

# **Processos espaciais e ambientais na estruturação de metacomunidades de Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera em riachos de cabeceira da Bacia do Rio Tocantins, Goiás**

**Juliana Simião FERREIRA, Ronaldo ANGELINI**

Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-graduação Ecologia e Evolução,  
[julianalimno@gmail.com](mailto:julianalimno@gmail.com); [ronaldo.angelini@pq.cnpq.br](mailto:ronaldo.angelini@pq.cnpq.br)

## **Introdução**

Os recentes avanços na ecologia teórica têm reorganizado a compreensão da relação entre processos regionais e ambientais sobre a mudança na composição e estruturação das comunidades locais. A interação entre comunidades locais interligadas pela dispersão é definida como metacomunidade (Leibold *et al.*, 2004; Wilson, 1992). Essas interações causam mudanças na composição das comunidades entre locais de uma determinada área de estudo. Os fatores que determinam a mudança na composição são principalmente a diferenciação de nichos através de um gradiente ecológico e a limitação da dispersão por distância geográfica (Leibold *et al.*, 2004, Holyoak *et al.* 2005).

A linha neutralista destaca a importância da distância entre os locais para estruturação das comunidades, enfatizando o papel da dispersão e da chance de colonização dos indivíduos (Hubbell, 2001). Já a linha determinista baseada na Teoria de nicho considera a heterogeneidade ambiental a principal causa da substituição gradual de espécies em escala regional, logo, comunidades seriam alteradas pelas características ambientais e de interações bióticas (Hutchinson, 1957; Jones *et al.*, 2006).

No entanto, atualmente se busca a importância relativa de cada um destes fatores para a estruturação das comunidades, por compreender que há uma associação dos mesmos, de forma que as comunidades apresentam uma proporção maior de explicação por um destes fatores, sem excluir a importância do outro (Leibold *et al.*, 2004).

Desta forma, o trabalho visa avaliar a importância relativa de fatores ambientais e espaciais que explicam a mudança na composição da metacomunidade de Ephemeroptera, Trichoptera e Plecoptera da Bacia do Rio Tocantins, Estado de Goiás, Brasil.

## Material e Métodos

A área amostral corresponde à Bacia Hidrográfica do Rio Tocantins, na qual foram amostradas quatro sub-bacias bem distribuídas na região norte do estado de Goiás (Bacia do Rio Maranhão, Rio Tocantinzinho, Rio Paranã e Rio das Almas). Em cada uma, foram determinadas duas micro-bacias nas quais foram amostrados três riachos com substratos predominante de pedras ou seixos e folhiço, totalizando 24 riachos de nascente.

A coleta do material biológico foi realizada no período de seca de 2010, entre os meses de Junho e Agosto, utilizando o amostrador tipo Surber num trecho definido a priori de 50m, no qual foram amostrados três sub-amostras, totalizando 0,6m<sup>2</sup> de área coletada. O material coletado foi previamente separado em campo e fixado em formol a 5%. No laboratório com estereomicroscópio foram realizadas triagens, identificação (Domínguez & Fernández, 200, Pes *et al.*, 2005).

Algumas variáveis limnológicas que frequentemente são utilizadas para prever a comunidade insetos aquáticos foram medidas, como a temperatura da água, turbidez, condutividade elétrica, potencial hidrogeniônico (pH), largura e a vazão dos riachos, assim como a integridade do habitat (Nessimian *et al.*, 2008).

Foram feitas regressões múltiplas para avaliar a influência das variáveis ambientais e espaciais sobre a composição das comunidades as três ordens de insetos estudadas. A regressão múltipla representa a soma dos efeitos lineares das variáveis inclusas no modelo. Os efeitos mostrados no resultado de uma regressão múltipla são parciais, portanto, corrigidos para excluir a variação que é devido a outros fatores (Magnusson & Mourão, 2003) e o resíduo da regressão múltipla representa a variabilidade não explicada pelas variáveis inclusas no modelo.

A Variância Total (VT) na composição de espécies foi particionada em variância ambiental pura (VAP), variância mista (VM) e variância espacial pura (VEP). A VM é a porção da variação ambiental que não pode ser isolada da variação na distância geográfica. Para quantificar a proporção da VT na composição que pode ser explicada pela influência da distância geográfica ou das variáveis ambientais medidas, foram feitas as regressões com os seguintes

modelos: (I) Modelo Completo: Beta = constante + variáveis ambientais + latitude + longitude; (II) Modelo Ambiental: Beta = constante + variáveis ambientais e (III) Modelo espacial: Beta = constante + latitude + longitude.

O  $R^2$  do modelo (I) fornece a VT, o  $R^2$  do modelo (II) fornece a Variância Ambiental Pura (VAP) e o  $R^2$  do modelo (III) fornece a Variância Espacial Pura (VEP). Por diferença, Variância Ambiental (VA), Variância Espacial (VE) e Variância Mista (VM) foram obtidas das seguintes equações:  $VE = VT - VAP$ ;  $VA = VT - VEP$  e  $VM = VT - (VEP + VAP)$ .

Esta técnica quantitativa de partição de variância permite decompor a variação encontrada de dados multivariados de variáveis respostas, neste caso mudança na composição das comunidades, em função das variáveis descritoras ambientais e espaciais (Borcard *et al.* 1992; Legendre *et al.* 2005).

## Resultados e Discussão

Nos 24 riachos da Bacia do Rio Tocantins foram coletados 1.720 indivíduos das ordens Ephemeroptera (57%), Plecoptera (4%) e Trichoptera (39%), pertencentes 48 gêneros. A ordem com maior riqueza taxonômica foi Ephemeroptera (4 famílias), com representantes de 23 gêneros, seguida de Trichoptera (11 famílias) que apresentou uma comunidade de 23 gêneros e Plecoptera com dois gêneros de uma família. Os gêneros mais abundantes foram *Baetodes* (12%), *Smicridea* (12%), *Leptonema* (8%), *Farrodes* (7%).

Foi possível observar que as variáveis limnológicas não apresentam autocorrelação espacial ( $b=0,21$ ;  $p=0,86$ ), o que permite a realização da análise de regressão.

A diversidade beta da comunidade foi estimada e usada como variável dependente nos três modelos propostos (completo, ambiental e espacial). O modelo completo inclui os fatores ambiental e espacial, de modo que o modelo ambiental representa a matriz das características limnológicas como variável preditiva e o modelo espacial inclui latitude e longitude.

A diversidade beta dos insetos aquáticos apresentou correlação negativa com os fatores espaciais ( $b=-0,152$ ;  $p=0,033$ ) e positiva com integridade ambiental ( $b=0,259$ ;  $p=0,044$ ). Essa influência pode ser em função da relação da integridade física do ambiente aquático e da área adjacente sobre a mudança na composição da comunidade dos insetos estudados.

A partição da variância em componentes ambientais e espaciais por regressões múltiplas seqüenciais indicou que para os 24 riachos da bacia, 17% da variação na diversidade beta da assembléia de insetos aquáticos foi explicada por fatores espaciais, 12% por fatores ambientais, e 10% pela interação dos dois preditores. Entretanto 81% da variação da diversidade beta não pôde ser explicado por estas variáveis.

O efeito da distância geográfica sobre a assembléia de insetos estudados foi significativo, indicando a força desse fator para determinar a composição da assembléia, em função da baixa capacidade de dispersão de alguns taxa desse grupo. Os insetos aquáticos das ordens Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, em geral, possuem uma baixa capacidade de dispersão em comparação, por exemplo, com alguns odonatas que são muito eficientes em dispersão, principalmente os machos (Juen, 2005).

A variação das características ambientais também é um importante fator para determinação da comunidade, atuando de forma a selecionar os organismos que possuem adaptações que possibilitam a sobrevivência nos habitats, eliminando os grupos sensíveis a modificações no ambiente (Ellingsen & Gray, 2002). A diversidade beta dos insetos aquáticos do Cerrado foi correlacionada positivamente com a integridade ambiental, possivelmente, em virtude da maior heterogeneidade ambiental nos ambientes com maior integridade.

## **Conclusão**

A mudança na composição taxonômica é considerada diversidade beta e neste estudo foi possível observar que em nível da bacia hidrográfica foi influenciada principalmente pela distância geográfica entre os pontos, o que indica a limitação de dispersão de algumas espécies, dificultando a colonização de ambientes mais distantes.

## **Referências Bibliográficas**

Borcard D., Legendre P., Drapeau P. 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*, 73: 1045– 1155

- Domínguez E, Fernández HR. 2001. *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán: Editora Universidad Nacional de Tucumán, 154pp.
- Ellingsen K.E., Gray J.S. 2002. Spatial patterns of benthic diversity: is there a latitudinal gradient along the Norwegian continental shelf. *Journal of Animal Ecology*, 71: 373–389.
- Holyoak M., M. A. Leibold and R. D. Holt. 2005. *Metacommunities: spatial dynamics and ecological communities*. The University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.
- Hubbell S.P. 2001. *The Unified Neutral Theory of Biodiversity and Biogeography*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Hutchinson G.E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposium of Quantitative Biology* 22, 415-427.
- Jones M. M., Tuomisto H., Clark, D. B., Olivas P. 2006. Effects of mesoscale environmental heterogeneity and dispersal limitation on floristic variation in rain forest ferns. *Journal of Tropical Ecology* 94: 181-195.
- Juen L.M.S. 2005. *Distribuição das espécies de Odonata e o padrão de diversidade beta encontrado entre riachos na Amazônia Central*. Dissertação de mestrado-Programa de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, 65pp
- Legendre P., Borcard D., Peres-Neto P.R. 2005. Analyzing beta Diversity: Partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monography*, 75(4): 435–450
- Leibold, M. A., Holyoak, M., Mouquet, N., Amarasekare, P. J., Chase, M., Hoopes, M. F. 2004. The metacommunity concept: a framework for multi-scale community ecology. *Ecology Letters*. 7: 601- 613
- Nessimian J.L., Venticinque, E.M. Zuanon J., DeMarco-Jr P., Gordo M., Fidelis L. 2008. Land use, habitat integrity and aquatic insect assemblages in Central amazonian streamlets. *Hydrobiologia*.
- Pes A. M.O., Hamada N., Nessimian J.L. 2005. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 49(2):181-204.