

PROJETO DE DOUTORADO

TÍTULO: Efeitos da Altitude e Latitude na Composição Histórica e Ecológica de Anuros da Mata Atlântica

RESPONSÁVEL: MSc. Ricardo Lourenço-de-Moraes

INTRODUÇÃO

A Floresta Atlântica originalmente se estendia desde a costa do Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, e devido à excessiva pressão antrópica, hoje possui alguns últimos remanescentes com um total aproximado de 98.000 Km² (MORELLATO & HADDAD 2000), representando cerca de 16% da cobertura original (RIBEIRO et al. 2009). Com uma grande concentração de espécies endêmicas de plantas e animais, é considerada um dos cinco *hot spots* mundiais mais importantes para biodiversidade (MYERS et al. 2000). A Mata Atlântica possui um total estimado de mais de 1.800 espécies de vertebrados terrestres, sendo que aproximadamente 36% (660 spp) destas espécies são endêmicas deste bioma (CI 2005).

O Brasil é detentor do maior número de anfíbios conhecidos, com 946 espécies dentre as quais, 913 espécies são de anuros, 32 espécies de cobras-cegas e 1 de salamandra (SEGALLA et al. 2012); cerca de 50% desta riqueza ocorre na Mata Atlântica (CI 2000; HADDAD et al. 2008). Um fator que pode ser relacionado à alta riqueza deste bioma é o grande número de habitats e de microhabitats, favorecendo o número de espécies habitat-especialistas. Além disso, é provável que exista um alto grau de isolamento entre as populações, dado pelo relevo altamente acidentado com rios e montanhas que podem representar barreiras biogeográficas (HADDAD 1998; MARQUES et al. 1998).

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A busca pela compreensão dos fatores ambientais associados à riqueza de espécies em uma determinada área, tal qual às variações ocorrentes no espaço e tempo, tem sido um dos principais temas de pesquisa dos ecólogos (BEGON et al. 2007). Para tentar entender os fatores que influenciam a diversidade de espécies em larga escala, foi proposto por Brown & Maurer (1989) o estudo da *Macroecologia*, sendo os padrões geográficos (latitude e altitude) seu foco principal.

A variação de fatores abióticos pode influenciar a composição das comunidades ao longo de gradientes espaciais, como em relação à latitude (i.e., os fatores climáticos relacionados a ela), onde a riqueza de espécies é inversamente proporcional à latitude (PIANKA 1966; GASTON 2000). Alternativamente, a altitude (i.e., os fatores abióticos relacionados a ela) também influencia na riqueza de espécies, sendo menor nas altitudes maiores (MACARTHUR 1972; STEVENS 1992; RAHBK 1995). Contudo, em áreas de maior altitude pode ocorrer maior número de espécies sensíveis e endêmicas, como

ocorre com os anfíbios (TOLEDO et al. 2010), provavelmente devido a isolamentos geográficos e condições climáticas exclusivas ou variações climáticas (CRUZ & FEIO 2007).

JUSTIFICATIVA

Os anfíbios estão sofrendo um acentuado declínio (STEININGER et al. 2001; LIPS & DONNELLY 2002; HAYES et al. 2010; BECKER & ZAMUDIO 2011). Os principais fatores deste declínio seriam a fragmentação e a perda do hábitat, levando as pequenas populações à redução da diversidade genética, aumentando o risco de deriva genética e endogamia (YOUNG et al. 1996; BECKER et al. 2007; DIXO et al. 2009; LOURENÇO-DE-MORAES et al. 2012). Estes fatores tornam as populações mais suscetíveis aos efeitos estocásticos devido ao menor potencial evolutivo (HOLT et al. 2004). Além disso, outros fatores estão associados ao declínio de anfíbios, como o aumento da radiação ultravioleta-B (POUNDS et al. 2006; BLAUSTEIN & JOHNSON 2003), doenças letais causadas por fungos (LIPS et al. 2003), tráfico ilegal de animais (PISTONI & TOLEDO 2010), alterações da legislação ambiental (TOLEDO et al. 2010) e introdução de espécies exóticas (KATS & FERRER 2003).

Muitos anfíbios que vivem restritos a perto ou nos topos de morros estão sofrendo um forte impacto sob um cenário de aquecimento climático ou microclimático, porque as condições ambientais adequadas para sua sobrevivência, podem não existir mais localmente e algumas espécies já desapareceram (WAKE 2012).

Estudos com anuros apontam menor riqueza em maiores altitudes (SCOTH Jr. 1976; FAUTH et al. 1989; NAVAS 2002; 2006). No Brasil os estudos testando os efeitos da altitude em comunidades são escassos, apontando redução da riqueza com o aumento da altitude (GIARETTA et al. 1997; 1999). Por outro lado, ainda existe uma carência de conhecimento taxonômico sobre as espécies de altitude, as quais estão sendo descritas recentemente (e.g. CRUZ et al. 2007; ALVES et al. 2009; RECODER et al. 2010; NAPOLI et al. 2011; GAREY et al. 2012).

HIPÓTESES E PREDIÇÕES

Sabe-se da influencia dos fatores relacionados à latitude e altitude na riqueza e diversidade de anfíbios. No entanto, os estudos realizados até o momento não avaliaram variações filogenéticas, etológicas e ecológicas destas comunidades, o que permite a formulação das seguintes hipóteses sobre este tema:

1. A diferença na composição de espécies e entre os morros é significativa?

H1 - A composição de espécies tem diferença significativa entre as diferentes latitudes.

P – A hipótese prevê que a composição de espécies entre cada morro difere de forma significativa a variação espacial.

2. Apesar da redução de riqueza de espécies com o aumento da altitude e latitude, existe redução da diversidade filogenética?

H1 - A variação de latitude influencia à diversidade filogenética;

H2 - A variação de altitude influencia à diversidade filogenética.

P – As hipóteses preveem que os fatores abióticos afetam positivamente ou negativamente, ocasionando aumento ou diminuição da diversidade filogenética.

3. Existe algum padrão na perda ecológica (e.g. nicho ecológico) e etológica (diversidade de comportamentos) de espécies com o aumento da altitude e/ou latitude?

H1 - A variação de altitude exerce influencia na perda ecológica e/ou etológica;

H2 - A variação de latitude exerce influencia na perda ecológica e/ou etológica;

P – As hipóteses preveem que os fatores abióticos afetam as espécies com alterações nas questões ecológicas e comportamentais, gerando um padrão conforme o aumento ou diminuição da altitude e/ou latitude.

4. A filogenia influencia as comunidades de topos de morro quanto às suas características de nicho ecológico (e.g., uso de hábitat: arborícolas, terrícolas, fossoriais) e comportamento (reprodutivo e defensivo)?

H1 - As similaridades filogenéticas influenciam na ocupação dos nichos e/ou comportamentos;

P – A hipótese prevê que espécies de topo de morro possuem ocupação de nichos e/ou comportamentos similares, independente das variações latitudinais, devido as suas similaridades filogenéticas.

5. A diversidade de comportamentos defensivos influencia na diversidade de representantes de uma família?

H1 – Famílias com maiores diversidades de representantes possui maior repertorio defensivo.

P – A hipótese prevê que famílias com maiores diversidades de comportamento defensivos possuem maior capacidade de escapar de predadores, conseqüentemente possuem maior diversidade de espécies

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Comparar áreas levando em consideração a duas variáveis independentes: altitude e latitude; onde as variáveis dependentes serão: diversidade de espécies, diversidade filogenética, diversidade ecológica e diversidade comportamental.

Objetivos Específicos

1. Comparar a diversidade de espécies entre o topo e a baixada em cada morro e entre os morros estudados;
2. Registrar a diferença na composição de espécies nas diferentes altitudes e latitudes;
3. Examinar a diversidade filogenética entre o topo e a baixada em cada morro e entre os morros estudados;
4. Registrar as diferenças ecológicas e comportamentais para as espécies encontradas em cada morro e entre os morros;

5. Relacionar as diversidades comportamentais e ecológicas à questões evolutivas e filogenéticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Áreas de estudo

As áreas que serão definidas estão situadas na Mata Atlântica nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo tomando-se o cuidado para que os pontos escolhidos tenham características de preservação similares (primárias ou maduras), a fim de evitar os efeitos antrópicos nas comunidades. As áreas estudadas terão variação no mínimo 1000 m de altitude.

As áreas selecionadas são: 1) Estação Ecológica da Juréia-Itatins – EEJI, situada nos municípios de Peruíbe, Iguape, Itariri e Miracatu; 2) Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, situada no município de Caraguatatuba, estado de São Paulo; 3) Área de Proteção Ambiental Estadual de Guaratuba situada nos municípios de Guaratuba, São José dos Pinhais, Tijucas do Sul, Morretes, Paranaguá e Matinhos, estado do Paraná; e 4) Reserva Estadual da Canela Preta, situada entre os municípios de Botuverá e Nova Trento, estado de Santa Catarina.

Coleta de dados

Em cada área dois pontos serão inventariados: “áreas de baixada” verificando as espécies que ocorrem do início do morro até 300 m; e “áreas topo de morro”, a partir de 700 m de altitude.

Em cada área será delimitado um bloco de amostragem de 500 m de largura, na direção norte-sul, do início do morro até 300 m e a partir de 700 m de altitude. Dentro do bloco será traçada uma trilha principal cortando-o ao meio como ponto de referencia, e 10 transecções de 50 m serão alocadas (sorteadas) de forma perpendicular a essa trilha principal, com uma distância mínima entre as transecções de 100 m uma da outra. Cada área será inventariada por 10 dias consecutivos entre meses de Novembro a Fevereiro – meses de maior atividade dos anuros. As transecções serão percorridas em períodos diurnos e noturnos usando o método de transecção visual e acústico, simultaneamente; a abundância de cada espécie registrada visualmente ou acusticamente será feita contabilizando o número de indivíduos de cada espécie em cada transecção (RÖDEL & ERNST 2004). Cada transecção de 100 m será percorrida por 50 minutos por duas pessoas, onde os resultados serão utilizados nas análises estatísticas, mantendo assim uma padronização dos dados. Adicionalmente, serão instalados três transecções de 150 m em riachos que serão amostrados por 2 horas, cada um. As poças encontradas em cada área de estudo serão amostradas, percorrendo todo o seu perímetro.

Após este percurso, serão observadas as espécies encontradas em seus ambientes reprodutivos (ambientes aquáticos e úmidos), afim de, registrar seu modo reprodutivo e defensivo pelo tempo necessário.

Os anuros capturados serão transportados em sacos plásticos, medidos e fotografados. As vocalizações poderão ser gravadas (com gravador digital e microfone direcional) para auxiliar na identificação das espécies. Até 10 indivíduos de cada espécie registrada em cada área amostral poderão ser coletados, fixados e depositados na Coleção de Zoologia da Universidade Estadual de Maringá (UEM) para identificação das espécies. Destes indivíduos poderá ser coletado tecido muscular para posterior realização de *barcoding* para auxílio na identificação das espécies.

Dados climatológicos de temperatura do ar e umidade das áreas estudadas serão registrados com o auxílio de um termo-higrômetro digital com precisão de 0.5 °C. Estações climatológicas locais poderão ser consultadas. Todos os pontos amostrados serão registrados com a utilização de GPS e mapas serão construídos utilizando o programa ArcGis®.

Análise de dados

Para avaliar a diversidade nas comunidades obtidas em campo, será utilizado o índice de Shannon-Wiener (H'), que atribui maior peso a espécies raras (MAGURRAN 1988), e serão analisados: 1) a diversidade geral de cada localidade; 2) a diversidade de cada topo de morro; e 3) a diversidade de cada baixada. Para as diferenças na diversidade usaremos a Partição aditiva da diversidade com base na abundância relativa das espécies. Será calculado através do total da diversidade de cada morro (γ -diversity) calculando a média da riqueza de espécies no topo e na baixada (α -diversity), a variabilidade na riqueza de espécies em cada morro (β -Nestedness) e a complementaridade na composição de espécies nos diferentes morros (β -Replacement). Para verificar se há um padrão aninhado na comunidade de anfíbios anuros, será realizado o índice de NODF (*Nestedness metric based on overlap and decreased fill*). Serão analisados: 1) a diversidade beta entre os morros (baixada e topo juntos) entre cada localidade; 2) a diversidade beta entre baixada e topo de cada morro para cada localidade; 3) a diversidade beta entre todos os topos de morro de todas as áreas; 4) a diversidade beta entre todas as baixadas de todas as áreas.

Dados comportamentais e ecológicos serão observados em campo e complementados com dados da literatura das espécies. Para modos reprodutivos será adotada a classificação de Haddad & Prado (2005) e para comportamentos defensivos será adotado Toledo et al. (2011). As respostas serão associadas às espécies filogeneticamente similares, buscando o maior grau de proximidade com a seguinte ordem de classificação Família → Gênero → Grupo → Clado, baseando-se nos trabalhos de Faivovich et al. (2005), Frost et al. (2006) e Hedges et al. (2008).

Para detectar as similaridades filogenéticas nos padrões de distribuição em relação aos fatores abióticos serão utilizados correlogramas filogenéticos que expressam as variações na semelhança entre pares de espécies em função do tempo de divergência entre elas (GITTLEMAN & KOT 1990; GITTLEMAN et al. 1996). O índice I de Moran é comumente usado para estas correlações (DINIZ-FILHO 2000, 2001), o qual

compara o valor de uma variável em qualquer local com o valor em todos os outros locais, variando entre -1 e +1; quando a autocorrelação é alta, o coeficiente é alto, sendo que um valor alto indica autocorrelação positiva (LEGENDRE & FORTIN 1989). Para as análises será utilizado o software SAM (Spatial Analysis in Macroecology) versão 4.0 (RANGEL et al. 2010).

Estudos já publicados, na mata Atlântica ou não, que inventariaram áreas de altitude e baixadas conectadas (e.g., GIARETTA et al.1997, 1999; POMBAL & GORDO 2004; DIXO & VERDADE 2006; CONTE & ROSSA-FERES 2006; CRUZ & FEIO 2007; MA et al. 2009; HUA & WIENS 2010; ARAUJO et al. 2010; HU et al. 2011; LUCAS & MAROCO 2011) poderão ser utilizados para realização de uma meta-análise para corroboração dos resultados obtidos pelo presente estudo.

REFERÊNCIAS

- ARAUJO, C. O.; CONDEZ, T. H.; BOVO, R. P.; CENTENO, F. C. & LUIZ, A. M. 2010. Amphibians and reptiles of the Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP: an Atlantic Forest remnant of Southeastern Brazil. **Biota Neotropica**. 10(4): 257–274. <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?inventory+bn01710042010>.
- ALVES, A. C. R.; SAWAYA, R. J.; REIS, S. F. & HADDAD, C. F. B. 2009. New species of *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae) from the Atlantic Rain Forest in São Paulo state, southeastern Brazil. **Journal of Herpetology**. 43: 212–219.
- BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B.; BATISTA, R. F. & PRADO, P. I. 2007. Habitat Split and the Global Decline of Amphibians. **Science**. 318: 1775–1777.
- BECKER, C. G. & ZAMUDIO, K. R. 2011. Tropical amphibian populations experience higher disease risk in natural habitats. **Proceedings of the National Academy of Science**. 10: 1–6.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. & HARPER, J. L. 2007. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4th edition. Cambridge: Blackwell Publishing, pp. 752.
- BLAUSTEIN, A. R. & JOHNSON, P. T. J. 2003. The complexity of deformed amphibians. **Frontiers in Ecology and the Environment**. 2: 87–94.
- BROWN J. H. & MAURER B. A. 1989. Macroecology: the division of food and space among species on continents. **Science**. 243: 1145–1150.
- CECHIN, S. Z.; & MARTINS, M. 2000. Eficiência de armadilhas de interceptação e queda (pit fall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 17(3): 729–740.
- CI Brasil Conservation International, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretária do Meio Ambiente do estado de São Paulo, SEMAD/Instituto Estadual de Florestas–MG. 2000. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: MMA/SBF, pp. 40.
- CI Brasil Conservation International. 2005. Hotspots revisados: As regiões biologicamente mais ricas e ameaçadas do planeta, Belo Horizonte.

- CONTE, C. E. & ROSSA-FERES, D. C. 2006. Diversidade e ocorrência temporal de anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 23(1): 162–175.
- CRUZ, C. A. G. & FEIO, R. N. 2007. Endemismos em anfíbios em áreas de altitude na Mata Atlântica no sudeste do Brasil. In *Herpetologia no Brasil II* (L.B. Nascimento & M.E. Oliveira, ed.). **Sociedade Brasileira de Herpetologia**, Belo Horizonte, p.117–126.
- CRUZ, C. A. G.; FEIO, R. N. & CASSINI, C. S. 2007. Nova espécie de *Chiasmocleis* Méhelý, 1904 (Amphibia, Anura, Microhylidae) da Serra da Maniqueira, Estado do Minas Gerais, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**. Rio de Janeiro. 65: 33–38.
- DAVIS, M. B. & SHAW, R. G. 2001. Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. **Science**. 292: 673–679.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. 2000. **Métodos filogenéticos comparativos**. Ribeirão Preto, Holos. pp.162.
- DINIZ-FILHO, J. A. F. 2001. Phylogenetic autocorrelation under distinct evolutionary processes. **Evolution, Lawrence**. 55: 1104–1109.
- DIXO, M.; METZGER, J. P.; MORGANTE, J. S. & ZAMUDIO, K. R. 2009. Habitat fragmentation reduces genetic diversity and connectivity among toad populations in the Brazilian Atlantic Coastal Forest. **Biological Conservation**. 142: 1560–1569.
- DIXO, M. & VERDADE, V. K. 2006. Leaf litter herpetofauna of the Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia (SP). **Biota Neotropica**. 6 (2): 1–20 <http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2/pt/abstract?article+bn00806022006>. ISSN 1676–0603.
- FAIVOVICH, J.; GARCIA, P. C.; HADDAD, C. F. B.; FROST, D. R.; CAMPBELL, J. A. & WHEELER, W. C. 2005. Systematic review of the frog family Hylidae, with special reference to Hyliinae: Phylogenetic analysis and taxonomic revision. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. 294: 1–240.
- FAUTH, J. E.; CROTHER, B. I. & SLOWINSKI, J. B. 1989. Elevational patterns of species richness, evenness, and abundance of the Costa Rica leaf-litter herpetofauna. **Biotropica**. 21(2): 178–185.
- FLATO, G. M.; BOER, G. J.; LEE, W.; MCFARLANE, N. A.; RAMSDEN, D.; READER, M. C. & WEAVER, A. J. 2000. The Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis global coupled model and its climate. **Climate Dynamics**. 16: 451–467.
- FROST, D. R.; GRANT, T.; FAIVOVICH, J.; BAIN, R. H.; HAAS, A.; HADDAD, C. F. B.; DE SÁ, R. O.; CHANNING, A.; WILKINSON, M.; DONNELLAN, S. C.; RAXWORTHY, C. J.; CAMPBELL, J. A.; BLOTTO, B. L.; MOLER, P.; DREWES, R. C.; NUSSBAUM, R. A.; LYNCH, J. D.; GREEN, D. M. & WHEELER, W. C. 2006. The Amphibian Tree of Life. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. 297: 1–370.
- GAREY, M. V., LIMA, A. M. X., HARTMANN, M. T. & HADDAD, C. F. B. 2012. A New Species of Miniaturized Toadlet, Genus *Brachycephalus* (Anura: Brachycephalidae), from Southern Brazil. **Herpetologica**. 68(2): 266–271.
- GASTON, K. J. 2000. Global patterns in biodiversity. **Nature**. 405: 220–227.

- GIARETTA, A. A.; SAWAYA, R. J.; FACURE, K. G.; MACHADO, G.; ARAÚJO, M. S.; MEDEIROS, H. F. & NUNES, R. 1997. Diversity and abundance of litter frogs at altitudinal sites at Serra do Japi, Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 14: 341–346.
- GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G.; SAWAYA, R. J.; MEYER, J. & CHEMIM, N. 1999. Diversity and abundance of litter frogs of a montane forest in Southeastern Brazil: seasonal and altitudinal changes. **Biotropica**. 31: 669–674.
- GITTLEMAN, J. L.; ANDERSON, C. G.; KOT, M. & LUH, H-K. 1996. Phylogenetic lability and rates of evolution: a comparison of behavioral, morphological and life-history traits. In MARTINS, E. P. ed. **Phylogenies and the comparative method in animal behavior**. Oxford, Oxford University. p.166–205.
- GITTLEMAN, J. L. & KOT, M. 1990. Adaptation: statistics and a null model for estimating phylogenetic effects. **Systematic Zoology, Washington**. 39: 227–241.
- HADDAD, C. F. B. 1998. Biodiversidade dos anfíbios no estado de São Paulo. In JOLY, C. A.; & C. E. M. BICUDO (org.). **Biodiversidade do estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX. 6: Vertebrados**. São Paulo: Editora FAPESP, p. 15–26.
- HADDAD, C. B. F. & PRADO, C. P. A. 2005. Reproductive modes in frogs and their unexpected diversity in the Atlantic forest of Brazil. **BioScience**. 55: 207–217.
- HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. & PRADO, C. P. A. 2008. Anfíbios da Mata Atlântica. ed. **Neotropica**, pp. 243.
- HAYES, T. B.; FALSO, P.; GALLIPEAU, S. & STICE, M. 2010. The cause of global amphibian declines: a developmental endocrinologist's Perspective. **Journal of Experimental Biology**. 213: 921–933.
- HEDGES, S. B.; DUELLMAN, W. E. & HEINICKE, M. P. 2008. New world direct-developing frogs (Anura: Terrarana): molecular phylogeny, classification, biogeography, and conservation. **Zootaxa**. 1737: 1–182.
- HOLT, R. D.; KNIGHT, T. M. & BARFIELD, M. 2004. Allee effects, immigration, and the evolution species' niches. **American Naturalist**. 163(2): 253–262.
- HU, J.; XIE, F.; LI, C. & JIANG, J. 2011. Elevational patterns of species richness, range and body size for Spiny Frogs. **PLoS ONE**. 6(5): e19817.
- HUA, X. & WIENS, J. J. 2010. Latitudinal variation in speciation mechanisms in frogs. **Evolution** 64: 429–443.
- KATS, L. B. & FERRER, R. P. 2003. Alien predators and amphibian declines: review of two decades of science and transition to conservation. **Diversity and Distributions**. 9: 99–110.
- LEGENDRE, P. & FORTIN, M. J. 1989. Spatial pattern and ecological analysis. **Vegetatio**. 80: 107–138.
- LIPS, K. R. & DONNELLY, M. A. 2002. What the tropics can tell us about declining amphibian populations: current patterns and future prospects. In LANNOO, M. J. (ed.), **North American Amphibians: Status and Conservation**, Chicago, USA: University of Chicago Press. p. 388–406.
- LIPS, K. R.; GREEN, D. E. & PAPENDICK, R. 2003. Chytridiomycosis in wild frogs from southern Costa Rica. **Journal of Herpetology**. 37: 215–218.

- LUCAS, E. M. & MAROCCO, J. C. 2011. Anurans (Amphibia, Anura) in a remnant of mixed ombrophilous forest in Santa Catarina State, Southern Brazil. **Biota Neotropica**. 11(1): 1–8.
<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?article+bn01211012011>.
- LOURENÇO-DE-MORAES, R.; SOLÉ, M. & TOLEDO L. F. 2012. A new species of *Adelophryne* Hoogmoed and Lescure 1984 (Amphibia: Anura: Eleutherodactylidae) from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. **Zootaxa**. 344: 59–68.
- MA, X.; LU, X. & MERILÄ, J. 2009. Altitudinal decline of body size in a Tibetan frog. **Journal of Zoology**. 379: 364–371.
- MACARTHUR, R. H. 1972. **Geographical ecology: patterns in the distribution of species**, New York, Harper & Row, pp. 269.
- MAGURRAN, A. E. 1998. **Ecological Diversity and Its Measurement**. Princeton University Press, New Jersey. pp. 353.
- MARQUES, O. A. V.; ABE, A. S.; MARTINS, M. 1998. Estudo diagnóstico da diversidade de répteis do Estado de São Paulo. In **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX** (R.M.C Castro, ed.). Editora Fapesp, São Paulo, p. 27–38.
- MORELLATO, L. P. C. & HADDAD, C. F. B. 2000. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**. 32(4b): 786–792.
- MYERS, N.; MITTERMEYER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**. 403: 853–858.
- NAPOLI, M. F.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G. & DIAS, I. R. 2011. A new species of flea-toad, genus *Brachycephalus* Fitzinger (Amphibia: Anura: Brachycephalidae), from the Atlantic rainforest of southern Bahia, Brazil. **Zootaxa**. 2739: 33–40.
- NAVAS, A. C. 2002. Herpetological diversity along Andean elevational gradients: links with physiological ecology and evolutionary physiology. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A**. 133: 469–485.
- NAVAS, A. C. 2006. Patterns of distribution of anurans in high Andean tropical elevations: insights from integrating biogeography and evolutionary physiology. **Integrative and Comparative Biology**. 46(1): 82–91.
- PIANKA, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: A review of concepts. **American Naturalist**. 100: 33–46.
- PISTONI, J. & TOLEDO, L. F. 2010. Amphibian illegal trade in Brazil: what do we know? **South American Journal of Herpetology**. 5: 51–56.
- POMBAL Jr, J. P. & GORDO, M. Anfíbios anuros da Juréia. 2004. In MARQUES, O. A. V. & DULEBA, W. **Estação Ecológica da Juréia-Itatins. Ambiente físico, flora e fauna**. Holos Editora, Ribeirão Preto. pp. 384.
- POUNDS, J. A.; BUSTAMANTE, M. R.; COLOMA, L. A.; CONSUEGRA, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; FOSTER, P. N.; LAMARCA, E. MASTERS, K. L.; MERINO-VITERI, A. PUSCHENDORF, R.; RON, S. R.; SÁNCHEZ-AZOFEIFA, G. A.; STILL, C. J. & YOUNG, B. E. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. **Nature**. 439: 161–167.

- RAHBK, C. 1995. The elevational gradient of species richness: a uniform pattern? **Ecography**. 18: 200–205.
- RANGEL, T. F.; DINIZ-FILHO, J. A. F.; & BINI, L. M. 2010. SAM: a comprehensive application for Spatial Analysis in Macroecology. **Ecography** 33: 46–50.
- RECODER, R. S.; TEIXEIRA JR, M.; CASSIMIRO, J.; CAMACHO, A. & RODRIGUES, M. T. 2010. A new species of *Dendrophryniscus* (Amphibia, Anura, Bufonidae) from the Atlantic Rainforest of southern Bahia, Brazil. **Zootaxa**. 2642: 36–44.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J. & HIROTA, M. M. 2009. “The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation.” **Biological Conservation**. 142: 1141–1153.
- RÖDEL, M. O. & ERNST, R. 2004. Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. **Ecotropica**. 10: 1–14.
- SEGALLA, M. V.; CARAMASCHI, U.; CRUZ, C. A. G.; GARCIA, P. C. A.; GRANT, T.; HADDAD, C. F. B.; & LANGONE, J. 2012. Brazilian amphibians – List of species. <http://www.sbherpetologia.org.br>. **Sociedade Brasileira de Herpetologia**. Acesso em 06 de outubro de 2012.
- SCOTH JR.; N. J. 1976. The abundance and diversity of the herpetofaunas of tropical forest litter. **Biotropica**. 8(1): 41–58.
- STEININGER, M. K.; TUCKER, C. J.; TOWNSHEND, J. R. G.; KILLEEN, T. J.; DESCH, A.; BELL, V. & ERSTS, P. 2001. Tropical deforestation in Bolivian Amazon. **Environmental Conservation**. 28(2): 127–134.
- STEVENS, G.C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of Rapoport’s latitudinal rule to altitude. **American Naturalist**. 140: 893–911.
- TOLEDO, L. F.; CARVALHO-E-SILVA, S. P.; SÁNCHEZ, C.; ALMEIDA, M. A. & HADDAD, C. F. B. 2010. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. **Biota Neotropica**. 10(4): 1–4.
- TOLEDO, L. F.; SAZIMA, I. & HADDAD, C. F. B. 2011. Behavioural defences of anurans: an overview. **Ethology, Ecology and Evolution**. 23(1): 1–25.
- WALTHER, G. R.; POST, E.; CONVEY, P.; MENZE, A.; PARMESAN, C.; BEEBEE, T. J. C.; FROMENTIN, J. M.; HOEGH-GULDBERG, O. & BAIRLEIN, F. 2002. Ecological responses to recent climate change. **Nature**. 416: 389–395.
- WAKE, D. 2012. Ecology: Facing extinction in real time. **Science**. 335(6072): 1052–1053.
- WEINSHEIMER, F, MENGISTU, A. A. & RÖDDER, D. 2010. Potential distribution of threatened *Leptopelis* spp. (Anura, Arthroleptidae) in Ethiopia derived from climate and land-cover data. **Endangered Species Research**. 9: 117–124.
- WHITTAKER, R. H. 1960. Vegetation of the Siskiyou mountains, Oregon and California. **Ecological Monographs**. 30: 279–338.
- YOUNG, A.; BOYLE, T. & BROWN, T. 1996. The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. **Trends Ecology and Evolution**. 11: 413–418.