

# **Ecomorfologia de Girinos Brasileiros: relação entre ecologia, morfologia e filogenia**

Núbia Carla Santos MARQUES <sup>1</sup>; Fausto NOMURA<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Instituto de Ciências Biológicas, Laboratório de Herpetologia;

<sup>1</sup>[nubiabio06@gmail.com](mailto:nubiabio06@gmail.com)

**Palavras-chave:** morfometria geométrica, morfometria tradicional, guildas.

## **1. Introdução**

A origem da adaptação do organismo ao seu ambiente é uma questão amplamente discutida na biologia evolutiva, buscando compreender como evolui as características morfológicas e ecológicas das espécies. A ecomorfologia investiga as relações existentes entre a morfologia (i.e, fenótipo) e a ecologia (i.e, variação no uso de recursos) entre comunidades, populações, guildas e indivíduos (Peres-Neto, 1999). Utilizando esta abordagem é possível detectar diferenças morfológicas entre as espécies e relacionar essas diferenças com pressões ambientais e fatores ecológicos (Irschik & Losos, 1999).

Larvas de anuros apresentam uma ampla diversidade morfológica, ocorrendo em uma grande variedade de ambientes (Altig e McDiarmid, 1999 a,b), o que pode ocasionar uma gama diferente de soluções adaptativas. Entretanto, como muitos padrões de uso e partilha de recursos são melhores explicados baseados em características de linhagens evolutivas (Webb *et. al.*, 2002), é necessário estar atento ao efeito filogenético para se extrair conclusões baseadas em semelhanças ecomorfológicas. Ao combinarmos processos ecológicos, inferidos pelo paradigma ecomorfológico, com a história evolutiva das espécies, é possível testarmos hipóteses sobre os processos que regulam a distribuição das espécies e composição das comunidades (Brooks & McLennan, 1991).

### **1.1 Objetivo**

Neste trabalho, avaliamos como as interações ecológicas (medidas por similaridade morfológicas) ou as relações evolutivas entre as espécies (medidas por distância filogenética) moldam a preferência por microambiente em girinos de diferentes guildas. Para isto, selecionamos girinos de 11 guildas

ecomorfológicas (de acordo com Altig & McDiarmid, 1999 a,b) para responder a questão: o que modelou a escolha de microhábitat entre esses girinos? Um processo de convergência adaptativa mediada por interações interespecíficas (correlação com a morfologia) ou um história evolutiva em comum (correlação com a filogenia)?

## **2. Material e Métodos**

Foram analisadas um total de 102 espécies de girinos. As espécies foram classificadas quanto a guilda ecomorfológica (bentônico, neustônico, nectônico, carnívoro, aderente, *gastromyzophorus*, nidícola, *suspension feeder*, *suspension rasper*, macrófagos, arborícolas), uso do hábitat (lêntico ou lótico), posição na coluna d'água (superfície, meia água, fundo) e substrato do fundo do corpo d'água (pedregoso, folhoso, detritos, lodoso ou arenoso). Os atributos ecológicos e as guildas ecomorfológicas foram organizadas em uma matriz binária chamada de atributos ecológicos dos girinos (MAE). Para obter os dados morfológicos foram utilizadas duas técnicas distintas: morfometria tradicional e morfometria geométrica.

### **2.1. Morfometria tradicional**

Foram obtidas 14 medidas morfométricas (Altig e McDiarmid, 1999b) de 67 espécies de girinos, por meio das descrições disponíveis na literatura: comprimento total; comprimento do corpo; largura do corpo; largura da musculatura caudal; altura do corpo; altura da nadadeira dorsal; altura da musculatura caudal; altura da nadadeira ventral; distância interocular; distância internasal; distância do olho a extremidade do focinho; distância da narina ao focinho; diâmetro do olho; diâmetro da narina. Essas medidas morfométricas foram organizadas em uma matriz de morfologia tradicional (MMT).

### **2.2. Morfometria geométrica**

A morfometria geométrica é um método que descreve a variação da forma do organismo não levando em consideração o efeito do tamanho, orientação e rotação, por meio de marcos anatômicos (*landmarks*). Para 102 espécies de girinos, definimos 23 *landmarks* em vista lateral (de acordo com Van Buskirk, 2009), e 18 *landmarks* em vista dorsal. Duas matrizes de dimensões morfológicas geométricas foram confeccionadas, uma com as coordenadas dos *landmarks* na visão lateral (DML) e outra na visão dorsal

(DMD).

### **2.3. Filogenia**

Para testar a hipótese de que as preferências ecológicas dos girinos podem ser decorrentes de conservação de nicho, que é a tendência de espécies próximas serem também similares nas características ecológicas, foi construída uma matriz filogenética (MFG), calculando a distância patrística entre todos os pares de girinos. Essa matriz filogenética foi feita com base nas hipóteses filogenéticas apresentadas na literatura com o software Mesquite 2.74.

### **2.4. Estatística**

Para determinar se as preferências ecológicas dos girinos são moldadas pela força das interações ecológicas (similaridades morfológicas) ou pelas relações evolutivas entre as espécies (distância filogenética), usamos as matrizes morfológicas (MMT, DML ou DMG) e a matriz filogenética (MFG) como preditoras da variância encontrada na matriz ecológica (MAE). O conjunto de dados foi submetido ao método de partição (Peres-Neto *et al*, 2006; Diniz-Filho *et al*, 1998) usando uma análise de redundância parcial para inferir qual parte da matriz ecológica (MAE) é explicada pela morfologia, pela filogenia ou pela interação das duas. Após avaliar a contribuição total da morfologia e filogenia, nós comparamos os dois termos no modelo usando uma ANOVA como teste de permutação do RDA para avaliar o significado dos termos (Oksanen *et al*, 2005). Todas as análises foram feitas usando o ambiente R (R Development Core Team, 2011).

## **2. Resultados**

Para testar a importância da contribuição da filogenia e da morfologia, bem como da contribuição compartilhada dos dois para a ecologia dos girinos, a RDA foi feita utilizando as matrizes MAE, MFG e as matrizes MMT, DMD e DML. Sendo que foram feitas três RDA, cada uma utilizando uma matriz morfológica. Na matriz de morfologia tradicional (MMT) a contribuição da morfologia foi de 10%, da filogenia foi de 23% e a interação foi menor do que zero. Na matriz de morfometria geométrica dorsal (DMD) a contribuição da morfologia foi de 6%, da filogenia de 9% e a interação de 16%. Na matriz de morfometria geométrica lateral (DML) a contribuição da morfologia foi de 10%, da filogenia de 11% e a interação 13%.

### **3. Discussão**

As análises de redundância parcial nas matrizes MMT e DMD, mostram que as preferências ecológicas dos girinos são explicadas em sua maior parte pela história evolutiva das espécies, como é predito pela teoria de conservação de nicho. (Wiens e Graham, 2005). Na matriz DML a morfologia explica uma maior parte das preferências ecológicas dos girinos, demonstrando a influência das interações interespecíficas, como predação e competição, em moldar a ecologia das espécies. Nossos dados sugerem que tanto a conservação de nicho, quanto as relações interespecíficas, determinam a ecologia das espécies de girinos. Então, alguns padrões da ecologia dessas espécies se devem, provavelmente, a sua história evolutiva, enquanto outros foram moldados pelas interações interespecíficas no presente.

A plasticidade fenotípica, que é a habilidade de um genótipo produzir diferentes fenótipos de acordo com as mudanças ambientais, é bastante comum em girinos, sendo causada principalmente por interações presa-predador (McIntyre *et al.* 2004) e competição (Barnett & Richardson 2002). Sendo assim, era esperado que a morfologia (i.e. fenótipo) tivesse uma participação maior na explicação da ecologia das espécies. A filogenia nos nossos resultados tem um papel importante, demonstrando que nem sempre as mudanças na ecologia das espécies vêm acompanhadas de mudanças morfológicas. Assim, a história evolutiva possui um peso maior sobre a ecologia atual das espécies, ou seja, os caracteres adquiridos das espécies ancestrais têm um poder maior em moldar a ecologia, do que as mudanças morfológicas necessárias para tornar o indivíduo perfeitamente adaptado ao ambiente o qual ocupa.

### **4. Conclusão**

A história evolutiva das espécies e a morfologia têm um papel importante em moldar a ecologia das espécies. Porém temos diferentes resultados de acordo com a técnica escolhida (morfometria tradicional e morfometria geométrica). A pequena contribuição da morfologia em comparação com a filogenia na morfometria tradicional evidencia que o método geométrico extrai melhor as informações da forma dos organismos, reforçando dados da literatura.

## 5. Referências Bibliográficas

- Altig, R. & McDiarmid, R.W. (1999a) Diversity: Familial and Generic Characterizations. *In: McDiarmid, R.W. & Altig, R. (Eds.) Tadpoles. The Biology of Anuran Larvae.* University of Chicago Press, Chicago and London, p. 295–337.
- Altig, R. & McDiarmid, R.W. (1999b) Body Plan: Development and Morphology. *In: McDiarmid, R.W. & Altig, R. (Eds.) Tadpoles. The biology of anuran larvae.* University of Chicago Press, Chicago and London, p. 24–51.
- Barnett, H.D. & Richardson, J.S. (2002) Predation risk and competition effects on the life-history characteristics of larval Oregon spotted frog and larval red-legged frogs. *Oecologia*, **132**, 436-444.
- Brooks, D. R. & McLennan, D. A. (1991) *Phylogeny, ecology and behavior: a research program in comparative biology.* University of Chicago Press, Chicago, 434p.
- Diniz-Filho, José Alexandre F.; Sant'Ana, Carlos & Bini, L.M. (1998) An eigenvector method for estimating phylogenetic inertia. *Evolution*, **52**, 1247-1262.
- Irschik, D. J.; & Losos, J. B. (1999) Do lizards avoid habitats in which performance is submaximal? The relationship between spring capabilities and structural habitat in Caribbean anoles. *The American Naturalist*, **154**, 293-305
- McIntyre, P.B.; Baldwin, S. & Flecker, A.S. (2004) Effects of behavioral and morphological plasticity on risk of predation in a Neotropical tadpole. *Oecologia*, **141**, 130-138.
- Oksanen, J.; Kindt, K.; Legendre, P. & O'Hara, R.B. (2005) vegan: community ecology package. Version 1.7–81. <http://cran.r-project.org/>
- Peres-Neto, P. R. (1999) Alguns métodos e estudos em ecomorfologia de peixes de riacho. Pp. 209-236. *In: Caramaschi, E. P., R. Mazzoni & P. R. Peres-Neto (Eds.). Ecologia de peixes de riachos. Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. Rio de Janeiro, PPGE-UFRJ, 260p.*
- Peres-Neto, P.R., Legendre, P., Dray, S. & Borcard, D. (2006) Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, **87**, 2614-25.
- Weeb, C. O.; Ackerly, D. D.; McPeck, M. A. & Donoghue, M. (2002) Phylogenies and community ecology. *Annual Review of Ecology and Systematic*, **33**, 475-505.
- Wiens, J.J. & Graham, C.H. (2005) Niche conservatism: Integrating Evolution, Ecology, and Conservation Biology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **36**, 519-539.