



# A EVOLUÇÃO DO NICHOS DAS SERPENTES CROTALÍNEAS (SERPENTES, VIPERIDAE, CROTALINAE) NO NOVO MUNDO

Fernanda Loyola Junqueira<sup>1</sup>

Camila Vilela Freitas<sup>2</sup>; Levi Carina Terribile<sup>2</sup>

1 - Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, CP 131, CEP: 74001 - 970, Goiânia GO, email: flj\_yaec@hotmail.com.

2 - Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, Jatobá, Rodovia BR 364, Km 192, CEP: 75801 - 61, Jataí GO.

## INTRODUÇÃO

Um dos conceitos mais importantes em Ecologia e Evolução é, certamente, o conceito de nicho ecológico. Segundo Hutchinson (1957), o nicho pode ser visualizado como a soma de todos os fatores ambientais atuando sobre um organismo, ou seja, é uma região em um hiper - espaço  $n$  - dimensional (também chamado de hipervolume) dentro do qual a espécie consegue sobreviver.

Nos últimos anos têm - se observado um intenso debate na literatura ecológica acerca da evolução do nicho das espécies (Losos *et al.*, 003), especialmente a partir da publicação de Peterson *et al.*, (1999). Alguns estudos têm sugerido que o nicho fundamental das espécies tende a ser conservado ao longo de linhagens inteiras. Nesse contexto, espécies próximas filogeneticamente apresentam nichos e áreas de distribuição geográfica similares (Wiens e Graham 2005). Por outro lado, outros estudos têm demonstrado que o nicho das espécies é passível de sofrer expansões de suas dimensões e/ou especializações a novas condições ambientais (e.g., Losos *et al.*, 003). Evidentemente, o estudo dos aspectos ligados a conservação ou evolução do nicho das espécies é de fundamental importância para a compreensão dos padrões de distribuição geográfica, efeitos de mudanças climáticas e gradientes de diversidade das espécies. Este trabalho pretende identificar quais os fatores estão associados à evolução do nicho das espécies de serpentes crotalíneas do Novo Mundo.

## OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral estudar a evolução do nicho ecológico das espécies de serpentes Crotalinae. Pretende - se testar a hipótese de que espécies próximas filogeneticamente possuem nichos climáticos similares, e espécies pouco aparentadas (distantes filogeneticamente) possuem nichos climáticos divergentes. Neste caso, uma correlação positiva entre a distância filogenética e a distância dos nichos indicará divergência de nichos entre espécies mais distantes, e um padrão de conservação de nicho em espécies próximas filogeneticamente. Também serão avaliados possíveis efeitos da proximidade (ou sobreposição) geográfica das distribuições das espécies e seus hábitos (i.e., dieta) no padrão de similaridade entre os nichos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A subfamília Crotalinae é um grupo monofilético de serpentes venenosas pertencentes a família Viperidae, caracterizadas pela presença de um par de presas altamente modificadas e adaptadas a inoculação de peçonha. O nicho de cada espécie de Crotalinae foi estimado a partir de modelos de nicho climático. Para tanto, foram obtidos os pontos de ocorrência para um total de 97 espécies a partir de Campbell e Lamar (2004), e de outras fontes mais recentes no caso de espécies revisadas e descritas posteriormente a 2004. As variáveis ambientais utilizadas incluem informações de clima (temperatura - média anual e coeficiente de variação; precipitação total anual e coeficiente de variação) e topografia (altitude, relevo

e inclinação), e foram obtidas da base *WorldClim* (<http://www.worldclim.org/>). Os pontos de ocorrência das espécies e as variáveis ambientais foram inseridos no programa MAXENT (Método de Máxima Entropia, Philips *et al.*, 2006) para gerar os modelos de nicho climático. Esses modelos foram mapeados sobre uma grade de 1° de longitude por um 1° de latitude encobrindo todo o Novo Mundo. A partir desses modelos foi calculada uma matriz de distância euclidiana (distância do nicho) entre os pares de espécies.

Matrizes de distância geográfica e de divergência na dieta entre pares de espécies foram calculadas por meio do método de dissimilaridade Jaccard (Magurran, 1988). Para tanto, os mapas de extensão de ocorrência e dados sobre a dieta das espécies também foram obtidos de Campbell e Lamar (2004). Finalmente, foram utilizadas as hipóteses filogenéticas de Campbell e Lamar (2004) e Fenwick *et al.*, (2009) para estabelecer uma filogenia de consenso para as espécies de Crotalinae do Novo Mundo. Essa filogenia foi utilizada para calcular uma matriz de distância filogenética por meio do programa Mesquite (Maddison & Maddison 2001). A correlação entre as matrizes foi avaliada por meio do teste de Mantel no programa R (R Development Core Team, 2009).

## RESULTADOS

Os resultados obtidos por meio do teste de Mantel revelaram uma associação positiva e significativa entre a matriz de distância euclidiana (distância entre o nicho climático) e matriz que expressa a relação filogenética (ou parentesco) entre espécies ( $r = 0.104$ ,  $P = 0.009$ ). Esses resultados mostram que espécies próximas filogeneticamente apresentam nichos climáticos similares, o que sugere uma tendência a conservação dos nichos das espécies de serpentes Crotalinae. Evidências de conservação de nicho em grupos de répteis foram demonstradas recentemente por Morales - Castilla *et al.*, (2010). Entretanto, deve - se observar que a correlação entre as duas matrizes de distância é baixa, o que sugere que outros fatores, além da filogenia, podem estar associados a diferenciação de nicho entre as espécies. Não foi observada associação significativa entre nicho e dieta das serpentes ( $r = - 0.013$ ,  $P = 0.578$ ). Porém, foi observado que espécies próximas no espaço geográfico também possuem nichos similares, devido à associação positiva e significativa entre as matrizes de distância geográfica e distância de euclidiana ( $r = 0.187$ ,  $P < 0.001$ ). Esse resultado implica que a similaridade entre os nichos das espécies pode estar associada aos fatores geográficos atuando nas distribuições das espécies, como barreiras geográficas e a história de formação do continente (Hawkins *et al.*, 2003). Porém, deve - se atentar ao fato de que a estimativa de nicho utilizada neste estudo é o nicho climático das espécies obtido por meio

de variáveis climático/ambientais, as quais, por sua vez, também possuem um padrão de estruturação no espaço geográfico. Assim, é possível que a associação observada entre distância geográfica e nicho reflita o padrão comum de estruturação das variáveis climáticas e das distribuições das espécies no espaço geográfico.

## CONCLUSÃO

O nicho das serpentes crotalíneas filogeneticamente próximas apresentam um tendência a conservação ao longo da evolução do grupo. Além disso, espécies com distribuições geográficas similares apresentam nichos igualmente similares.

## REFERÊNCIAS

- CAMPBELL, J.A. & LAMAR, W.W. 2004. The venomous reptiles of the Western Hemisphere, Vol I and II. Cornell University Press. New York. FENWICK, A. M., GUTBERLET JR, R. L., EVANS, J. A. & PARKINSON, C. L. 2009. Morphological and molecular evidence for phylogeny and classification of South American pitvipers, genera *Bothrops*, *Bothriopsis*, and *Bothrocophias* (Serpentes: Viperidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*. 156: 617 - 640. HAWKINS, B. A., PORTER, E. E. & DINIZ - FILHO, J. A. F. 2003. Productivity and history as predictors of the latitudinal diversity gradient of terrestrial birds. *Ecology*. 84: 1608 - 1623. HUTCHINSON, G.E. 1957. Concluding Remarks. *Cold Spring Harbor Symposium in Quantitative Biology*. 22:415-427. LOSOS, J. B., LEAL, M., GLOR, R. E., QUEIROZ, K., HERTZ, P. E., SCHETTINO, L. R., LARA, A. C., JACKMAN, T. R. & LARSON, A. 2003. Niche lability in the evolution of a Caribbean lizard community. *Nature*. 424: 542 - 545. MADDISON, W. P. & D.R. MADDISON. 2001. Mesquite: a modular system for evolutionary analysis. version 0.98. Disponível em <http://mesquiteproject.org>. MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Croom - Helm. London. MORALES - CASTILLA, I., OLALLA - TÁRRAGA, M. A., BINI, L. M., DE MARCO JR, P. HAWKINS, B. A. & RODRÍGUEZ, M. A. 2010. Niche conservatism and species richness patterns of squamate reptiles in eastern and southern Africa. *Austral Ecology*. 3: 1 - 9. PETERSON, A. T., SOBERÓN, J. & SÁNCHEZ - CORDERO, V. 1999. Conservatism of Ecological Niches in Evolutionary Time. *Science*. 285:1265 - 1267. PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R. P. & SCHAPIRE, R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*. 190:231-259. WIENS, J.J. & GRAHAM, C.H. 2005. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 36:519-539.