

# RELAÇÃO ENTRE TAMANHO CORPORAL E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE QUELÔNIOS SUL-AMERICANOS

## BODY SIZE AND GEOGRAPHICAL RANGE RELATIONSHIP OF SOUTH AMERICAN TURTLES

Dhego Ramon dos SANTOS<sup>1,2,3</sup>; Daniel BLAMIREs<sup>1</sup>

1. Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Iporá, Iporá, GO, Brasil. dhego.ramon@gmail.com  
 2. Curso de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, MT, Brasil; 3. Professor, Mestre. Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. Faculdade de Iporá, Iporá, GO, Brasil.

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi analisar a relação macroecológica entre tamanho corporal e área de distribuição geográfica das 46 espécies continentais de quelônios sul-americanos, a partir da distribuição de frequência, dos envelopes de restrição e da correlação entre estas variáveis. Todos os dados são provenientes da literatura. A frequência para o tamanho corporal demonstrou uma assimetria para a direita ( $G_1 = 0,650$ ; *Lilliefors*  $P < 0,05$ ), tal como esperado para essa variável. Entretanto, para a área de distribuição geográfica foi obtida uma assimetria negativa e não-significativa ( $G_1 = -0,185$ ; *Lilliefors*  $P > 0,20$ ), provavelmente devido à grande concentração de espécies no domínio amazônico. O polígono de restrição foi significativamente evidenciado, demonstrando uma tendência para que espécies grandes possuam amplas áreas de distribuição geográfica, independentemente de efeitos filogenéticos ( $r = 0,503$ ;  $P < 0,001$ ). *Mesoclemmys perplexa* BOUR & ZAHER, 2005 permanece como um *outlier* isolado, devido provavelmente ao seu menor porte e distribuição geográfica restrita. Recomendamos novos estudos sobre macroecologia de quelônios da América do Sul, os quais certamente complementarão os resultados obtidos neste trabalho.

**PALAVRAS - CHAVE:** Envelope de Restrição. Correlação de *Pearson*. *Mesoclemmys perplexa*.

### INTRODUÇÃO

O propósito central da macroecologia é compreender a partição do espaço físico/geográfico e dos recursos entre os organismos, a partir da derivação de modelos empíricos para correlação entre variáveis ecológicas como tamanho corporal, densidade populacional e área de distribuição geográfica, medidas em amplos grupos taxonômicos e escalas continentais (BROWN; MAURER, 1987; 1989; BROWN, 1995; MAURER, 1999; GASTON; BLACKBURN, 2001). Difere-se da ecologia de comunidades “clássica”, devido ao maior enfoque na observação de padrões empíricos em relação a manipulações experimentais, sendo assim considerada mais indutiva em relação à ecologia experimental, ou de ajuste de modelos teóricos (BROWN, 1995).

Dentre os aspectos centrais da macroecologia, a relação positiva entre o tamanho corporal e a área de distribuição geográfica das espécies foi amplamente discutida para diferentes linhagens, geralmente em escalas continentais ou superiores (BROWN; MAURER, 1987; 1989; GASTON; LAWTON, 1988; TAYLOR; GOTELLI, 1994; GASTON; BLACKBURN, 1996; DINIZ-FILHO; FOWLER, 1998; EVANS et al., 2005). Uma das interpretações para essa relação (BROWN; MAURER, 1987; 1989; BROWN, 1995) ressalta que espécies de grande porte

possuem necessidades energéticas maiores e menor densidade populacional, necessitando assim de áreas maiores para a manutenção de populações viáveis. Isto gera, graficamente, uma distribuição das espécies em forma triangular.

Atualmente existe um número significativo de estudos macroecológicos sobre a relação entre distribuição geográfica e tamanho corporal, para distintas linhagens animais no continente sul-americano (SANT’ANNA; DINIZ-FILHO, 1999; VIEIRA; DINIZ-FILHO, 2000; TORRES; DINIZ-FILHO, 2004; BLAMIREs; PIRES, 2012). Entretanto, até o momento inexistem estudos similares desenvolvidos com quelônios. Neste contexto, o propósito deste trabalho foi analisar a relação macroecológica entre as variáveis tamanho corporal e área de distribuição geográfica, para as espécies de quelônios continentais da América do Sul.

### MATERIAL E MÉTODOS

As análises limitaram-se às 46 espécies de Quelônios que ocorrem na porção continental da América do Sul. Todos os dados, detalhados em Santos; Blamires (2012) foram inicialmente logaritimizados para normalizar as distribuições estatísticas, e homogeneizar as variâncias. Inicialmente analisamos os padrões de assimetria para as distribuições de frequência do tamanho

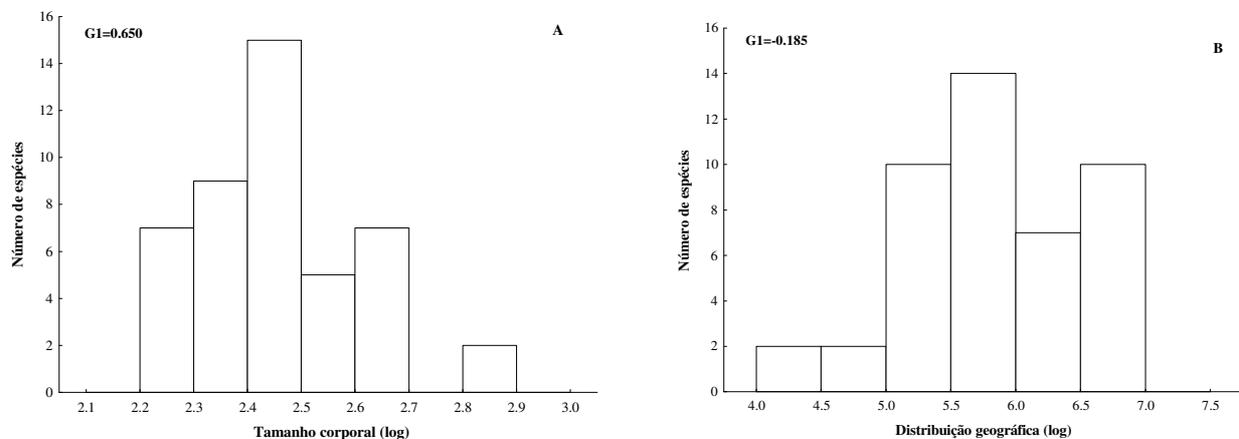
corporal e da área de distribuição geográfica. Considerando que problemas são apontados com relação ao ajuste dos padrões de distribuição por inspeção visual, empregamos o teste de *Lilliefors*, que testa o ajuste da distribuição analisada contra a normal esperada (TOKESHI, 1993). A seguir as variáveis foram superpostas, para verificar a existência preliminar de um envelope de restrição conforme Brown; Maurer (1987). A correlação linear de *Pearson* (ZAR, 1999) foi empregada para inspecionar se há uma relação significativa entre as variáveis estudadas.

Importante ressaltar que, nesse tipo de análise ao nível de espécie, podem acontecer perturbações decorrentes de padrões filogenéticos, já que as espécies de uma linhagem não são unidades independentes, mas estão ligadas entre si por uma mesma origem ancestral (HARVEY; PAGEL, 1992; DINIZ-FILHO et al., 2000; VIEIRA; DINIZ-FILHO, 2000). Assim, estes efeitos filogenéticos para as variáveis estudadas foram confrontados a partir de uma análise de variância (ANOVA) ao nível taxonômico das famílias, sendo a seguir checado o envelope de restrição para os resíduos a partir de inspeção

visual e análise de correlação linear, conforme descrito para o procedimento anterior. Segundo Diniz-Filho; Balestra (1998), os resíduos provenientes deste tipo de análise independem da estrutura hierárquica, e medem a variação padronizada dentro das famílias. Os cálculos foram desenvolvidos com o auxílio do programa *BIOESTAT 5.0.* (AYRES et al., 2007) e *PAST 2.16* (HAMMER et al., 2012). Consideramos o nível de significância de 5% para todos os testes estatísticos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis logaritmizadas de frequência do tamanho corporal demonstraram uma assimetria significativa para a direita ( $G1 = 0,650$ ; *Lilliefors*  $P < 0,05$ ; Figura 1A), demonstrando assim que a maioria das espécies a princípio possuem pequeno porte. Esse padrão já era esperado, e já havia sido observado para mamíferos e aves da região Neártica (BROWN; MAURER, 1989; BROWN; NICOLETTO, 1991; BROWN, 1995) e Neotropical (BAKKER; KELT, 2000), assim como para mamíferos e aves do Cerrado (VIEIRA; DINIZ-FILHO, 2000; BLAMIRE, 2007).



**Figura 1.** Distribuição de frequência para as variáveis logaritmizadas de tamanho corporal em mm (A), e área de distribuição geográfica em km<sup>2</sup> (B), das 46 espécies de quelônios da América do Sul segundo Bonin et al. (2006).

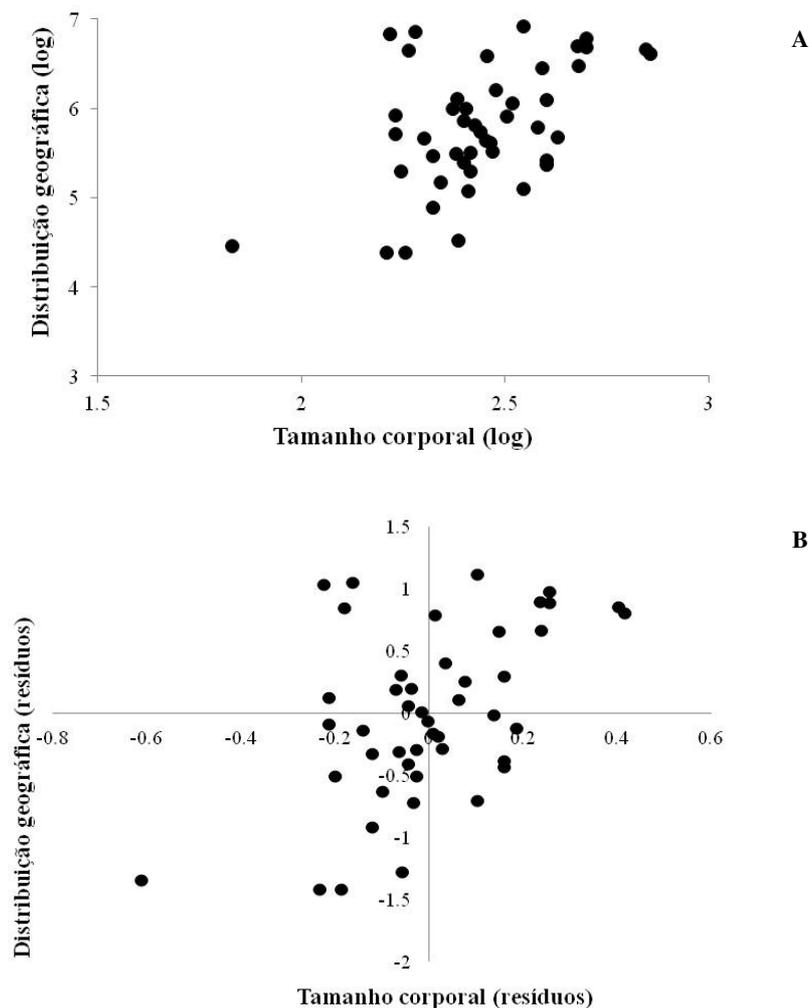
Por outro lado, uma assimetria negativa, embora não significativa, foi evidenciada para os dados de distribuição geográfica ( $G1 = -0,185$ ; *Lilliefors*  $P > 0,20$ ; Figura 1B). A princípio, uma distribuição significativa demonstraria que a maioria das espécies, em certo sentido, apresentar-se-iam amplamente distribuídas, tal como já verificado para outras linhagens (BROWN, 1995; GASTON, 1996; MAURER, 1999; VIEIRA; DINIZ-FILHO, 2000; STORCH; GASTON, 2004; BLAMIRE, 2007).

Entretanto, é importante ressaltar que grande parte das espécies estudadas (19 ou 42,2%), além de se concentrarem em torno do equador, na região amazônica, é dependente ou semi-dependente de habitats aquáticos inseridos em florestas (BONIN et al., 2006), e duas hipóteses podem ser discutidas neste sentido. Inicialmente, este resultado pode estar refletindo um efeito de continentalidade na distribuição dos quelônios (LYONS; WILLIG, 1997), de modo que a distribuição dos quelônios

estudados pode estar respondendo à forma do continente sul-americano, que é mais extenso longitudinalmente na sua extremidade setentrional, tal como já fora avaliado para serpentes neotropicais da família Viperidae (BONFIM et al. 1998), e mamíferos do Cerrado (VIEIRA; DINIZ-FILHO 2000), respectivamente. A outra hipótese relaciona-se à composição do domínio amazônico, caracterizado por significativa continuidade de florestas, que normalmente sombreiam um grande emaranhado de mananciais como poças temporárias, córregos e rios (AB'SABER, 2003). Neste contexto, a maior dependência dos quelônios a habitats

aquáticos sombreados por florestas pode favorecer uma maior concentração de espécies, em torno das áreas de menor latitude no domínio amazônico.

A relação entre a área de distribuição geográfica e o tamanho corporal das espécies demonstrou o envelope de restrição (Figura 2A), sendo a correlação positiva e significativa ( $r= 0,503$ ;  $P<0,001$ ). Do mesmo modo, o envelope para os resíduos da ANOVA hierárquica a partir destas variáveis também foi evidenciado, juntamente com uma correlação positiva e significativa ( $r= 0,503$ ;  $P<0,001$ ; Figura 2B).



**Figura 2.** Envelopes de restrição para A: variáveis logaritmizadas da área de distribuição geográfica e tamanho corporal das espécies de quelônios sul-americanos; B: para os resíduos destas variáveis, obtidos após uma análise hierárquica ao nível das famílias.

Assim, independentemente de efeitos filogenéticos, verificamos claramente o modelo de Brown; Maurer (1987), a partir de um envelope de restrição triangular, onde a área de distribuição

geográfica tende a uma relação positiva com o tamanho corporal. Neste sentido, espécies de quelônios com maior porte tendem a possuir áreas de distribuição amplas, conforme discutido

anteriormente na introdução. Para a América do Sul, este padrão foi constatado para serpentes viperídeas (BONFIM et al., 1998), mamíferos carnívoros (TORRES; DINIZ-FILHO, 2004), e corujas (SANT'ANNA; DINIZ-FILHO, 1999). Convém ressaltar que *Mesoclemmys perplexa* BOUR & ZAHER, 2005 permanece na Figura 2 como um *outlier* isolado. Por se tratar de uma espécie de pequeno porte, distribuição geográfica restrita e recentemente descoberta (BOUR; ZAHER, 2005; CAMPOS et al., 2011), certamente pouco se sabe sobre a biologia e a conservação de *M. perplexa*.

Em suma, apesar do provável efeito da concentração das áreas de distribuição no domínio amazônico, a relação macroecológica entre o tamanho corporal e a área de distribuição geográfica para as espécies de quelônios estudadas foi significativa, e de acordo com aqueles padrões observados para outras linhagens, independente de efeitos filogenéticos ao nível das famílias. Recomendamos estudos sobre a distribuição das

espécies em gradientes de latitude e longitude, os quais poderão revelar novos aspectos da macroecologia de quelônios no continente sul-americano, e certamente servirão de complemento aos resultados obtidos neste trabalho. Ademais, sugerimos mais estudos sobre a biologia e o status conservacionista de *Mesoclemmys perplexa*, uma espécie recém-descoberta que ainda requer amplo conhecimento.

#### AGRADECIMENTOS

À UEG-Iporá pelo apoio logístico, Ole Peter Smith, Fernanda de Melo Carneiro por várias sugestões e dois revisores anônimos por críticas relevantes a versões anteriores do manuscrito. D. R. Santos agradece ao Programa de Iniciação Científica da UEG (PBIC-UEG) e à bolsa de mestrado da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

---

**ABSTRACT:** The aim of this work is to analyze the macroecological relation between body size and geographical distribution for 46 continental species of south american turtles parting from the distribution frequency, the restriction envelopes and the correlation between these variables. All treated data stems from literature. The body size distribution frequency displayed asymmetries towards the right ( $G1= 0,650$ ; *Lilliefors*  $P<0,05$ ), as to be expected. However, for the area of geographic distribution we found a negative and no significant asymmetry ( $G1= -0,185$ ; *Lilliefors*  $P>0,20$ ), most likely due a most number of species in the amazon dominion. The restricting polygone was evidenced, exhibiting a tendency of larger species possess ample geographical distribution, independent of phylogenetic effects ( $r= 0,503$ ;  $P<0,001$ ). *Mesoclemmys perplexa* BOUR e ZAHER, 2005 remains an isolated *outlier*, most probably due to restricted geographical distribution. We recommend further studies on the macroecology of South American turtles most certainly complementing the results obtained in this work.

**KEYWORDS:** Envelope restriction. Pearson Correlation. *Mesoclemmys perplexa*.

---

#### REFERÊNCIAS

- AB. SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A. A. **BIOESTAT – Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas. Fundação Mamiraua**. Belém, PA. 2007. Disponível em: <http://www.mamiraua.org.br/>. Acesso em: 21 fev. 2012.
- BAKKER, V. J.; KELT, D. A. Scale-dependent patterns in body size distributions of neotropical mammals. *Ecology*, Davis, v. 81, n. 12, p. 3530-3547, 2000.
- BLAMIREs, D. **Macroecologia e Prioridades de Conservação em Aves do Cerrado**. Tese de Doutorado. Orientador: J. A. F. Diniz-Filho. Goiânia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 128 pp. 2007.
- BLAMIREs, D; PIRES, P. R. S. Relação entre área de distribuição geográfica e tamanho corporal das aves não passeriformes do Cerrado Brasileiro. **Revista sapiência: sociedade, saberes e práticas educacionais**, Iporá, v. 1, n. 1, p. 3-16, 2012.

BONFIM, F. S.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; BASTOS, R. P. Spatial patterns and the macroecology of South American Viperid Snakes. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 58, n. 1, p. 97-103, 1998.

BONIN, F.; DEVAUX, B.; DUPRÉ, A. **Turtles of the World**. The Johns Hopkins University Press, Washington, 416 pp, 2006.

BOUR, R.; ZAHER, H. New species of *Mesoclemmys*, from the open formations of northeastern Brazil (Chelonii, Chelidae). **Papéis Avulsos de Zoologia**, São Paulo, v. 45, n. 24, p. 295-311, 2005.

BROWN, J. H. **Macroecology**. Chicago. The University of Chicago Press, 1995, 269p.

BROWN, J. H.; MAURER, B. Evolution of species assemblages: effects of energetic constraints and species dynamics on the diversification of North American Avifauna. **American Naturalist**, Chicago, v. 130, n. 1, p. 1-17, 1987.

BROWN, J. H.; MAURER, B. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science**, Washington, v. 243, p. 1145-1150, 1989.

BROWN, J. H.; NICOLETTO, P. F. Spatial scaling of species composition: body masses of North American land mammals. **American Naturalist**, Chicago 138: 1478- 1512. 1991.

CAMPOS, F. S.; MORAES, R. L.; PEREIRA, C. S. A. New state record of *Mesoclemmys perplexa* Bour & Zaher, 2005 (Reptilia, Chelidae) in Brazil. **Herpetology Notes**, Milan v. 4, p. 263-264, 2011.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; BALESTRA, R. Hierarchical effects on body size evolution and the macroecology of South American mammals. **Ecologia Austral**, Córdoba, v. 8, p. 23-30, 1998.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; FOWLER, H. G. Honey Ants (Genus *Myrmecocystus*) Macroecology: effect of spatial patterns on the relationship between worker body size and geographic range size. **Environmental Entomology**, Annapolis, v. 27, n. 5, p. 1094-1101, 1998.

DINIZ-FILHO, J. A. F.; VIEIRA, C. M.; BONFIM, F. S. Macroecologia de primatas sul-americanos: uma análise filogenética comparativa. **Ciências Biológicas e do Meio Ambiente**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 189-205, 2000.

EVANS, K. L.; WARREN, P. H.; GASTON, K. J. Species-energy relationships at the macroecological scale: a review of the mechanisms. **Biological Reviews**, Cambridge v. 80: p. 1-25, 2005.

GASTON, K. J. Species-range-size distributions: patterns, mechanisms and implications. **Trends in Ecology and Evolution**, Amsterdam v. 11, n. 5, p. 197-201, 1996

GASTON, K. J.; BLACKBURN, T. M. Global scale macroecology: interations between population size, geographic range size and body size in the Anseriformes. **Journal of Animal Ecology**, London, v.65, p.701-704, 1996.

GASTON, K. J.; BLACKBURN, T. M. **Patterns and process in macroecology**. London. Blackwell. 2001. 392 p.

GASTON, K. J.; LAWTON, J. Patterns in the distributions and abundance of insect populations. **Nature**, London, v. 331, p. 709-712, 1988.

HAMMER, Ø; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. **PAST version 2.17**. Disponível em: <http://folk.uio.no/ohammer/past>. 2012. Acesso em 24-10-12.

HARVEY, P. H.; M. D. PAGEL. **The comparative method in evolutionary biology**. Oxford. Oxford University Press, v. 2, 1992. 239 p.

LYONS, S. K.; WILLIG, M. R. Latitudinal patterns of range size: methodological concerns and empirical evaluations for New World bats and marsupials. **Oikos**, Lund v. 79, p. 568-580.

MAURER, B. A. **Untangling Ecological Complexity: the macroscopic perspective**. Chicago. University of Chicago Press. 1999. 251 p.

SANT'ANNA C. E. R.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Macroecologia de corujas (Aves: Strigiformes) da América do Sul. **Ararajuba**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 3-11, 1999.

SANTOS, D. R.; BLAMIREs, D. Relação entre data de descrição, tamanho corporal e área de distribuição geográfica dos quelônios Sulamericanos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 3, p. 439-444, 2012.

STORCH, D.; GASTON, K. G. Untangling ecological complexity on different scales of space and time. **Basic and Applied Ecology**, Berlim, v. 5, p. 389-400, 2004.

TAYLOR, C. M.; GOTELLI, N. The macroecology of *Cyprinella*: correlates with phylogeny, body size and geographic range. **American Naturalist**, Chicago, v. 144, p. 549-569, 1994.

TOKESHI, M. Species abundance patterns and community structure. **Advances in Ecological Research**, London, v. 24, p. 111-186, 1993.

TORRES, N. M.; DINIZ-FILHO, J. A. F. 2004. Macroecologia de carnívoros do Novo Mundo (Mammalia): envelopes de restrição e análise de padrões filogenéticos. **Iheringia-série zoologia**, Porto Alegre, v. 94, n. 2, p. 155-161, 2004.

VIEIRA, C. M.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Macroecologia de mamíferos neotropicais com ocorrência no Cerrado. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, v. 17, n. 4, p. 973-988, 2000.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis (fourth edition)**. New Jersey, Prentice-Hall. 1999. 663p.