

A sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de Ephemeroptera e Trichoptera em um riacho de Cerrado do Sudeste do Brasil?

Does environmental seasonality affect the faunal composition of Ephemeroptera and Trichoptera in a Cerrado stream from southeastern Brazil?

Elisa Yokoyama^{1(*)}

Gabriel de Paula Paciencia²

Polyanna da Conceição Bispo³

Leandro Gonçalves Oliveira⁴

Pitágoras da Conceição Bispo⁵

Resumo

No presente trabalho, dados sobre Ephemeroptera e Trichoptera (ET) de um riacho de cerrado foram analisados, com o objetivo de testar a hipótese de que a alta sazonalidade neste bioma pode alterar a composição de ET entre as estações chuvosas e de seca. A estrutura da comunidade foi avaliada utilizando a Análise de Correspondência Destendenciada e a Análise de Agrupamento (Morisita-Horn, UPGMA). Os fatores ambientais foram submetidos à Análise de Componentes Principais. Para testar a influência das variáveis abióticas sobre a fauna, foram utilizados o Procrustean Randomization Test (Protest) e o Teste de Mantel. Os fatores ambientais registrados influenciaram significativamente a fauna de ET do Córrego do Pedregulho. A similaridade faunística foi alta ao longo do ano, indicando que, apesar de a densidade flutuar em resposta à variação da precipitação, a composição faunística apresentou baixa variabilidade temporal. Por outro lado, foi possível constatar que o gênero *Lachlania* (Ephemeroptera) ocorreu,

1 MSc.; Ciências Biológicas; Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Entomologia da FFCLRP – Universidade de São Paulo, USP; Endereço: Av. Dom Antonio, 2100, CEP: 19806-900, Assis, São Paulo, Brasil; E-mail: elisayoko@ymail.com (*) Autora para correspondência.

2 MSc.; Ciências Biológicas; Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Entomologia da FFCLRP – Universidade de São Paulo, USP; São Paulo, São Paulo, Brasil; E-mail: gabrielpaciencia@yahoo.com.br

3 MSc.; Bióloga; Doutoranda em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE; São José dos Campos, São Paulo, Brasil; E-mail: polyanna@dsr.inpe.br

4 Dr.; Biólogo; Professor do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Goiás, UFGO; Goiânia, Goiás, Brasil; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: lego@icb.ufg.br

5 Livre-docência; Ciências Biológicas; Professor Livre Docente em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP; Assis, São Paulo, Brasil; Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq; E-mail: pcbispo@gmail.com

preferencialmente, nos meses chuvosos e que a composição da fauna da estação seca variou menos do que aquela das demais estações. Portanto, a sazonalidade ambiental afetou parcialmente a composição da fauna de ET do Córrego do Pedregulho.

Palavras-chave: insetos aquáticos; riachos; análise multivariada; Procrustean Randomization Test (Protest); Teste de Mantel.

Abstract

In this paper, data on the fauna of Ephemeroptera and Trichoptera (ET) from a Cerrado stream was analysed in order to test the hypothesis that the high seasonality of this biome can influence the composition of ET between the wet and dry seasons. The community structure was evaluated using Detrended Correspondence Analysis and Cluster Analysis (Morisita Horn-UPGMA). Environmental factors were analyzed using the Principal Components Analysis. In order to test the effect of abiotic variables on the fauna, It was applied the Procrustean Randomization Test (Protest) and Mantel Test. The environmental factors recorded for this study had a significant effect on the ET fauna from Córrego do Pedregulho. Faunal similarity was high throughout the year, indicating that although there was density of fluctuation, due to rainfall variation, the faunal composition showed little temporal variability. On the other hand, it was possible to observe that the genus *Lachlania* (Ephemeroptera) occurred preferably during the rainy months and that the faunal composition during the dry season was less variable than those from other seasons. Therefore, environmental seasonality had a partial effect on the faunal composition of ET from Córrego do Pedregulho.

Key words: aquatic insects; streams; multivariate analysis; Procrustean Randomization Test (Protest); Mantel Test.

Introdução

A sazonalidade ambiental afeta importantes processos ecológicos e o seu efeito sobre as comunidades de riachos tem sido o foco de muitos estudos (FLECKER; FEIFAREK, 1994; BISPO et al., 2006). No caso de regiões tropicais, a alta sazonalidade pluviométrica pode ter um forte impacto sobre as flutuações temporais observadas em ecossistemas aquáticos (BISPO; OLIVEIRA, 1998; BISPO et al., 2006). Neste contexto, o cerrado é caracterizado

por apresentar clima altamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa no verão e uma de seca no inverno. Portanto, estudos desenvolvidos nesse bioma podem trazer valiosas informações sobre o papel da sazonalidade das chuvas na dinâmica temporal da biota de riachos.

Os ambientes lóticos de baixa ordem possuem alta diversidade de insetos aquáticos, os quais são elementos fundamentais para a sua dinâmica ecológica, desempenhando um importante papel no ciclo de matéria orgânica e nas transferências energéticas

(CUMMINS, 1974; VANNOTE et al., 1980; CUMMINS et al., 1989). Nesses ambientes, a interação entre a precipitação e as características do canal pode levar à ocorrência de perturbações do substrato, com consequente carreamento dos organismos bentônicos (BAPTISTA et al., 2001; BISPO et al., 2006), o que provoca uma aparente desorganização espacial e redução da densidade de macroinvertebrados em períodos chuvosos (BISPO; OLIVEIRA, 1998; DINIZ-FILHO et al., 1998). Adicionalmente, também espera-se um importante efeito sobre a composição faunística, uma vez que, enquanto para alguns organismos as chuvas representam um fator catastrófico, para outros, as mesmas podem abrir novas oportunidades de colonização. Portanto, existe a expectativa de que a resposta diferencial dos organismos frente à ocorrência das chuvas, com consequente perturbação do substrato, possam alterar a composição faunística entre as estações chuvosa e de seca.

Entre os organismos bentônicos, as ordens Ephemeroptera e Trichoptera (ET) se destacam pela abundância, diversidade funcional e de táxons e têm sido o foco de vários estudos em riachos brasileiros (DA-SILVA, 1993; HUAMANTICO; NESSIMIAN, 1999; SALLES et al., 2004; SPIES et al., 2006, SIEGLOCH et al., 2008; SPIES; FROELICH, 2009), parte dos quais desenvolvidos em riachos de cerrado (OLIVEIRA et al., 1997; BISPO et al., 2001; 2004; 2006; BISPO; OLIVEIRA, 2007). No presente estudo, dados sobre a fauna de ET de um riacho de cerrado foram analisados com o objetivo de testar a hipótese de que a alta sazonalidade neste bioma altera a composição de ET entre as diferentes estações do ano.

Materiais e Métodos

Os dados aqui analisados foram coletados no Córrego do Pedregulho por L. G. Oliveira e M. J. Ferreira e os resultados dessas amostragens foram publicados sob o ponto de vista da história natural, ciclo de vida e diversidade em Ferreira; Froehlich (1992) e Oliveira; Froehlich (1996; 1997). No presente estudo, os dados dos trabalhos citados acima foram reanalisados conjuntamente para testar a hipótese de que o efeito da sazonalidade ambiental afeta a composição faunística de ET.

O Córrego do Pedregulho é um riacho de 4ª ordem (*sensu* STRAHLER, 1957) e possui vegetação de porte herbáceo com predomínio de gramíneas, sendo que o leito possui insolação total. A coleta consistiu em 10 unidades amostrais por mês (totalizando 12 meses), utilizando um amostrador de Surber (0,225 m; área 0,1 m²). Para os fatores físicos químicos registrados e demais detalhes sobre a coleta ver Ferreira; Froehlich (1992) e Oliveira; Froehlich (1996; 1997).

Para as análises, foram construídas duas matrizes: uma referente aos fatores físico-químicos (fatores por meses) e outra referente à abundância de imaturos de ET (táxons por meses). A matriz de fatores ambientais foi logaritmizada [$\log(x+1)$], exceto o pH e, posteriormente, padronizada. A matriz de fatores abióticos foi submetida à Análise de Componentes Principais (PCA), tendo como critério a correlação de Pearson entre as variáveis. Adicionalmente, a partir dessa matriz foi calculada uma matriz de distâncias euclidianas entre os meses.

A matriz logaritmizada [$\log(x+1)$] de abundância foi submetida à Análise de Correspondência Destendenciada (DCA). Adicionalmente, uma matriz de

similaridade entre os meses, segundo o Índice de Morisita-Horn (HORN, 1966), foi calculada. A matriz de similaridade foi representada graficamente por meio de um dendrograma obtido segundo a UPGMA (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998). A representatividade do dendrograma foi obtida utilizando o coeficiente de correlação cofenética (LEGENDRE; LEGENDRE, 1998).

A relação dos fatores abióticos com a fauna de ET foi testada através do Procrustes (Procrustean Randomization Test) e do Teste de Mantel. A Análise de Procrustes compara duas configurações obtidas por meio de ordenação (GOWER, 1975; JACKSON, 1995). No presente trabalho, para a realização do Procrustes, foram utilizados os escores dos três primeiros eixos da PCA (fatores ambientais) e dos três primeiros da DCA (fauna). O Teste de Mantel faz correlações de matrizes, sendo que, no presente estudo, foram comparadas a matriz de distâncias euclidianas (fatores ambientais padronizados) com a matriz de similaridade entre os meses, segundo o Índice de Morisita-Horn. Tanto para o Procrustes quanto para o Teste de Mantel foram

utilizadas 10.000 permutações para testar os níveis de significância das relações.

As análises foram realizadas utilizando os programas NTSYS 1.5 (ROHLF, 2000), PCORD 2.0 (McCUNE; MEFFORD, 1999) e Procrustes (JACKSON, 1995).

Resultados

As coletas de M. J. Ferreira e L. G. Oliveira, no Córrego do Pedregulho, totalizaram 24.336 indivíduos de ET, sendo 18.705 pertencentes à ordem Ephemeroptera em 7 gêneros e 4 famílias, e 5.631 à ordem Trichoptera em 10 gêneros e 9 famílias. A lista dos gêneros registrados é apresentada na tabela 1.

A precipitação anual foi altamente sazonal, sendo possível observar três períodos: estação chuvosa (EC) com precipitação mensal acima de 200 mm (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro); transição entre as estações chuvosa e de seca (TCS) com precipitação entre 50 e 200 mm (Março, Abril, Setembro e Outubro); e estação de seca (ES) com precipitação abaixo de

Tabela 1. Lista de gêneros de Ephemeroptera e Trichoptera coletados no Córrego do Pedregulho, Pedregulho (SP)

Ephemeroptera ¹		Trichoptera ²	
Baetidae	<i>Baetis</i>	Calamoceratidae	<i>Phylloicus</i>
	<i>Baetodes</i>	Glossosomatidae	<i>Protoptila</i>
	<i>Dactylobaetis</i>	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>
Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i>	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i>
Leptophlebiidae	<i>Hermanella</i>	Hydropsychidae	<i>Leptonema</i>
	<i>Thraulodes</i>		<i>Smicridea</i>
Oligoneuriidae	<i>Lachlania</i>	Hydroptilidae	<i>Gen. 1</i>
		Leptoceridae	<i>Gen. 2</i>
		Philopotamidae	<i>Chimarra</i>
		Polycentropodidae	<i>Polyplectropus</i>

Nota: 1 – Ferreira; Froehlich (1992)

2 – Oliveira; Froehlich (1997)

50 mm (Maio, Junho, Julho e Agosto) (Figura 1). Considerando o conjunto de variáveis ambientais resumidas através de uma PCA (Figura 2), os dois primeiros componentes principais explicaram 76,91% da variabilidade total. A vazão e a velocidade da água foram correlacionadas positivamente com o primeiro eixo, enquanto o oxigênio dissolvido e a saturação do oxigênio foram correlacionados negativamente. A precipitação pluviométrica e a temperatura da água foram correlacionadas positivamente com o segundo eixo. A dispersão dos escores em um espaço bidimensional, formado pelos dois primeiros eixos da PCA, mostrou a formação de três períodos ambientais resultantes da integração dos fatores ambientais locais e da precipitação (Figura 2). Nesse sentido, os seguintes períodos

ambientais puderam ser identificados: 1) final da EC e início da TCS (Janeiro, Fevereiro, Março, Abril e Maio); 2) ES (Junho, Julho e Agosto) e 3) final da TCS e início da EC (Setembro, Outubro, Novembro e Dezembro) (Figura 2).

A ordenação, segundo a DCA, mostrou que a fauna coletada nos meses de Janeiro, Fevereiro e Março (final da EC e início da TCS), separou-se daquela coletada nos demais meses (Figura 3). Adicionalmente, a dispersão dos escores foi maior para os meses da EC e da TCS do que para os meses da ES (Figura 3). A Análise de Agrupamento (Morisita-Horn, UPGMA) mostrou que a fauna apresentou alta similaridade ao longo do ano, sendo que Dezembro teve a composição faunística mais distinta e houve a separação da fauna coletada nos meses de

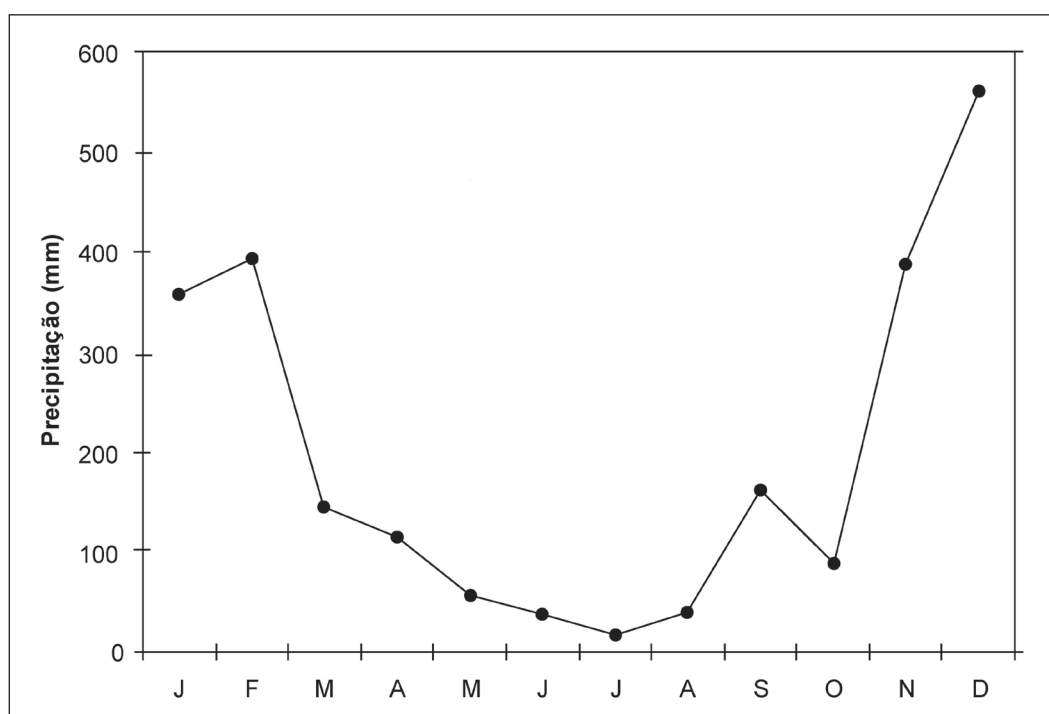


Figura 1. Variação da precipitação de Janeiro à Dezembro de 1989 no município de Pedregulho (SP)

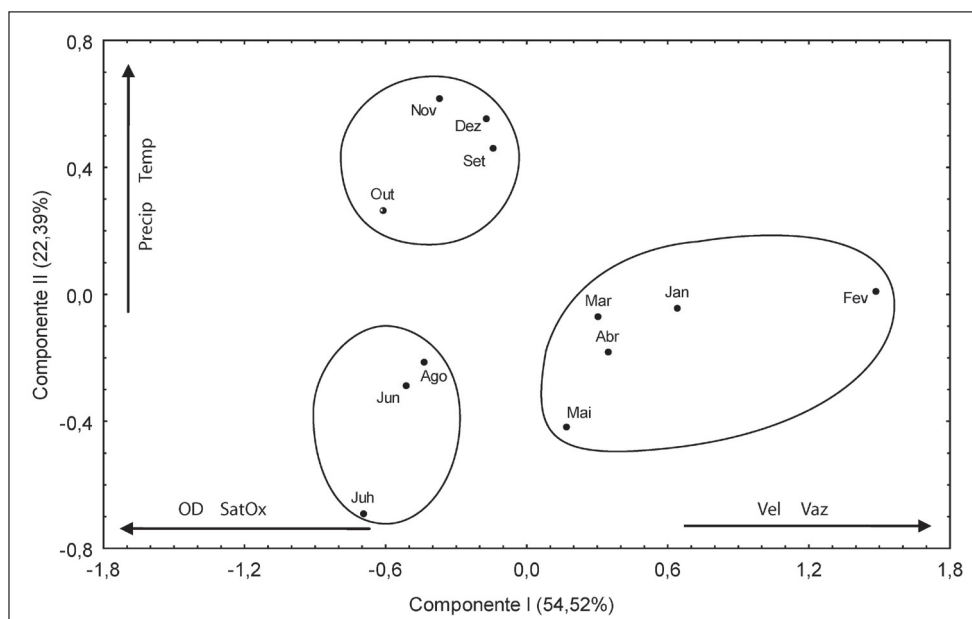


Figura 2. Ordenação dos meses, segundo a Análise de Componentes Principais, baseada nos fatores ambientais registrados de Janeiro a Dezembro de 1989, no Córrego do Pedregulho, Pedregulho (SP). OD: oxigênio dissolvido; Precip: precipitação; SatOx: saturação de oxigênio; Temp: temperatura da água; Vaz: vazão; Vel: velocidade da correnteza.

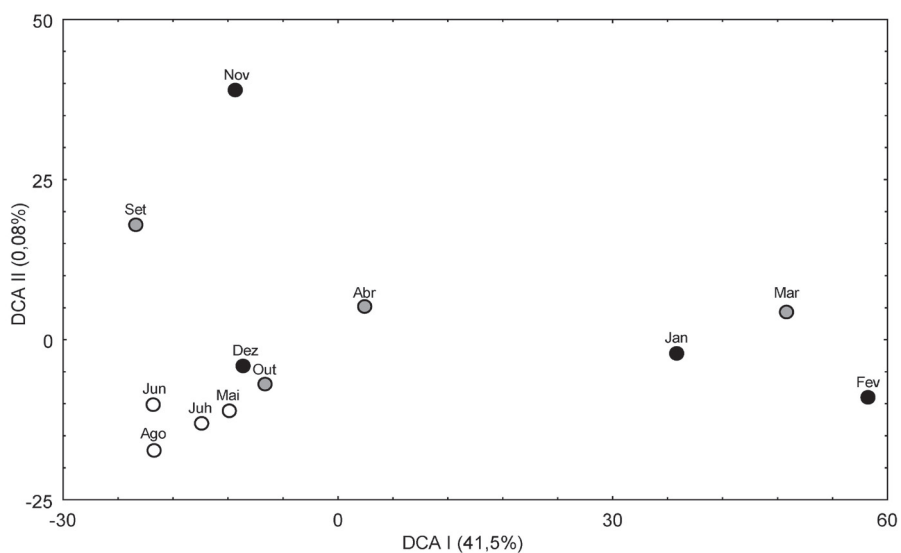


Figura 3. Ordenação dos meses, segundo a Análise de Correspondência Destendenciada (DCA), baseada na fauna de Ephemeroptera e Trichoptera coletados de Janeiro a Dezembro de 1989, no Córrego do Pedregulho, Pedregulho-SP. ●: estação chuvosa (EC, acima de 200 mm); ◐: transição entre a estação chuvosa e de seca (TCS, precipitação entre 50 e 200 mm); ○: estação de seca (ES, precipitação abaixo de 50 mm)

Janeiro, Fevereiro e Março, daquela coletada nos demais meses (Figura 4). Quanto aos táxons, no caso de Ephemeroptera e dos gêneros mais abundantes de Trichoptera, a maior parte ocorreu durante todo o ano (FERREIRA; FROEHLICH, 1992; OLIVEIRA; FROEHLICH, 1997). *Phylloicus*, *Atopsyche* e *Helicopsyche* foram representados por um único espécime e *Lachlania* teve preferência pelo final da EC e início da TCS.

A comparação entre as duas ordenações (PCA baseada em fatores ambientais e DCA baseada na fauna de ET), realizada através do Protest, mostrou uma relação significativa ($m^2 = 0,2031$, $p < 0,001$ para 10.000 permutações). Adicionalmente, a comparação entre os fatores bióticos e abióticos, por meio do Teste de Mantel, também indicou que, pelo menos em parte, os fatores

ambientais influenciaram a fauna de ET ($r = -0,4795$, $p < 0,05$ para 10.000 permutações).

Resultados e discussões

A região de cerrado é altamente sazonal, com duas estações bem definidas: uma chuvosa no verão e uma de seca no inverno. Os dados pluviométricos da região de Pedregulho (SP) confirmaram essa alta sazonalidade. A precipitação pluviométrica interage com os fatores locais como a declividade e as características das margens (e.g. com ou sem cobertura vegetal), alterando a velocidade, a vazão e a disponibilidade de oxigênio, entre outros, os quais podem causar grande impacto sobre fauna de insetos aquáticos. Nesse sentido, considerando tanto a precipitação quanto outros fatores ambientais (temperatura

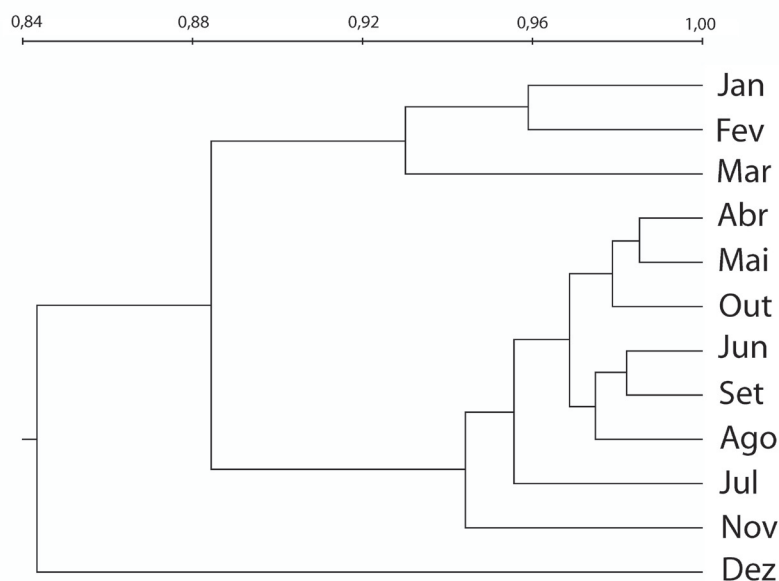


Figura 4. Dendrograma obtido pela UPGMA representando a similaridade (Morisita-Horn) entre as observações, baseado na fauna de Ephemeroptera e Trichoptera coletada no Córrego do Pedregulho, Pedregulho (SP). Índice de correlação cofenética (0,87)

da água, oxigênio dissolvido, saturação do oxigênio, vazão e velocidade da água) foi possível identificar três períodos ambientais (Figura 2). Conforme o aumento da vazão, houve a diminuição do oxigênio dissolvido, o que pode ser atribuído a um possível aumento do aporte de matéria orgânica e da turbidez durante os meses com maior volume de água. A expectativa de que a precipitação pluviométrica teria relação com a vazão não foi confirmada pelos dados, uma vez que esses dois fatores foram relacionados com diferentes componentes principais, sendo a vazão correlacionada com o primeiro eixo e a precipitação com o segundo. Em riachos, chuvas concentradas em um curto período de tempo podem aumentar rapidamente a vazão, porém o escoamento também pode ser bastante rápido. Em decorrência disso, a vazão registrada é dependente tanto da intensidade da precipitação quanto do tempo decorrido desde o último pico chuvoso antes da coleta. Portanto, a ausência de relação entre a vazão e a precipitação pode ser atribuída ao fato da vazão observada em cada mês ser representada apenas pelo registro no dia da coleta, enquanto que os valores de precipitação representam a soma total mensal.

Estudos desenvolvidos no bioma de cerrado têm mostrado que a entomofauna aquática responde fortemente à sazonalidade ambiental, principalmente no que se refere à variação temporal da densidade. Na estação chuvosa, normalmente os rápidos aumentos de vazão são intensos e frequentes, aumentando o deslocamento do substrato e, conseqüentemente, diminuindo a densidade (BISPO et al., 2006). Nesse sentido, a redução da abundância na estação chuvosa tem sido um fenômeno documentado em diversos trabalhos (BISPO; OLIVEIRA,

1998; DINIZ-FILHO et al., 1998; BISPO et al., 2001; 2004; 2006), padrão que também foi detectado para o Córrego do Pedregulho (OLIVEIRA; FROEHLICH, 1997). Por outro lado, uma dúvida que permanece é se em um mesmo riacho há uma mudança na composição de insetos aquáticos ao longo do ano em função dos diferentes períodos ambientais. Os dados analisados no presente estudo mostraram que essa mudança ocorreu parcialmente, uma vez que foi possível observar uma relação significativa entre as ordenações dos meses baseadas nos fatores ambientais (onde foram observados três períodos ambientais) e na fauna. A relação entre os fatores ambientais e a fauna também foi confirmada pelo Teste de Mantel. A DCA e a Análise de Agrupamento corroboram esta constatação, uma vez que os dados mostraram uma clara separação da fauna coletada em Janeiro, Fevereiro e Março (final da EC e início da TCS), daquela coletada nos demais meses.

Adicionalmente, segundo a DCA, a fauna coletada em diferentes meses da ES teve menor dispersão na ordenação do que aquelas coletadas nos diferentes meses da EC e da TCS. Esse resultado indica que a composição da fauna da ES varia menos do que aquela das demais estações, o que pode ser um reflexo da maior estabilidade do substrato nos períodos com menor precipitação. A nossa hipótese é que na ES, o número de dias, desde a última perturbação, seja suficiente para que o processo sucessional atinja uma fase tardia, ou seja, uma composição faunística característica e determinada pelos recursos, condições e interações biológicas locais. Por outro lado, em diferentes momentos da EC e da TCS, a composição pode ter sido afetada por perturbações estocásticas, ocasionadas pelas chuvas. Desse modo, a fauna coletada

em cada mês da EC e da TCS, no Córrego do Pedregulho pode estar em diferentes fases sucessionais, dependendo da intensidade e do tempo decorrido desde a última perturbação antes da coleta, o que pode ter refletido na maior variabilidade da composição faunística observada para estes períodos do ano.

Entre os táxons abundantes do Córrego do Pedregulho, a maior parte ocorreu o ano todo e os táxons raros ocorreram aleatoriamente. Por outro lado, no final da EC e início da TCS foi observada a ocorrência do gênero *Lachlania*, o qual foi o principal táxon responsável pela separação da fauna coletada nos primeiros meses do ano dos demais. Bispo (2002), estudando a fauna de EPT em Mata Atlântica, coletou 85 indivíduos de *Lachlania* em um riacho de 4ª ordem, durante um ano de coleta, dos quais cerca de 75% ocorreram na estação chuvosa (Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro). Portanto, os dados de Bispo (2002) e os do presente trabalho sugerem que o aumento da abundância de ninfas de *Lachlania*, na estação chuvosa, é um padrão recorrente.

Conclusões

Os nossos dados revelaram uma alta similaridade faunística ao longo do ano,

indicando que, apesar de a densidade flutuar em resposta à variação da precipitação, a composição faunística apresentou alta similaridade temporal. Apesar disso, foi possível observar uma separação da fauna coletada nos primeiros meses do ano em relação aos demais meses, principalmente pela ocorrência de *Lachlania*. Além disso, houve uma menor variabilidade da fauna na estação seca, quando comparada aos demais períodos do ano. Portanto, os dados analisados mostraram que, apesar de a sazonalidade ambiental não ter afetado de forma generalizada a variação temporal da composição faunística, foi possível detectar o seu efeito parcial sobre a fauna.

Agradecimentos

Elisa Yokoyama agradece ao CNPq pela bolsa de doutorado. Gabriel P. Paciencia e Polyanna C. Bispo agradecem ao CAPES pelas bolsas de doutorado. Pitágoras C. Bispo e Leandro G. Oliveira agradecem ao CNPq pela bolsa de produtividade. Pitágoras C. Bispo agradece a FAPESP e CNPq pelo constante apoio. Os autores agradem a Vera Lúcia Crisci Bispo pelas importantes discussões que deram início ao presente artigo.

Referências

BAPTISTA, D. F.; BUSS, D. F.; DORVILLÉ, L. F. M.; NESSIMIAN, J. L. Diversity and habitat preference of aquatic insects along the longitudinal gradient of the Macaé river basin, Rio de Janeiro, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 61, n. 2, p. 249–258, 2001.

BISPO, P. C. **Estudo de Comunidades de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT) em Riachos do Parque Estadual Intervales, Serra de Paranapiacaba, Sul do Estado de São Paulo**. 2002. 120f. Tese (Doutorado em Zoologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. 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. (Ed.). **Ecologia de Insetos Aquáticos**. Série Oecologia Brasiliensis, v. V., Rio de Janeiro, 1998. p. 175-189.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; BINI, L. M.; SOUSA, K. G. Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera from riffles in mountain streams of Central Brazil: environmental factors influencing the distribution and abundance of immatures. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 66, n. 2B, p. 611-622, 2006.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; CRISCI, V. L.; SILVA, M. M. A pluviosidade como fator de alteração da entomofauna bentônica (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do planalto central do Brasil. **Acta Limnologica Brasiliensis**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 1-9, 2001.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G.; CRISCI-BISPO, V. L.; SOUSA, K. G. Environmental factors influencing distribution and abundance of trichopterans in Central Brazilian mountain streams. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, Alemanha, v. 39, n. 3, p. 233-237, 2004.

BISPO, P. C.; OLIVEIRA, L. G. Diversity and structure of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (Insecta) assemblages from riffles in mountain streams of Central Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 24, n.2, p. 283-293, 2007.

CUMMINS, K. W. Structure and function of stream ecosystems. **BioScience**, v. 24, n.11, p. 631-641, 1974.

CUMMINS, K. W.; WILZBACH, M. A.; GATES, D. M.; PERRY, J. B.; TALIAFERRO, W. B. Shredders and riparian vegetation: leaf litter that falls into streams influences communities of stream invertebrates. **BioScience**, v. 39, n.1, p. 24-30, 1989.

DA-SILVA, E. R. Efemerópteros da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro. II. Descrição de uma nova espécie de *Leptohyphes* Eaton, 1882 (Ephemeroptera, Tricorythidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 37, n. 2, p. 313-316, 1993.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; OLIVEIRA, L. G.; SILVA, M. M. Explaining the beta diversity of aquatic insects in "cerrado" streams from central Brazil using multiple mantel test. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 2, p. 223-231, 1998.

FERREIRA, M. J. N.; FROEHLICH, C. G. Estudo da fauna de Ephemeroptera (Insecta) do córrego do Pedregulho (Pedregulho, SP, Brasil) com aspectos da biologia de *Thraulodes schlingerii* Traver & Edmunds, 1967. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 36, n. 3, p. 541-548, 1992.

FLECKER, A. S.; FEIFAREK, B. Disturbance and the temporal variability of invertebrate assemblages in two Andean streams. **Freshwater Biology**, v. 31, n.2, p. 131-142, 1994.

- GOWER, J. C. Generalized procrustes analysis. **Psychometryka**, v. 40, n. 1, p. 33-51, 1975.
- HORN, H. S. Measurement of 'overlap' in comparative ecological studies. **American Naturalist**, v. 100, n.914, p. 419-424, 1966.
- HUAMANTICO, A. A.; NESSIMIAN, J. L. Estrutura e distribuição espacial da comunidade de larvas de Trichoptera (Insecta) em um tributário de primeira ordem do Rio Paquequer, Teresópolis RJ. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 1-16, 1999.
- JACKSON, D. A. Protest: a Procrustean randomization test of community environment concordance. **Ecoscience**, v. 2, n.3, p. 297-303, 1995.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical Ecology**. Developments in Environmental Modelling, New York, Elsevier. 1998. XV + 853p.
- McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.0**. MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, USA, 1999.
- OLIVEIRA, L. G.; FROEHLICH, C. G. The Trichoptera (Insecta) fauna of a "cerrado" stream in southeastern Brazil. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p. 183-197, 1997.
- OLIVEIRA, L. G.; FROEHLICH, C. G. Natural history of three Hydropsychidae (Trichoptera, Insecta) in a „cerrado“ stream from northeastern São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 13, n. 3, p. 755-762, 1996.
- OLIVEIRA, L. G.; BISPO, P. C.; SÁ, N. C. Ecologia de comunidades de insetos bentônicos (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) em córregos do Parque Ecológico de Goiânia, Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 867-876, 1997.
- ROHLF, F. J. **NTSYS 2.1: Numerical Taxonomy and multivariate analysis system**. New York: Exeter Software, 2000. 98p.
- SALLES, F.F.; DA-SILVA, E. R.; SERRÃO, J. E.; HUBBARD, M. D.; FRANCISCHETTI, C. N. As espécies de Ephemeroptera (Insecta) registradas para o Brasil. **Biota Neotropica**, v. 4, n.2, p. 1-4, 2004.
- SIEGLOCH, A. E.; FROEHLICH, C. G.; KOTZIAN, C. B. Composition and diversity of Ephemeroptera (Insecta) nymph communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, southern Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 98, n. 4, p. 425-432, 2008.
- SPIES, M. R.; FROEHLICH, C. G. Inventory of caddisflies (Trichoptera: Insecta) of the Campos do Jordão State Park, São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 4, p. 211-218, 2009.

SPIES, M. R.; FROEHLICH, C. G.; KOTZIAN, C. B. Composition and diversity of Trichoptera (Insecta) larvae communities in the middle section of the Jacuí River and some tributaries, State of Rio Grande do Sul, Brazil. **Iheringia Série Zoologia**, v. 96, n. 4, p. 389-398, 2006.

STRAHLER, H. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. **American Geophysical Union Transactions**, v. 33, p. 913-920, 1957.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W. L.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, n.1, p. 130-137, 1980.