidade, vazão e potencial erosivo também variam longitudinalmente e podem ser considerados alguns dos fatores mais importantes na zonação de macroinvertebrados aquáticos (Statzner & Borchardt, 1994). Considerando a hidráulica, o potencial erosivo diminui com o aumento do tamanho do ambiente lótico, mudando também a biota. A relação entre a distribuição dos organismos e o fluxo pode ser atribuída a busca por alimentos, requisitos respiratórios ou preferências por substrato. A interação das forças bióticas e abióticas influencia as comunidades ecológicas de forma que os desafios de viver em ambientes aquáticos requerem adaptações particulares (Allan, 1995, Giller & Malmvist, 1998). Por exemplo, a alta velocidade da água em trechos de corredeira pode ser um fator limitante para vários invertebrados aquáticos, diante disso, muitos organismos desenvolveram corpo deprimido, pernas inseridas lateralmente e estrutura de adesão diretamente relacionados com a velocidade da água e a luta contínua dos organismos para aderirem firmemente ao substrato (Hynes, 1970, Merritt & Cummins, 1996). Além de adaptações morfológicas, muitos insetos aquáticos se posicionam entre rochas para evitar o fluxo direto da correnteza. A maior diversidade em ambientes lóticos de tamanho médio tem sido um resultado comum, e pode ser explicada pela maior variabilidade hidráulica, de recursos alimentares (alóctone e autóctone) e de fatores ambientais (e.g. temperatura) nestes trechos (Vannote *et al.*, 1980, Statzner & Borchardt, 1994). Os riachos com águas rápidas e bem oxigenadas possuem uma grande diversidade de insetos aquáticos, entre os quais os efemerópteros. Neste

contexto, o foco do presente trabalho foi a fauna de Ephemeroptera associada ao substrato rochoso em riachos de montanha.

Ephemeroptera

A ordem Ephemeroptera é um grupo particular de insetos possuindo dois estágios alados terrestres, o subimago e o imago (Giller & Malmvist, 1998) e um período imaturo aquático. São encontrados em uma grande variedade de habitats aquáticos, principalmente em ambientes lóticos (Merritt & Cummins, 1996). Trata-se de uma ordem com um pequeno número de gêneros e espécies, com cerca de 400 gêneros e 3000 espécies descritas no mundo (Barber-James *et al.* 2008). Os efemerópteros possuem três filamentos caudais, sendo dois cercos e um filamento terminal. A maior parte dos adultos possui dois pares de asas com numerosas nervuras; a respiração da ninfa é realizada através de traqueobrânquias que retiram o oxigênio dissolvido da água (Bispo & Crisci-Bispo, 2006). Considerando fatores abióticos, a distribuição das ninfas de Ephemeroptera é determinada principalmente pela temperatura, tipo de substrato, velocidade e qualidade da água (Brittain, 1982). Como as espécies de efemerópteros apresentam diferentes respostas frente a baixa concentração de oxigênio, elas são úteis no biomonitoramento de riachos e rios (Roldán Perez, 1988, Giller & Malmvist, 1998). Além disso, são importantes componentes da fauna bentônica comportando-se principalmente como consumidores primários (Dominguez *et al.* 2001). Geralmente, as ninfas de efemerópteros são coletoras, raspadoras ou fragmentadoras, ninfas predadoras são raras (Brittain, 1982, Fink *et al.* 1991, Willians & Feltmate, 1992, Giller &

Malmvist, 1998). Os estágios imaturos caracterizam-se pela longa duração, enquanto que a forma adulta dificilmente vive mais que um dia, por isso o nome da ordem.

No Brasil, nos últimos anos vários trabalhos gerais sobre a fauna insetos aquáticos de riachos foram feitos (Uieda & Gajardo, 1996, Oliveira & Froehlich, 1997, Baptista *et al.* 1998, 2001, Bispo & Oliveira, 1998, Kikuchi & Uieda, 1998, 2005, Ribeiro & Uieda, 2005). Quanto aos trabalhos especificamente sobre ecologia de Ephemeroptera podemos citar Melo *et al.* (1993, 2002, 2004), Leal & Esteves (1999, 2000) e Leal *et al.* (2003, 2005). Considerando efemerópteros de riachos podemos citar Ferreira & Froehlich (1992), Nolte *et al.* (1996, 1997), Francischetti *et al.* (2004), Goulart & Callisto (2005a, 2005b), Takebe (2005) e Siegloch (2006). É importante salientar que a maior parte dos trabalhos sobre Ephemeroptera continua sendo de cunho taxonômico (ver Salles *et al.* 2004).

Insetos aquáticos e a qualidade ambiental

A preservação de recursos hídricos é de suma importância para a sociedade moderna (Callisto *et al.* 2005, Goulart & Callisto, 2005a). O biomonitoramento e a avaliação ambiental são realizados principalmente através da aplicação de diferentes protocolos de avaliação e índices biológicos e multimétricos. Apesar de ser amplamente utilizada em diversos países da Europa, Estados Unidos e Canadá (Rosemberg & Resh, 1993, Barbour *et al.* 1999, Goulart & Callisto, 2003), no Brasil, a utilização de macroinvertebrados bentônicos em estudos de impacto ambiental ainda é bastante incipiente.

Os macroinvertebrados bentônicos, dos quais em riachos a maior parte são insetos, os peixes e as algas são os grupos de organismos mais frequentemente recomendados para o uso em pesquisas de qualidade da água; entretanto, os macroinvertebrados são os organismos mais comumente utilizados (Rosenberg & Resh, 1993, Barbour *et al.* 1999). As vantagens do uso destes organismos para o biomonitoramento e para avaliação qualidade da água podem explicar sua popularidade, entre estas podemos citar: estão presentes em uma grande quantidade de habitats, ou seja, eles podem ser afetados por perturbações em diferentes tipos de ambientes (Rosenberg & Resh, 1993); possuem baixa mobilidade, portanto, sofrem os efeitos ambientais locais (Rosenberg & Resh, 1993, Barbour *et al.* 1999, Callisto *et al.* 2005); tem um grande número de espécies envolvidas o que oferece uma gama de respostas aos estressores ambientais (Rosenberg & Resh, 1993); são organismos com ciclos de vida longos comparados com outros grupos, o que permite compreender as mudanças temporais causadas pelas perturbações (Rosenberg & Resh, 1993, Barbour *et al.* 1999). Goulart & Callisto (2005a) estudando riachos e rios da Serra do Cipó ressaltaram a importância de pesquisas sobre a distribuição de efemerópteros para adquirir informações de alterações ambientais. O uso da ordem Ephemeroptera como indicador biológico da conservação de riachos tem sido utilizado por Buffagnani (1997) e Goulart & Callisto (2005b).

Considerações iniciais

No presente trabalho, dados sobre a fauna de Ephemeroptera associada ao substrato rochoso em riachos da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo, foram levantados com o objetivo de testar o efeito da vazão, das variáveis ambientais (pH, condutividade, oxigênio dissolvido), da distância geográfica e da ação antrópica sobre a riqueza, a abundância e a composição faunística. Os resultados obtidos são apresentados em forma de manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLAN, J. D. & CASTILLO, M. M. 1995. **Stream Ecology**. Springer. p. 436.
- BAPTISTA, D. F. ; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & SOARES, L. H. J. 1998. Distribuição da comunidade de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial no sudeste brasileiro, *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 191 - 207.
- BAPTISTA, D. F. ; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. 2001. Diversity and Habitat Preference of Aquatic Insects along the Longitudinal Gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia** **61** (2): 249 – 258.

- BARBER-JAMES, H. M.; GATTOLLIAT, J.; SARTORI, M. & HUBBARD, M. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. **Hydrobiologia** **595**: 339-350.
- BARBOUR, M. J.; GERRITSEN, J.; SNYDER, B. D. & STRIBLING, J. B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, 2ª Ed. EPA 841-B-99-002. **U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water**; Washington, D. C. <http://www.epa.gov/OWOW/monitoring/techmon.html>
- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 175-189.
- BISPO, P. C. & CRISCI-BISPO, V. L. 2006. Ephemeroptera. p. 55-59. *In*: Costa, C.; Ide, S.; Simonka. (Eds.) **Insetos Imaturos Metamorfose e Identificação**.
- BRITTAIN, J. E. 1982. Biology of mayflies. **Annual Review of Entomology** **27**: 119-147.
- BUFFAGNANI, A. 1997. Mayfly community composition and the biological quality of streams. *In*: Landolt, P. and Sartori, M. (Eds.). **Ephemeroptera and Plecoptera**. Fribourg: MTL. v. 1. pp. 235-246.

- CALLISTO, M.; GONÇALVES, J.F. & MORENO, P. 2005. Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores. *In*: Goulart, E.M.A. (Eds). **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**, 555-567.
- DOMINGUEZ, E.; HUBBARD, M. D.; PESCADOR, M. L. & MOLINERI, C. 2001. Ephemeroptera. P. 17-53. *In*: FERNANDEZ, H. R. & DOMÍNGUEZ, E. (Eds). **Guia para la Determination de los Artrópodos Bentônicos Sudamericanos**. Série, Investigations de la UNT, Ciencias Exatas y Naturales. Editorial Universitária de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- FINK, T. J.; SOLDAN, T.; PETERS, J. G. & PETERS W. L. 1991. The reproductive life history of predacious, sand-burrowing mayfly *Dolania americana* (Ephemeroptera: Behningiidae) and comparisons with other mayflies. **Canadian Journal of Zoology** **69**: 1083-1093.
- FERREIRA, M. J. N. & FROEHLICH, C. G. 1992. Estudo da Entomofauna de Ephemeroptera (Insecta) do Córrego do Pedregulho (Pedregulho, SP - Brasil) com aspectos da biologia de *Thraulodes schlingeri* Traver e Edmunds 1967. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36, n. 3, p. 541-548, 1992.
- FRANCISCHETTI, C. N.; DA-SILVA, E.R.; SALLES, F. F. & NESSIMIAN, J. L. 2004. A efemeroterofauna (Insecta: Ephemeroptera) do trecho ritral inferior do Rio Campo Belo, Itatiaia, RJ: composição e mesodistribuição. **Lundiana**, Belo Horizonte, v. 5, n. 1, p. 33-39.

- GILLER P. S. & MALMQVIST, B. 1998. **The Biology of Streams and Rivers. Biology of Habitat**, Oxford, Oxford University Press. VIII + 296.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2003. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista FAPAM**, 2 (2): 153-164.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005a. Mayfly distribution along a longitudinal gradient in Serra do Cipó, southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, 17 (1): 1-13.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005b. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 48 (6): 983-996.
- HYNES, H. B. N. 1970. **The Ecology of Running Waters**. Liverpool, Liverpool University Press. XXIV + 555p.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. 1998. Composição da Comunidade de Invertebrados de um Ambiente Lótico Tropical e sua Variação Espacial e Temporal. *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. - (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 157 – 173.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. 2005 Composição e Distribuição dos Macroinvertebrados em Diferentes Substratos de Fundo de um Riacho no Município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores** 12 (2): 193-231, 2005.
- LEAL, J. J. F. & Esteves, F. A. 1999 . Density and Biomass of *Campsurus* sp. (Ephemeroptera) and other macroinvertebrates in an Amazonian lake impacted by

- bauxite tailings (Lago Batata, Pará, Brazil). **Amazoniana - Limnologia Et Oecologia Regionalis Systemae Fluminis Amazonas**, Plön/ German, v. 15, n. 3/4, p. 193-209.
- LEAL, J. J. F. & Esteves, F. A. 2000. Life cycle and production of *C. notatus* (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in an Amazonian lake impacted by bauxite tailings (Pará, Brazil). **Hydrobiologia** (437): 91-99.
- LEAL, J. J. F.; ENRICH-PRAST, A.; Esteves, F. A. & FARJALLA, V. F. 2003. Effect of *Campsurus notatus* on NH₄, DOC fluxes, O₂ uptake and bacterioplankton production in experimental microcosms with sediment-water interface of an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. **International Review of Hydrobiology**, Alemanha, v. 88, n. 2, p. 167-178.
- LEAL, J. J. F.; ENRICH-PRAST, A.; Esteves, F. A.; FARJALLA, V. F. & BOZELLI, R. L. 2005. Influence of *Campsurus notatus* bioturbation on oxygen profile and uptake in sediments of an Amazonian lake impacted by bauxite tailings. **Archiv für Hydrobiologie**, Alemanha, v. 162, n. 4, p. 557-574.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & BUTTOW, N. C. 1993. Distribuição temporal de *Campsurus violaceus* (Ephemeroptera: Polymitarcyidae) do rio Baía (MS - Brasil). **Revista Unimar**, Brasil, v. 15, p. 95-105.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A. 2002. . Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. **Hydrobiologia** (470): 57-62.

- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M.; GRZYBKOWSKA, M. & MONKOLSKI, A. 2004. Distribution of ephemeropteran nymphs associated with different stolon sections of *Eichhornia azurea* (Schwartz) in two floodplain lakes of the Upper Paraná River (Brazil). **Polish Journal Of Ecology**, Polônia, v. 52, n. 3, p. 369-376.
- MERRITT, R. W. & CUMMINS, K. W. 1996. **An Introduction to the Aquatic Insects of North America**. 3th Edition. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing Company. XIII+862p.
- NOLTE U.; TIETBÖHLER, R. S. & MCCAFFERTY W. P. 1996 – A mayfly from tropical Brazil capable of tolerating short-term dehydration. **Journal of the North American Benthological Society** 15: 87–94.
- NOLTE U.; OLIVEIRA M. J. & STURS E. 1997 – Seasonal, discharge-driven patterns of mayfly assemblages in an intermittent neotropical stream. **Freshwater Biology** 37: 333–343.
- OLIVEIRA, L. G. & FROELICH, C. G. 1997. Diversity and community structure of aquatic insects (Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera) in a mountain stream in Southeastern Brazil. **Acta Limnologica do Brasil** 9: 139-148.
- RIBEIRO, L. & UIEDA, V. S. 2005. Estrutura da comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de um riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 22 (3): 613-618.
- ROLDÁN PÉREZ, G. 1988. **Guia para el Estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá, Universidad de Antioquia. p. 217.

- ROSEMBERG, D. & RESH, V. H. 1993. **Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Chapman & Hall, London, 486p.
- SALLES, F.F.; Da-SILVA, E .R.; HUBBARD, M. & SERRÃO, J. E. 2004. . As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1-34.
- SIEGLOCH, A. E. 2006. Comunidades de Ninfas de Ephemeroptera Haeckel, 1896 (Insecta), do Curso Médio do Rio Jacuí e Afluentes, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado. FFCLRP, USP, p. 76.
- STATZNER, B. & BORCHARDT, D. 1994: Longitudinal Patterns and Process Along Streams: Modelling Ecological Responses to Physical Gradients. p. 113-140. *In*: Giller, P. S.; HILDREW, A. G. & RAFFAELLI, D. G. (Eds). **Aquatic Ecology: Scale, Pattern and Process**. Oxford, British Ecological Society and Blackwell Science.
- STRAHLER, H. N. 1957. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysics Union Transactions 33**: 913-920.
- TAKEBE, I. V. 2005. O efeito do mesohábitat sobre a distribuição de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra do Mar, Estado de São Paulo. Trabalho de conclusão de curso. FCLA, UNESP. p. 21.
- UIEDA, V. S. & GAJARDO, I. C. S. M. 1996. Macroinvertebrados Perifíticos encontrados em poções e corredeiras de um riacho. **Naturalia**, São Paulo, **21**: 31 – 47.

- VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W. L.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The River Continuum Concept. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences** **37**: 130-137.
- WARD, J. V. 1989. The four dimension nature of lotic ecosystems. **Journal of the North American Benthological Society** **8**: 2-8.
- WILLIAMS, D. D. & FELTMATE, B. W. 1992. **Aquatic Insects**. Redwood Press Ltd., Melksham. XIV + 358p.

CAPÍTULO 2: MANUSCRITO

Efeitos dos fatores ambientais sobre a fauna de Ephemeroptera (Insecta) em riachos da Serra de Paranapiacaba, Sudeste do Brasil.

Takebe, I. G. ^{1,2} & Bispo, P.C. ²

¹Programa de Pós Graduação em Entomologia, Faculdade de Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Brasil. E-mail: igortakebe@yahoo.com.br

²Laboratório de Biologia Aquática, Departamento de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, Brasil. E-mail: pcbispo@gmail.com

Resumo

Os objetivos do presente trabalho foram testar os efeitos da vazão, das variáveis ambientais (pH, condutividade, oxigênio dissolvido), da distância geográfica e da ação antrópica sobre a riqueza, abundância e composição faunística de efemerópteros associados ao substrato rochoso em riachos da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo. As coletas foram realizadas em riachos da Serra de Paranapiacaba em setembro de 2006 e agosto de 2007 em substrato rochoso. Foram amostrados 33 pontos de coleta em riachos de 1^a a 4^a ordens; em cada ponto, 25 pedras de tamanho padronizado (18-20 cm de maior diâmetro) foram coletadas. A maior abundância, a maior riqueza e os menores escores do primeiro eixo da DCA tenderam a ocorrer em riachos maiores. O teste de Mantel também identificou relação significativa entre a vazão e a similaridade faunística, porém, a intensidade dessa relação foi baixa. A ausência da relação entre os demais fatores e a fauna pode ter sido resultante da ocorrência de chuvas antes e durante as coletas.

PALAVRAS CHAVES: insetos aquáticos; ambientes lóticos; ambientes aquáticos; mata atlântica.

Abstract

The objectives of this study were to test the effects of discharge, environmental variables (pH, conductivity, dissolved oxygen), geographic distance and antropic influence on the richness, abundance and faunistic composition of ephemeropterans associated to rocky substrate in streams of Serra de Paranapiacaba, State of São Paulo. Samplings were conducted in streams of Serra de Paranapiacaba on September 2006 and August 2007. Thirty three sites were sampled, the streams ranged from 1st to 4th order; in each site, 25 stones of standardized size (18-20 cm along the longest axis) were collected. The greatest abundance, greatest richness and the lowest scores from the first DCA axis tended to occur in larger streams. The Mantel test also detected a significant relationship between discharge and faunistic similarity, although the intensity of this relationship was weak. The absence of a relationship between other factors and the faunal distribution might have been the result of peaks of rain before and during sampling days.

KEYWORDS: aquatic insects; lotic ecosystems; aquatic ecosystems; atlantic rainforest.

INTRODUÇÃO

Os insetos aquáticos são elementos chave na dinâmica ecológica dos ecossistemas aquáticos, sendo elos fundamentais nas transferências tróficas e no processamento da matéria orgânica. Em riachos, estes organismos se destacam tanto pela abundância quanto pela diversidade de espécies e de modos de vida. A ocorrência e a abundância destes organismos são determinadas pela biologia e requisitos ambientais de cada espécie e estão relacionadas com as características físicas, químicas e biológicas de cada riacho.

A influência de fatores ambientais sobre comunidades de organismos aquáticos de riachos tem sido documentada em inúmeros trabalhos. Neste sentido, o tamanho (ordem, vazão), o tipo de substrato, disponibilidade de mesohabitats, a temperatura, as chuvas e a qualidade da água têm sido considerados os principais fatores determinantes da diversidade, abundância e composição faunística de insetos aquáticos de riachos (Baptista *et al.* 1998, 2001, Bispo & Oliveira, 1998, Kikuchi & Uieda, 1998, 2005, Bispo *et al.* 2001, 2006, Melo *et al.* 2002, 2004, Ribeiro & Uieda, 2005, Crisci-Bispo *et al.* 2007). A identificação dos principais fatores determinantes da estruturação da fauna de insetos aquáticos é fundamental para o entendimento da dinâmica ecológica de riachos, além de fornecer informações que podem ser relevantes para o biomonitoramento e para estratégias de recuperação destes ambientes.

Os riachos de regiões montanhosas, em geral, apresentam grande velocidade da água, águas bem oxigenadas, substrato predominantemente rochoso e grande variabilidade

espacial e temporal. Estes fatores fazem dos riachos de regiões montanhosas, um dos habitats com maior diversidade de insetos aquáticos. Neste ambientes, grupos de insetos aquáticos como Ephemeroptera, além de Plecoptera e Trichoptera, alcançam suas maiores diversidades. Estes são grupos considerados sensíveis às perturbações ambientais e são frequentemente associados a locais com águas limpas e bem oxigenadas.

Os efemerópteros são importantes componentes da fauna bentônica. São organismos predominantemente coletores ou raspadores (consumidores primários de algas e plantas) (Dominguez *et al.* 2001) e são presas para macroinvertebrados predadores e peixes. A ordem possui cerca de 400 gêneros e um pouco mais de 3000 espécies descritas no mundo (Barber-James *et al.* 2008). Como as espécies de efemerópteros apresentam diferentes níveis de sensibilidade em relação à baixa concentração de oxigênio, eles são úteis na avaliação da qualidade ambiental e no biomonitoramento de riachos e rios (Dominguez *et al.* 2006, Giller & Malmvist, 1998, Roldán Perez, 1988). Neste sentido, trabalhos utilizando Ephemeroptera como ferramenta de avaliação ambiental têm sido realizados (Buffagnani, 1997, Bauernfeind & Moog, 2000, Goulart & Callisto 2005b).

Neste contexto, os objetivos do presente trabalho foram testar o efeito da vazão, das variáveis ambientais (pH, condutividade, oxigênio dissolvido), da distância geográfica e da ação antrópica sobre a riqueza, abundância e composição faunística de efemerópteros associados ao substrato rochoso em riachos da Serra de Paranapiacaba, Estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Os pontos de coleta foram amostrados em riachos da Serra do Paranapiacaba, Sul do Estado de São Paulo. As coletas foram feitas dentro e fora das seguintes unidades de conservação: Parque Estadual Carlos Botelho (PECB), Parque Estadual Intervales (PEI) e Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira (PETAR) (Figura 1). A precipitação anual durante o período de estudo é apresentada na Figura 2.

Coletas e identificação

Foram realizadas duas coletas, em setembro de 2006 e julho de 2007, em substrato rochoso. Foram amostrados 33 pontos de coleta em riachos de 1^a a 4^a ordens. Na primeira coleta (2006), os pontos de 1 a 25 foram amostrados. Na segunda coleta (2007), os pontos de 1 a 4 foram reamostrados e os pontos de 26 a 33 adicionados. Em cada ponto, 25 pedras de tamanho padronizado (18-20 cm de diâmetro maior) foram coletadas em regiões de corredeira. O material coletado foi triado e identificado em laboratório.

Os imaturos foram fixados e conservados em álcool 80%. No laboratório, o material foi triado e os efemerópteros identificados em nível de gênero com o auxílio de estereomicroscópio. Foram utilizados para identificação das ninfas os trabalhos

taxonômicos de Dominguez et al. (2001), Da-Silva (2002), Salles et al. (2004) e Dominguez et al. (2006).

Caracterização ambiental

Em cada um dos pontos amostrados foram registrados vários fatores ambientais, entre os quais a temperatura da água (°C), a velocidade (m/s) e a vazão (m³/s), o potencial hidrogeniônico (pH), a condutividade elétrica (mS/cm) e o oxigênio dissolvido (mg/l) (Tabela 1). A velocidade da água foi mensurada através de um fluxômetro e a vazão calculada através do produto da velocidade média da água por uma área de secção feita no riacho (Lind, 1979). A temperatura da água, a condutividade elétrica, o pH e o oxigênio dissolvido foram obtidos através do Analisador Multiparâmetros Horiba.

Os riachos foram submetidos a um protocolo de avaliação de integridade ambiental de forma que os pontos de coleta receberam escores relativos ao uso da terra, estado da vegetação ripária e morfologia do canal (Anexo I). O protocolo de avaliação foi adaptado do inventário RCE (Riparian, Channel and Environment inventory) (Petersen, 1992, Nessimian *et al.* 2008). No total, doze aspectos principais da fisionomia do ambiente lótico foram considerados, sendo os escores variam de 12 (pior qualidade ambiental) a 52 (melhor qualidade ambiental). Estes escores representam a soma das pontuações de cada um dos 12 atributos considerados e no presente trabalho variaram de 28 a 51.

A precipitação mensal e diária (Figura 2) foi obtida de estações localizadas nos parques, com exceção dos dados referentes ao PETAR, neste caso, os dados pluviométricos

foram obtidos em uma estação em Apiaí (SP), município no qual parte do parque se localiza.

Análise dos dados

Todos os dados foram logaritmizados, exceto o pH, antes das análises. A regressão múltipla foi feita com o objetivo de testar o efeito da vazão, da integridade ambiental, do pH, da condutividade e do oxigênio dissolvido sobre a riqueza, abundância e composição faunística (Primeiro Eixo da DCA) de Ephemeroptera. A riqueza pode ser influenciada pelo número de indivíduos coletados. Por isso, com o objetivo de corrigir este viés, no caso da regressão, considerando a riqueza como variável resposta, a abundância foi incluída como uma das variáveis independentes. As matrizes obtidas foram analisadas do ponto de vista multivariado através da Análise de Correspondência Multivariada (DCA) (Gauch, 1995, Legendre & Legendre, 1998) utilizando o programa PC-ORD 4 (McCune & Mefford, 1999). O teste de Mantel (5000 permutações) foi utilizado para testar o efeito da distância geográfica, integridade ambiental (escores do protocolo de avaliação RCE), variáveis ambientais (potencial hidrogeniônico, condutividade, oxigênio dissolvido) e vazão sobre a similaridade faunística (Índice de Morisita-Horn) (Diniz-Filho & Bini, 1996, Legendre & Legendre, 1998). Neste caso, matrizes de distâncias euclidianas entre os pontos foram criadas para cada hipótese. No caso da matriz de variáveis ambientais, antes da análise foi feita uma padronização das variáveis, já estas possuem unidades diferentes. Quando a relação foi significativa, o teste de Mantel parcial (Smouse *et al.* 1986) foi feito com o

objetivo de retirar o efeito da distância geográfica. O teste de Mantel foi feito utilizando o programa NTSYS 2.1 (Rohlf, 2000).

RESULTADOS

Um total de 23 gêneros foram distribuídas em 4 famílias, totalizando 6755 ninfas de Ephemeroptera nos 33 pontos de coleta. Os gêneros que apresentaram maior abundância foram *Baetodes* (36,83%), *Americabaetis* (10,55%) e *Camelobaetidius* (10,58%). *Tupiara*, *Simothraulopsis* e *Miroculis* foram os gêneros menos abundantes e representados por apenas um indivíduo (Tabela 2).

O primeiro eixo da Análise de Correspondência Destendenciada (DCA) explicou 54,4% da variabilidade enquanto que o segundo eixo explicou 22,1% (Figura 3). A dispersão das amostras no espaço de duas dimensões formado pelos dois primeiros eixos da DCA não mostrou uma separação entre a fauna de Ephemeroptera coletada nas 3 unidades de conservação (PECB, PEI, PETAR e adjacências). Apesar disso, a matriz de similaridade entre os pontos foi significativamente relacionada com a distância geográfica, porém a intensidade da relação foi baixa (Tabela, 3).

Em um universo de 12 (pior integridade ambiental) e 52 (melhor qualidade ambiental), os escores de integridade ambiental dos riachos estudados variaram entre 28 e 51 e não foram relacionados com a similaridade faunística. Por outro lado, esta foi relacionada com a distância geográfica, com as variáveis ambientais (condutividade,

oxigênio dissolvido e pH) e com a vazão (Tabela 3). Apesar de ser significativa, a intensidade dessas relações foi baixa. É importante salientar que estas relações podem ser resultantes da autocorrelação espacial observada. Neste contexto, a análise usando o teste de Mantel Parcial (retirando o efeito da distância geográfica) mostrou que a relação entre a similaridade faunística e as variáveis ambientais (condutividade, oxigênio dissolvido e pH) deixou de ser significativa, enquanto que a relação com a vazão permaneceu inalterada (Tabela 3).

As relações existentes entre a fauna e algumas variáveis ambientais podem ser investigadas por meio dos coeficientes de regressão parcial padrão (Tabela 4). Das variáveis independentes consideradas (vazão, integridade ambiental, pH, condutividade e oxigênio dissolvido), apenas a vazão teve relação significativa com a abundância ($b = 0,460$), com a riqueza ($b = 0,366$) e com a composição faunística (primeiro eixo da DCA) ($b = -0,405$) (Tabela 4).

DISCUSSÃO

A fauna de insetos aquáticos, em geral, não apresenta distribuição espacial aleatória. A estruturação espacial da fauna é determinada por vários fatores bióticos (e.g. competição, predação) e abióticos (e.g., velocidade, potencial erosivo da água, tipo de substrato, dimensão do ecossistema lótico, entre outros). A maior parte dos estudos tem focado os efeitos dos fatores ambientais sobre a estrutura da fauna de macroinvertebrados aquáticos

em riachos, sendo que os efeitos do tamanho do riacho, tipo de substrato, qualidade da água e a flutuação da precipitação têm sido considerados alguns dos mais importantes (Goulart & Callisto, 2005a, Goulart & Callisto, 2005b, Bispo *et al.* 2006, Bispo & Oliveira, 2007 Nally *et al.* 2006). No presente trabalho, entre os fatores ambientais considerados, segundo as regressões múltiplas, o tamanho do riacho, representado pela vazão, foi um importante fator explicativo da variação da abundância, da riqueza e da composição faunística (primeiro eixo da DCA). Neste caso, a maior abundância, a maior riqueza e os menores escores do primeiro eixo da DCA tenderam a ocorrer em riachos maiores. O teste de Mantel também identificou relação significativa entre a vazão e a similaridade faunística, porém, a intensidade dessa relação foi baixa.

A variação do tamanho do riacho influencia a fauna de macroinvertebrados aquáticos de diferentes maneiras, já que com o seu aumento há uma variação no potencial erosivo e na hidráulica, na intensidade de cobertura vegetal, na disponibilidade de energia luminosa, no tipo de substrato dominante, na fonte e forma predominante de energia (Alóctone x Autóctone; CPOM x FPOM), entre outros (Vannote *et al.* 1980, Bispo *et al.* 2006, Paller *et al.* 2006). Estes fatores variam ao longo do rio e podem ter sido importantes determinantes da distribuição espacial das comunidades de Ephemeroptera. Neste contexto, os nossos resultados concordam com os resultados de Melo & Froehlich (2001), estudando a fauna de macroinvertebrados aquáticos do Parque Estadual Intervales (Estado de São Paulo); Baptista *et al.* (1998), estudando a fauna de macroinvertebrados aquáticos da bacia do Rio Macaé (Estado do Rio de Janeiro); Goulart & Callisto (2005a) estudando

Ephemeroptera na Serra do Cipó (Estado de Minas Gerais) e Bispo *et al.* (2006) estudando a fauna de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera da Serra dos Pireneus (Estado de Goiás), os quais mostram claramente o efeito do tamanho do riacho (ordem) sobre a fauna.

Em geral, os insetos aquáticos apresentam baixa capacidade de dispersão, neste sentido pode ocorrer distribuição contagiosa, ou seja, locais mais próximos tendem a apresentar faunas mais similares, fenômeno conhecido como autocorrelação espacial. No presente trabalho, houve relação significativa entre a similaridade faunística e a distância geográfica, no entanto, a intensidade dessa relação foi baixa. Nally *et al.* (2006), estudando o efeito da distância entre a fauna de invertebrados bentônicos em diferentes corredeiras em dois rios australianos, verificaram que em apenas um deles a distância teve um efeito significativo sobre a fauna. Segundo Nally *et al.* (2006), a ausência de autocorrelação espacial em um dos rios estudados pode ser explicada pela ocorrência de impactos de diferentes naturezas e intensidades ao longo deste rio. Diniz-Filho *et al.* (1998), estudando a fauna de EPT da Serra do Pireneus (Pirenópolis, GO), verificaram que o efeito da distância geográfica sobre a fauna foi significativo apenas na estação chuvosa (na estação seca, o efeito não foi significativo). Na estação seca, os fatores ambientais locais devem ter sido mais efetivos na estruturação da fauna, quebrando assim o efeito da distância sobre a similaridade faunística. Os resultados do presente trabalho mostram que a autocorrelação espacial explicou uma pequena parte da similaridade da fauna de Ephemeroptera.

A mudança da composição faunística e a redução da diversidade de insetos aquáticos em ambientes perturbados pela ação antrópica têm sido resultados comumente

encontrados (Roque *et al.* 2003, Buss *et al.* 2004, Bispo & Oliveira, 2007). Por outro lado, no presente trabalho, apesar da relação significativa entre os fatores ambientais ligados a qualidade da água (condutividade, oxigênio dissolvido e pH) e a fauna de Ephemeroptera, segundo o teste de Mantel, a intensidade dessa relação foi muito baixa, sendo que depois de retirado do efeito da distância geográfica, esta relação deixou de ser significativa. Aliado a isso, não houve relação entre os escores de integridade ambiental e a similaridade faunística. Portanto, os nossos resultados não identificaram perturbações provocadas pela ação antrópica sobre a fauna de Ephemeroptera. Os riachos estudados estão protegidos em áreas de conservação ou estão em áreas onde são desenvolvidas atividades agrícolas de pequeno porte. A maior parte dos riachos fora das unidades de conservação também apresentam vegetação ripária (mesmo que estreita). Aliado a isso, a grande velocidade da água diminuiu o acúmulo de sedimentos sobre as pedras e manteve uma alta oxigenação (ver Tabela 1). Neste sentido, os riachos coletados na Serra de Paranapiacaba não são altamente impactados e os níveis de ação antrópica observados não influenciaram a fauna de Ephemeroptera.

No presente trabalho foi observado que as relações dos diferentes fatores ambientais com a fauna de Ephemeroptera foi baixa (mesmo que significativa) ou não significativa. Estes resultados podem ter sido causados pela ocorrência de perturbações provocadas pelos rápidos aumentos de vazão em dias ou períodos chuvosos, fenômeno comum em riachos de montanha, e observado antes e durante as coletas (Figura 2). O rápido aumento da vazão aumenta a força de arrasto (drift), o que perturba o leito, desloca as pedras e os

macroinvertebrados aquáticos. Portanto, os aumentos de vazão podem ter desestruturado a fauna bentônica (Bispo *et al.* 2001). Estudos realizados no Brasil Central (Bispo & Oliveira, 1998), região onde há alta sazonalidade das chuvas, mostram que a relação entre os fatores ambientais e a fauna é mais clara na estação de seca. Na estação chuvosa, há uma redistribuição da fauna, aumentando a similaridade de diferentes habitats ou de riachos. A região da Serra de Paranapiacaba apresenta menor sazonalidade da precipitação e, apesar de haver um período menos chuvoso entre junho e agosto, a ocorrência de chuvas pode ser registrada ao longo de todo o ano. Portanto, os picos de vazão provocados pela ocorrência de chuvas observadas antes e durante as coletas podem ter sido um fator desestruturador da fauna de Ephemeroptera, o que pode ter mascarado a importância dos fatores ambientais sobre a fauna.

Concluindo, os dados do presente trabalho mostram que entre os fatores estudados, o tamanho do riacho (vazão) foi aquele que teve o maior efeito sobre a fauna de Ephemeroptera. Portanto, os dados concordam com a maior parte dos estudos sobre comunidades de ambientes lóticos, os quais demonstram que o tamanho do riacho (ordem, vazão) pode ser um importante determinante da riqueza e da composição da fauna (Bispo *et al.* 2006). Adicionalmente, a desestruturação da fauna pela ocorrência de chuvas é um fato comum em riachos de montanha e tem sido registrado em diversos trabalhos (Bispo & Oliveira, 1998, 2007, Diniz-Filho *et al.* 1998). Neste contexto, a baixa intensidade ou a ausência de relação entre os fatores ambientais e a fauna pode ter sido resultante da ocorrência de chuvas antes e durante as coletas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, D. F. ; DORVILLÉ, L. F. M.; BUSS, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & SOARES, L. H. J. 1998. Distribuição da comunidade de insetos aquáticos no gradiente longitudinal de uma bacia fluvial no sudeste brasileiro, *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 191 - 207.
- BAPTISTA, D. F. ; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M. & NESSIMIAN, J. L. 2001. Diversity and Habitat Preference of Aquatic Insects along the Longitudinal Gradient of the Macaé River Basin, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia** **61** (2): 249 – 258.
- BARBER-JAMES, H. M.; GATTOLLIAT, J.; SARTORI, M. & HUBBARD, M. 2008. Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta) in freshwater. **Hydrobiologia** **595**: 339-350.
- BAUERNFEIND, E. & MOOG, O. 2000. Mayflies (Insecta: Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. **Hydrobiologia** **422/423**: 71-83.
- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G. 1998. Distribuição espacial de insetos aquáticos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), em córregos de cerrado do Parque Ecológico de Goiânia, Estado de Goiás. *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A.

- L. (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 175-189.
- BISPO, P. C.; CRISCI-BISPO, V. L. & SILVA, M. M. 2001. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Planalto Central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, **13(2)**: 1-9, 201.
- BISPO, C. P.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M. & SOUSA, K. G. 2006. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera assemblages from riffles in mountain streams of central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology** **66** (2B): 611-622.
- BISPO, P. C. & OLIVEIRA, L. G. 2007. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **24** (2): 283-293.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. & EGLER, M. 2004. Substrate specificity, environmental degradation and disturbance structuring macroinvertebrates assemblages in neotropical streams. **Hydrobiologia** **518**: 179-188.
- BUFFAGNANI, A. 1997. Mayfly community composition and the biological quality of streams. In: Landolt, P. and Sartori, M. (Eds.). **Ephemeroptera and Plecoptera**. Fribourg: MTL. v. 1. pp. 235-246.

- CRISCI-BISPO, V., L.; BISPO, P., C. & FROEHLICH, C., G. 2007. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera assemblages in two Atlantic Rainforest streams, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia** **24 (2)**: 312-318.
- DA-SILVA, E. R.; SALLES, F. F. & BAPTISTA, M. S. 2002. As brânquias do gênero Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro. **Biota Neotropica** **2 (2)**: <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n2/pt/abstract?article+BN00902022002>.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. & BINI, L. M. 1996. Assessing the relationship between multivariate community structure and environmental variables. **Marine Ecology Progress Series** **143**: 303-306.
- DINIZ-FILHO, J. A. F., OLIVEIRA, L. G. & SILVA, M. M. 1998. Explaining the beta diversity of aquatic insects in “cerrado” streams from Central Brazil using multiple Mantel test. **Revista Brasileira de Biologia** **58(2)**: 223-231.
- DOMINGUEZ, E.; HUBBARD, M. D.; PESCADOR, M. L. & MOLINERI, C. 2001. Ephemeroptera. P. 17-53. *In*: FERNANDEZ, H. R. & DOMÍNGUEZ, E. (Eds). **Guia para la Determination de los Artrópodos Bentônicos Sudamericanos**. Série, Investigations de la UNT, Ciencias Exatas y Naturales. Editorial Universitária de Tucumán, Tucumán, Argentina.
- DOMINGUEZ, E.; MOLINERI, C.; PESCADOR, M. L.; HUBBARD, M. D. & NIETO, C. 2006. **Ephemeroptera of South America**. *In*: Adis, J., Arias, J., R., Rueda-Delgado,

- G. & K.M. Wantzen (Eds.): Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofia-Moscow, 646 pp.
- GAUCH, H. G. Jr. 1995. **Multivariate Analysis in Community Ecology**. Cambridge, Cambridge University Press. VIII+298p.
- GILLER P. S. & MALMQVIST, B. 1998. **The Biology of Streams and Rivers. Biology of Habitat**, Oxford, Oxford University Press. VIII + 296.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005a. Mayfly distribution along a longitudinal gradient in Serra do Cipo, Southeastern Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia** **17(1)**: 1-13.
- GOULART, M. & CALLISTO, M. 2005b. Mayfly diversity in the Brazilian tropical headwaters of Serra do Cipó. **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48 (6)**: 983-996.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. 1998. Composição da Comunidade de Invertebrados de um Ambiente Lótico Tropical e sua Variação Espacial e Temporal. *In*: NESSIMIAN, J. L. & CARVALHO, A. L. - (Eds.) **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Rio de Janeiro, **Oecologia Brasiliensis** Vol. V, p. 157 – 173.
- KIKUCHI, R. M. & UIEDA, V. S. 2005 Composição e Distribuição dos Macroinvertebrados em Diferentes Substratos de Fundo de um Riacho no Município de Itatinga, São Paulo, Brasil. **Entomologia y Vectores** **12 (2)**: 193-231, 2005.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. **Numerical Ecology**. Developments in Environmental Modelling, 20; New York, Elsevier. XV + 853p.

- LIND, O. T. 1979. **Handbook of Common Methods in Limnology**. London, Cambridge The C. V. Mosby Company. 199p.
- McCUNE, B & MEFFORD, M. J. 1999. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.0, MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA.
- MELO, A. S. & FROEHLICH, C. G. 2001. Macroinvertebrates in neotropical streams: richness patterns along a catchment and assemblage structure between 2 seasons. **Journal of the North American Benthological Society** **20** (1): 1-16.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M. & MONKOLSKI, A. 2002. . Seasonal dynamics of *Callibaetis willineri* (Ephemeroptera, Baetidae) associated with *Eichhornia azurea* (Pontedericeae) in Guaraná Lake of the Upper Paraná River, Brazil. **Hydrobiologia** (470): 57-62.
- MELO, S. M.; TAKEDA, A. M.; GRZYBKOWSKA, M. & MONKOLSKI, A. 2004. Distribution of ephemeropteran nymphs associated with different stolon sections of *Eichhornia azurea* (Schwartz) in two floodplain lakes of the Upper Paraná River (Brazil). **Polish Journal Of Ecology**, Polônia, v. 52, n. 3, p. 369-376.
- NALLY, R. M.; LLOYD, N. J. LAKE, P. S. 2006. Comparing patterns of spatial autocorrelation of assemblages of benthic invertebrates in upland rivers in southeastern Australia. **Hydrobiologia** **571**(1): 147-156.
- NESSIMIAN, J. L.; VENTICINQUE, E. M.; ZUANON, J.; DE MARCO JR, P.; GORDO, M.; FIDELIS, L.; BATISTA, J. D., JUEN, L. 2008. Land use, habitat integrity, and

- aquatic insects assemblages in Central Amazonian streams. **Hydrobiologia** **614**: 117-131.
- PALLER, M. H.; SPECHT, W. L. & DYER, S. A. 2006. Effects of stream size on taxonomic richness and other commonly used benthic bioassessment metrics. **Hydrobiologia** **568**: 309-316.
- PETERSEN, R. C. 1992. "The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental Inventory for Small Streams in the Agricultural Landscape." **Freshwater Biology** **27**: 295 - 306.
- RIBEIRO, L. & UIEDA, V. S. 2005. Estrutura da comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos de um riacho de Serra em Itatinga, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** **22** (3): 613-618.
- ROHLF, F., J. 2000. **NTSYS 2.1: Numerical Taxonomic and Multivariate Analysis System**. New York, Exeter Software.
- ROLDÁN PÉREZ, G. 1988. **Guia para el Estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia**. Bogotá, Universidad de Antioquia. p. 217.
- ROQUE, O. F., TRIVINHO-STRIXINO, S., STRIXINO, G., AGOSTINHO, R. C. & FOGO, J. C. 2003. Benthic macroinvertebrates in the streams of the Jaraguá State Park (Southeast of Brazil) considering multiple spatial scales. **Journal of the Insect Conservation** **7**: 63-72.
- SALLES, F. F.; Da-SILVA, E.R.; SERRÃO, J.E. & FRANCISCHETTI, C. N. 2004. Baetidae (Ephemeroptera) na Região Sudeste do Brasil: novos registros e chave para

os gêneros no estágio ninfal. **Neotropical Entomology**, Curitiba, v. 33, n. 5, p. 725-735.

SMOUSE, P. E., LONG, J. C. & SOKAL, R. R. 1986. Multiple regression and correlation extensions of the Mantel test of matrix correspondence. **Systematic Zoology** **35** (4): 627-632.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W. L.; SEDELL, J. R. & CUSHING, C. E. 1980. The River Continuum Concept. **Canadian Journal Fisheries and Aquatic Sciences** **37**: 130-137.

TABELAS E FIGURAS

Tabela 1. Caracterização dos pontos de coleta do Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira, Estado de São Paulo. Os pontos em negrito foram coletados em julho de 2007, os demais pontos em setembro de 2006. Os escores são relativos ao protocolo de avaliação da integridade ambiental. pH (potencial hidrogeniônico); Cond. (condutividade elétrica); OD (oxigênio dissolvido); T (temperatura).

	Velocidade (m/s)	Vazão (m³/s)	pH	Cond. (mS/cm)	OD (mg/l)	T (°C)	Escores
P1	0,605	0,4901	7,73	0,122	10,11	14,3	51
P2	0,404	0,5292	6,80	0,030	10,01	15,3	51
P3	0,555	0,0722	7,03	0,044	9,55	14,6	51
P4	0,300	0,0282	7,05	0,108	9,85	12,8	51
P1	0,624	0,7259	7,48	0,122	10,41	14,4	51
P2	0,793	0,5816	6,45	0,022	10,5	14,1	51
P3	0,463	0,0771	7,03	0,044	9,55	14,6	51
P4	0,538	0,2126	6,62	0,036	9,97	14,1	51
P5	0,301	0,0813	7,31	0,173	9,26	11,2	38
P6	0,637	0,2803	7,37	0,109	10,29	11,06	41
P7	0,821	0,4926	6,95	0,044	10,86	11,5	39
P8	0,776	0,0326	7,05	0,067	10,45	12,01	38
P9	0,544	13,056	6,66	0,360	10,91	12	33
P10	0,368	0,9642	6,60	0,018	9,85	15,4	50
P11	0,724	14,552	6,24	0,020	10,26	16,6	50
P12	0,332	0,2457	6,40	0,019	10,1	14,5	50
P13	0,702	0,0351	6,30	0,015	9,5	16,1	43
P14	0,385	0,1502	6,45	0,027	10,51	18,8	50
P15	0,290	0,2160	6,70	0,018	10,65	18	50
P16	0,698	0,3699	6,62	0,024	10,48	19,1	50
P17	0,715	37,180	6,52	0,027	10,37	20,4	44
P18	0,243	0,0851	7,90	0,160	10,35	17,7	37
P19	0,265	0,0625	7,50	0,129	10,22	19,1	38
P20	0,550	12,100	7,62	0,127	10,18	19,2	43
P21	0,529	0,0598	6,10	0,016	9,78	19,8	43
P22	1,217	24,583	7,80	0,130	10,14	20,8	38
P23	0,183	0,0093	7,39	0,104	10,3	17,7	40
P24	0,587	18,491	7,83	0,128	11,04	19,6	28
P25	0,363	0,1452	7,87	0,190	10,14	20,6	46
P26	0,396	0,1522	5,85	0,035	9,74	16,8	37
P27	0,620	0,2841	6,49	0,039	10,31	14,3	42
P28	0,180	0,3307	7,71	0,079	11,3	16,9	40
P29	0,144	22,493	6,08	0,017	10,59	11,4	40
P30	0,663	12,813	6,35	0,027	11,35	11,4	33
P31	0,291	0,0454	7,70	0,135	11,58	11,8	51
P32	0,634	0,5273	6,02	0,020	11,06	11,3	36
P33	0,215	0,0248	6,47	0,029	10,66	11,8	35

Tabela 2. Composição, número de indivíduos e abundância relativa (%) da comunidade de ninfas de Ephemeroptera coletadas em riachos do Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira, Estado de São Paulo, em setembro de 2006 e julho de 2007.

Táxons	Total	%
Baetidae Ulmer, 1920		
1. <i>Baetodes</i> Needham & Murphy, 1924	2488	36,83
2. <i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1966	713	10,55
3. <i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	715	10,58
4. <i>Cloeodes</i> Traver, 1938	112	1,65
5. <i>Zelus</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1998	5	0,07
6. <i>Cryptonynpha</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1998	7	0,10
7. <i>Paracloeodes</i> Day, 1955	5	0,07
8. <i>Tupiara</i> Salles et al. 2003	1	0,01
Leptophlebiidae Banks, 1900		
9. <i>Simothraulopsis</i> Demoulin, 1966	1	0,01
10. <i>Farrodes</i> Peters, 1969	401	6,00
11. <i>Thraulodes</i> Ulmer, 1920	411	6,10
12. <i>Hylister</i> Dominguez & Flowers, 1989	139	2,05
13. <i>Needhamella</i> Dominguez & Flowers, 1989	18	0,30
14. <i>Hagenulopsis</i> Ulmer, 1920	104	1,53
15. <i>Askola</i> Peters, 1969	4	0,05
16. <i>Miroculis</i> Edmunds, 1963	1	0,01
17. <i>Massartella</i> Lestage, 1930	30	0,44
18. <i>Hermanella</i> Needham & Murphy, 1924	36	0,53
Leptohyphidae Landa, 1973		
19. <i>Lepthohyphes</i> Eaton, 1882	490	7,25
20. <i>Traveryphes</i> Molineri, 2001	562	8,31
21. <i>Tricorythopsis</i> Traver, 1958	500	7,40
22. <i>Tricorythodes</i> Ulmer, 1920	9	0,12
Euthyplociidae Gillies, 1980 Landa, 1985		
23. <i>Campylocia</i> Needham & Murphy, 1924	3	0,04
Total	6755	100,0

Tabela 3. Testes de Mantel entre a matriz de similaridade (Morisita-Horn) entre pontos e matrizes de distância geográfica e distâncias euclidianas baseadas nos escores de integridade física, nas variáveis físico-químicas da água (condutividade, oxigênio dissolvido e pH) e vazão isoladamente. Dados coletados no Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira, Estado de São Paulo, em setembro de 2006 e julho de 2007 (5000 permutações). *Mantel Parcial, retirando o efeito da distância geográfica.

	Distância geográfica	Integridade ambiental	Variáveis ambientais	Vazão
r	- 0,20117	- 0,12650	-0,10592	-0,18295
P	0,0328	0,0824	0,0184	0,0214
r*			-0,05519	-0,18551
p*			0,1438	0,018

Tabela 4. Resultados da regressão múltipla dos atributos da fauna de Ephemeroptera (abundância, riqueza e composição faunística representada pelo primeiro eixo da DCA) e as variáveis ambientais (vazão, integridade ambiental, pH, condutividade e oxigênio dissolvido). * Os resultados apresentados para a riqueza foram obtidos incluindo a abundância como uma das variáveis dependentes.

Fatores	Coefficientes de regressão parcial padrão	t	P
Abundância			
Ln vazão	0,460	2,833	0,008
Ln integridade ambiental	-0,218	-1,310	0,199
pH	0,403	1,478	0,149
Ln condutividade	-0,203	-0,760	0,452
Ln oxigênio dissolvido	-0,107	-0,627	0,535
Riqueza *			
Ln vazão	0,366	2,097	0,044
Ln integridade ambiental	0,045	0,253	0,801
pH	-0,162	-0,551	0,585
Ln condutividade	0,047	0,164	0,870
Ln oxigênio dissolvido	-0,146	-0,796	0,432
Primeiro eixo da DCA			
Ln vazão	-0,405	-2,363	0,024
L integridade ambiental	0,011	0,060	0,952
pH	-0,319	-1,106	0,277
Ln condutividade	0,313	1,113	0,274
Ln oxigênio dissolvido	0,136	0,756	0,455

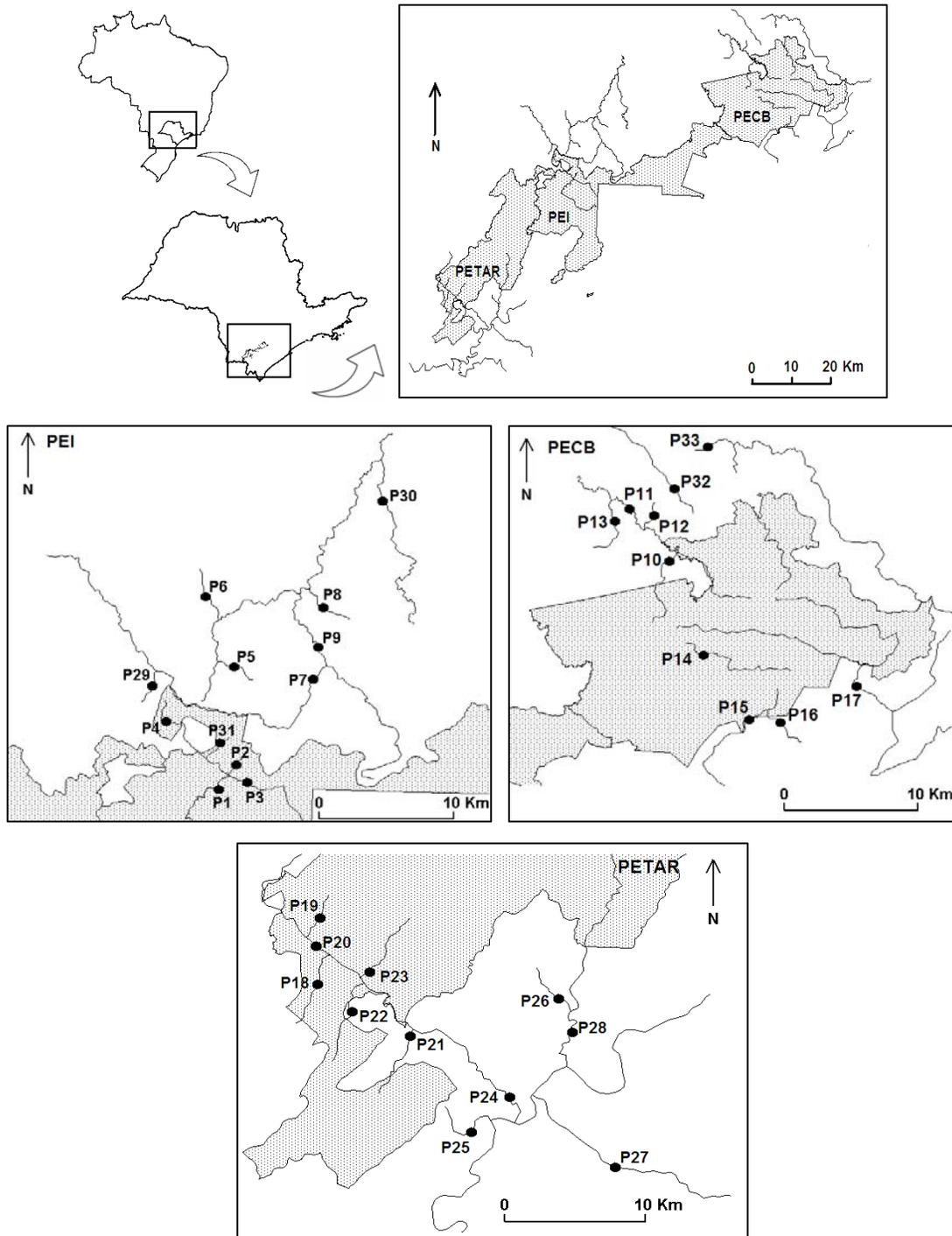


Figura 1. Mapa mostrando a localização dos pontos de coleta no Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira, Estado de São Paulo. PEI (Parque Estadual Intervales); PECB (Parque Estadual Carlos Botelho); PETAR (Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira).

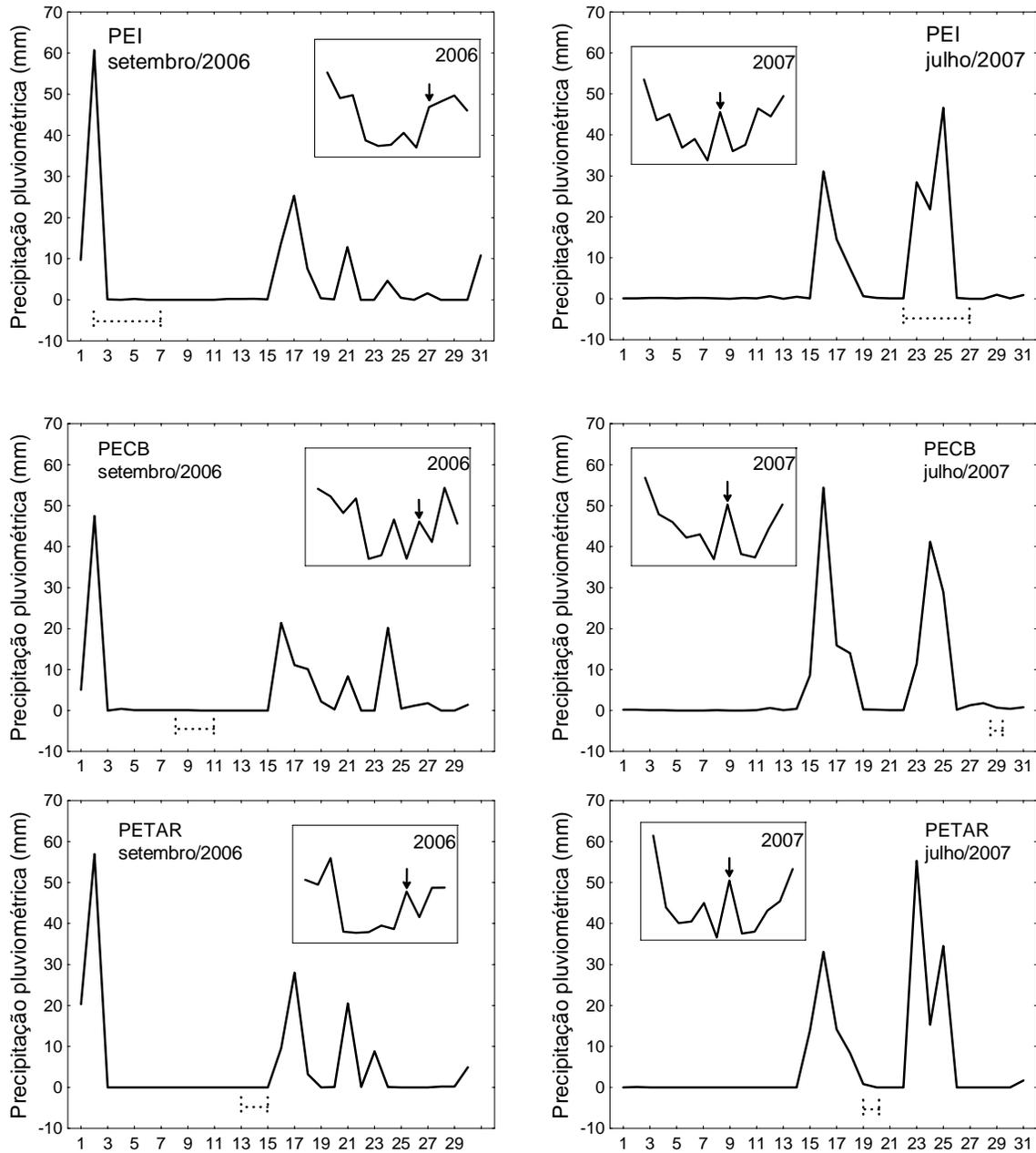


Figura 2. Dados referentes à precipitação mensal nos anos de 2006 e 2007 e precipitação diária para os meses de setembro de 2006 e julho de 2007, no Parque Estadual Intervales (PEI), Parque Estadual Carlos Botelho (PECB) e Parque Estadual Turístico Alto do Ribeira (PETAR), Estado de São Paulo. As setas indicam o mês de coleta e o traço pontilhado indica o período de coleta.

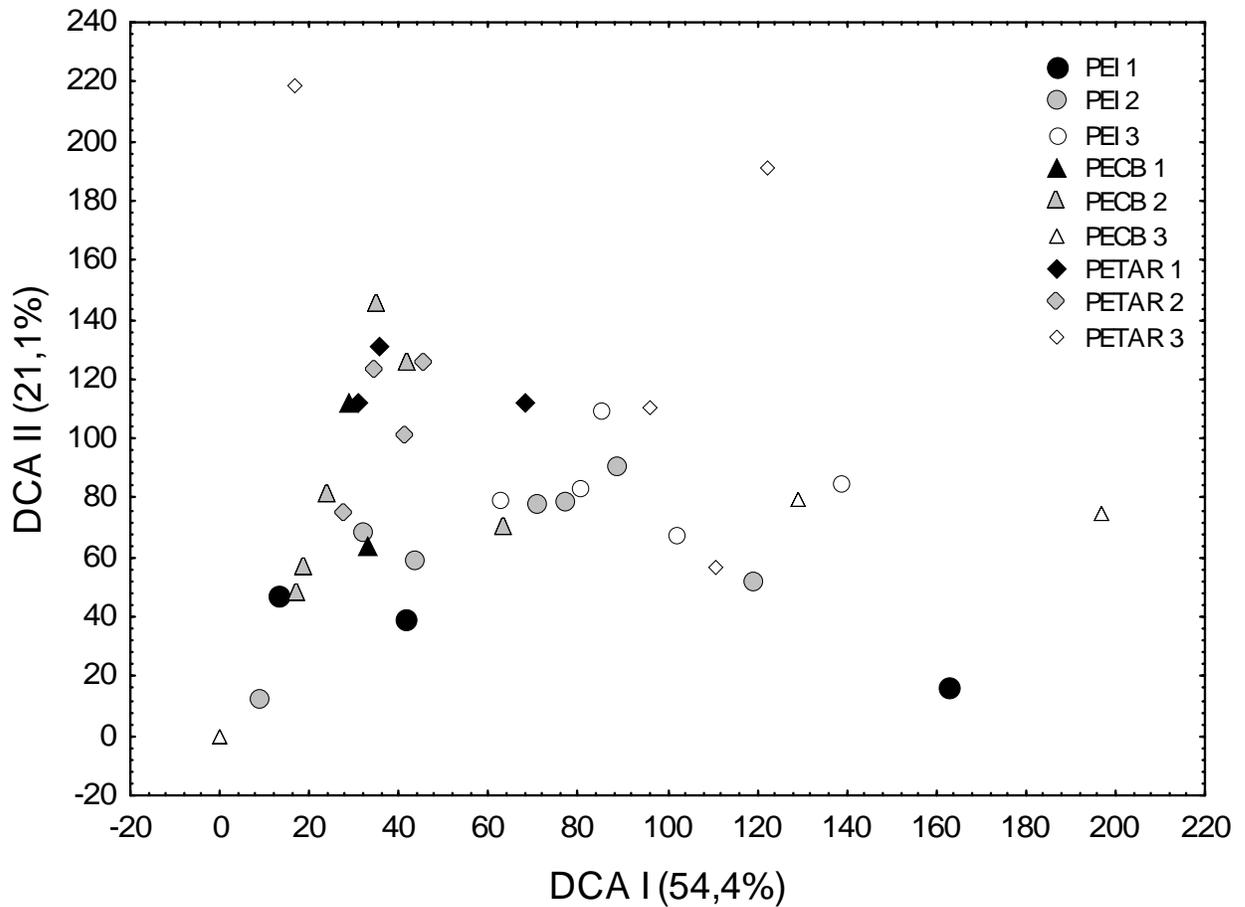


Figura 3. Ordenação dos riachos amostrados nos parques estaduais Intervales (PEI), Carlos Botelho (PECB) e Turístico Alto do Ribeira (PETAR), sul do Estado de São Paulo, em setembro de 2006 e julho de 2007, obtida através de Análise de Correspondência Destendenciada. Os números 1, 2 e 3 correspondem a uma escala de vazão (sendo 1. $v_z > 1 \text{ m}^3/\text{s}$; 2. $0,9 > v_z > 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$; 3. $v_z < 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$)

ANEXO I

Protocolo de avaliação física de riachos para obtenção dos escores de integridade ambiental dos pontos de coleta no Parque Estadual Intervales, Parque Estadual Carlos Botelho, Parque Estadual Turístico do Alto do Ribeira e entornos.

- 1) Padrão de uso da terra além da zona de vegetação ribeirinha
 1. cultivos agrícolas de ciclo curto
 2. pasto
 3. cultivos agrícolas de ciclo longo
 4. vegetação com espécies pioneiras
 5. floresta ombrófila íntegra

- 2) Largura da mata ciliar
 1. vegetação arbustiva e ciliar ausente
 2. mata ciliar ausente com alguma vegetação arbustiva
 3. mata ciliar bem definida de 1 a 5 m de largura
 4. mata ciliar bem definida entre 5 e 30 m de largura
 5. mata ciliar bem definida com mais de 30 m de largura
 6. continuidade da mata ciliar com a floresta adjacente

- 3) Estado de preservação da mata ciliar
 1. cicatrizes profundas com barrancos ao longo do seu comprimento
 2. quebra freqüente com algumas cicatrizes e barrancos
 3. quebra ocorrendo em intervalos maiores que 50 m
 4. mata ciliar intacta sem quebras de continuidade

- 4) Estado da mata ciliar dentro de uma faixa de 10m
 1. vegetação constituída de grama e poucos arbustos
 2. mescla de grama com algumas árvores pioneiras e arbustos
 3. espécies pioneiras mescladas com árvores maduras
 4. mais de 90% da densidade é constituída de árvores não pioneiras ou nativas

- 5) Dispositivos de retenção
 1. canal livre com poucos dispositivos de retenção
 2. dispositivo de retenção solto movendo-se com o fluxo

3. rochas e/ou troncos presentes, mas preenchidos com sedimento
 4. canal com rochas e/ou troncos firmemente colocadas no local
- 6) Sedimentos no canal
1. canal dividido em tranças ou rio canalizado
 2. barreira de sedimento e pedras, areia e silte comuns
 3. algumas barreiras de cascalho e pedra bruta e pouco silte
 4. pouco ou nenhum alargamento resultante de acúmulo de sedimento
- 7) Estrutura do barranco do rio
1. barranco instável com solo e areia soltos, facilmente perturbável
 2. barranco com solo livre e uma camada esparsa de grama e arbustos
 3. barranco firme, coberto por grama e arbustos
 4. barranco estável de rochas e/ou solo firme, coberto de grama, arbustos e raízes
- 8) Escavação sob o barranco
1. escavações severas ao longo do canal, com queda de barrancos
 2. escavações frequentes
 3. escavações apenas nas curvas e constrições
 4. pouca ou nenhuma evidência, ou restrita a áreas de suporte de raízes
- 9) Leito do rio
1. fundo uniforme de silte e areia livres, substrato de pedra ausente
 2. fundo de silte, cascalho e areia em locais estáveis
 3. fundo de pedra facilmente móvel, com pouco silte
 4. fundo de pedras de vários tamanhos, agrupadas, com interstício óbvio
- 10) Áreas de corredeiras e poções ou meandros
1. meandros e áreas de corredeiras/poções ausentes ou rio canalizado
 2. longos poções separando curtas áreas de corredeiras, meandros ausentes
 3. espaçamento irregular
 4. distintas, ocorrendo em intervalos de 5 a 7 vezes a largura do rio
- 11) Vegetação aquática
1. algas emaranhadas no fundo, plantas vasculares dominam no canal
 2. emaranhados de algas, algumas plantas vasculares e poucos musgos

3. emaranhados de algas, algumas plantas vasculares semi-aquáticas ou aquáticas ao longo da margem
4. quando presente consiste de musgos e manchas de algas

12) Detritos

1. sedimento fino anaeróbio, nenhum detrito bruto
2. nenhuma folha ou madeira, matéria orgânica bruta e fina com sedimento
3. pouca folha e madeira, detritos orgânicos finos, floculentos, sem sedimento
4. principalmente folhas e material lenhoso com sedimento
5. principalmente folhas e material lenhoso sem sedimento

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)