

**ESTUDOS BIOGEOGRÁFICOS AUXILIANDO NA COMPREENSÃO DAS  
RELAÇÕES ENTRE MUNDANÇA CLIMÁTICA GLOBAL E DECLÍNIO DAS  
POPULAÇÕES DE ANFÍBIOS ANUROS.**

Adriano de Souza Alves  
Universidade Federal de Viçosa – UFV  
adriano.alves@ufv.br

Rafael de Souza Alves  
Universidade Federal de Viçosa – UFV  
rafael.s.alves@ufv.br

Oswaldo Pinto Ribeiro Filho  
Universidade Federal de Viçosa – UFV  
oribeiro@ufv.br

Leonardo Comastri Arruda  
Universidade Federal de Viçosa – UFV  
leocomastri@hotmail.com

**EIXO TEMÁTICO: BIOGEOGRAFIA E BIODIVERSIDADE**

**RESUMO**

Biodiversidade compreende a variedade de espécies, ecossistemas e processos ecológicos. Associada aos fatores abióticos é responsável pela manutenção do equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas. A maior biodiversidade de anuros encontra-se no Brasil, com aproximadamente 849 espécies. Anfíbios são considerados o grupo que corre maior risco de extinção e esse risco vem aumentando desde o início da década de 80 com o declínio dessas populações. Vários fatores estão associados a este declínio, como fragmentação e destruição dos habitats, doenças infecciosas, poluição das águas, espécies invasoras, aumento da incidência da radiação ultravioleta (UV-B), isolamento de populações, consanguinidade, efeito de borda, mudanças climáticas. A mudança climática global parece estar favorecendo a ocorrência de alguns dos fatores responsáveis. A pesquisa biogeográfica auxilia na compreensão da relação entre mudança climática e declínio populacional de anfíbios uma vez que aquela, através das alterações provocadas no meio abiótico, altera a forma de como essas espécies interagem com o meio.

**PALAVRAS CHAVES**

Biodiversidade, Anfíbios, Mudança climática global, Biogeografia.

**ABSTRACT**

Biodiversity encompasses the variety of species, ecosystems and ecological processes associated with abiotic factors are responsible for maintaining balance and stability of ecosystems. The greatest biodiversity of frogs found in Brazil, with approximately 849 species. Amphibians are considered the group most at risk of extinction and that risk has increased since the early 80s, with the decline of these populations. Several factors are associated with this decline, such as fragmentation and habitat destruction, infectious diseases, water pollution, invasive species, increased incidence of ultraviolet radiation (UV- B), isolation of populations, inbreeding, edge effect, climate change. Global climate change seems to be favoring the occurrence of some of the factors responsible. Biogeographical research helps in understanding the relationship between climate change and population declines of amphibians since that, through the changes brought about in the middle abiotic changes the way how these species interact with the environment.

**Key-words:** Biodiversity, Amphibians, Global climate change, Biogeography.

## INTRODUÇÃO

A biodiversidade é produto de milhões de anos de evolução biológica, diz respeito à diversidade genética responsável pela variabilidade entre indivíduos e populações das espécies. É a soma de toda a vida existente no planeta, compreendendo a variedade das espécies, ecossistemas e processos ecológicos. Associada aos fatores abióticos é responsável pela manutenção do equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas (JOLY *et al.*, 2011).

Entre os vertebrados, os anfíbios são o grupo em que o número de novas espécies descobertas mais aumentou nas últimas décadas (DUBOIS, 2005). Entre o ano de 1992 a 2003 houve um aumento de 26.6% no número de novas espécies. Apesar desse aumento, os anfíbios sofrem grave declínio populacional, maior do que grupos de aves ou mamíferos (GLAW *et al.*, 1998; FROST, 2004).

Existem aproximadamente 5600 espécies de anuros, sendo que, cerca de 849 encontram-se no Brasil, o que faz deste o país com maior biodiversidade de anuros do planeta (FROST, 2009; SBH, 2009). Acredita-se que exista ainda grande número de espécies não identificadas, uma vez que o número de novas espécies vem aumentando a cada ano. Em 2005, segundo a Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH), o Brasil possuía 765 espécies de anfíbios, destes, 737 eram de anfíbios anuros (SILVANO e SEGALLA, 2005).

Os anfíbios são considerados o grupo de animais que corre maior risco de extinção e esse risco vem aumentando desde o início da década de 80. Nessa década surgiram com mais frequência, publicações que relatam o declínio das populações de anfíbios em todo o mundo. As causas desse declínio estão associadas fragmentação e destruição dos habitats, doenças infecciosas, poluição das águas, espécies invasoras, aumento da incidência da radiação ultravioleta (UV-B), isolamento de populações, consanguinidade, efeito de borda, mudanças climáticas (YOUNG *et al.*, 2004; BECKER *et al.*, 2007).

Estima-se que 30% das espécies de anuros correm risco de extinção nos próximos anos e que aproximadamente 35 espécies já desapareceram na natureza. Das espécies de anuros existentes, cerca de 25% são pouco conhecidas, não sendo possível afirmar que estejam ou não ameaçadas de extinção (FROST, 2009; SBH, 2009).

A mudança climática global parece estar favorecendo a ocorrência de vários fatores responsáveis pelo declínio das populações de anfíbios. Mudança climática diz respeito às modificações dos padrões climáticos vigentes (GALINA, 2002). São flutuações apresentadas pelo clima em relação aos dados climatológicos de “anos normais”, podendo ser tanto positivas quanto negativas. Tais flutuações podem estender-se por períodos de tempo prolongados, diferente das

anomalias climáticas, cujas oscilações duram alguns meses. Portanto, o aquecimento global representa uma possível mudança climática global em processo (KENITIRO, 2008).

A perda de habitat pode ter efeito imediato no tamanho das populações de anfíbios, redefinindo os limites do habitat natural. Estratégias têm sido propostas para deter a redução das populações de anfíbios, como a criação de reservas biológicas compreendendo bacias hidrográficas. Em áreas que sofreram modificações, criar leis para conservação de zonas ribeirinhas, protegendo habitats terrestres e aquáticos. Locais que sofreram divisão de habitats, desenvolver programas de recuperação para reverter os efeitos negativos sobre a diversidade de anfíbios (BECKER *et al.*, 2007).

A Biogeografia estuda a interação, organização e processos espaciais ao longo do tempo, enfatizando os seres vivos que habitam determinado local, o biótopo, uma expressão espacial que abrange aspectos estruturais abióticos e bióticos em equilíbrio (CAMARGO e TROPPIAIR, 2002; TROPPIAIR, 2004).

Em relação a outras áreas da Geografia Física, a Biogeografia esteve em segundo plano, sendo que os geógrafos deram maior ênfase aos estudos fitogeográficos do que zoogeográficos (TROPPIAIR, 2002). Pesquisas zoogeográficas necessitam de um espaço de análise, entretanto a fauna é móvel, sendo um problema sua espacialização. Esse problema justifica a carência de pesquisas zoogeográficas, mas permitem estabelecer a relação entre a ocorrência das espécies, meio biótico e o abiótico (NETO e VIADANA, 2006).

## **OBJETIVO**

Discutir a relação existente entre mudança climática global e seus possíveis efeitos sobre as populações de anfíbios anuros.

## **DISCUSSÃO**

Investigações científicas a fim de compreender possíveis alterações no clima em escala global, regional e local têm se mostrado um dos grandes desafios do mundo técnico-científico informacional (ZAMPARONI, 2007). No Brasil, os impactos ecológicos dessas alterações têm sido pouco estudados, diferente de outros países em que os estudos têm sido mais compreensivos e detalhados (MARENDO, 2006).

O conceito mudança climática, quando discutido na mídia, é utilizado de forma descuidada, alarmista e sensacionalista, enquanto que no meio científico sua utilização exige maior rigor e clareza, sendo por tanto visto com seriedade (ZAMPARONI, 2007).

Aquecimento global é o aumento da temperatura média da Terra, resultante da intensificação do efeito estufa (SAMPAIO, 2007). O efeito estufa é um fenômeno natural, formado por gases presentes na atmosfera, como Gás Carbônico (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido Nitroso (N<sub>2</sub>O), Clorofluorcarbono (CFC) e Ozônio (O<sub>3</sub>), somando-se a eles o vapor d'água. Juntos, têm a capacidade de bloquear a perda total de radiação de onda longa, equivalente à faixa do infravermelho, emitida do planeta para o espaço, mantendo-a na Troposfera e garantindo a manutenção da vida na Terra (CONTI, 2007; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O tempo em anos de permanência dos gases do efeito estufa na atmosfera são 50 a 200 para o CO<sub>2</sub>, 7 a 10 para o CH<sub>4</sub>, 150 para o N<sub>2</sub>O, 75 a 110 para o CFC e apenas algumas horas ou dias para o O<sub>3</sub> (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007). Embora o CO<sub>2</sub> não seja o gás de maior tempo de permanência no ar, ele é o principal responsável pela retenção de calor na baixa atmosfera. Associa-se o início do aumento da temperatura média do planeta com o início da Primeira Revolução Industrial, ocorrida no fim do século XVIII, em que o homem passou a interferir no meio ambiente em ritmo acelerado. A partir de então, aumentou-se o volume das emissões de CO<sub>2</sub>, hidrocarbonetos e materiais particulados provenientes dos equipamentos industriais, veículos automotores, queima de combustíveis fósseis e formações vegetais. Acredita-se que a temperatura média do Globo passou a elevar-se de forma mais significativa a partir da segunda metade do século XIX e, no século XX, a partir dos anos 70. (NUNES, 2003; CONTI, 2007; SAMPAIO, 2007; ZAMPARONI, 2007).

Em 1988 foi criado no âmbito da ONU, o Intergovernmental Panel of Climate Changes (IPCC), órgão responsável por monitorar o processo de mudanças climáticas globais e emitir relatórios acerca do mesmo, assim como incentivar pesquisas a esse respeito e propor medidas mitigadoras a seus prováveis efeitos (CONTI, 2007).

As discussões sobre a mudança climática global não são realizadas com intuito de analisar se o clima da Terra está ou não se modificando, pois suas evidências são claras. É discutido até onde essas modificações são provocadas pelo homem e até onde são decorrentes da dinâmica natural da Terra (CONTI, 2007).

De acordo com o quarto relatório de avaliação do IPCC (AR4) sobre Mudança Climática, divulgado no ano de 2007, o aquecimento global derivado do aumento das emissões de CO<sub>2</sub> na atmosfera é detectado de forma indiscutível (MEIRA FILHO, 2008). Considera-se que a partir desse ano houve uma conscientização de que são necessárias ações para se estabilizar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e evitar que o aumento da temperatura média do planeta ultrapasse os 2 °C (FELDMANN, 2008).

O AR4 baseou-se em modelos climáticos produzidos por diversos centros de pesquisa, apresentando projeções para os próximos 100 anos, sendo 1990 o ano de referência. Segundo essas projeções a temperatura média do planeta pode elevar-se entre 1,4 °C a 5,8 °C, dependendo da emissão

de gases e do agravamento do efeito estufa, aumentando a frequência, ocorrência e intensidade de fenômenos extremos como secas, veranicos e ondas de calor. Preveem-se mudanças no regime anual e na sazonalidade das chuvas, trazendo impactos sobre a biodiversidade e sobrevivência de biomas naturais (DIAS e COSTA, 2008).

A elevação da temperatura média do planeta acelera os ciclos hidrológicos e de energia na atmosfera, provocando uma maior dinâmica atmosférica. Ativa a incidência de eventos climáticos extremos, amplia a instabilidade dos ecossistemas e intensifica as taxas naturais de extinção de espécies (SAMPAIO, 2007). Populações de anfíbios começaram a declinar de maneira mais expressiva no início do ano de 1970 na América do Norte, América do Sul e Austrália (ROHR e RAFFEL, 2010). Período semelhante em que se acredita ter intensificado o aumento da temperatura média do globo.

Alterações climáticas parecem contribuir para o declínio de populações de anfíbios, interferindo na fisiologia, reprodução e comportamento (BLAUSTEIN e KIESECKER, 2002). A destruição da camada de ozônio e o conseqüente aumento da incidência dos raios UV-B contribuem para a redução das populações de anfíbios, reduzindo a eclosão dos ovos expostos a esse tipo de radiação, aumentando a mortalidade dos indivíduos, deixando-os mais expostos a doenças, aumentando a ocorrência de anomalias e redução do tamanho médio dos mesmos (BLAUSTEIN et al. 2001; SBH, 2009).

Anfíbios apresentam pele fina e permeável, grande número de espécies se desenvolve em ambiente exclusivamente aquático na fase larval, sendo sensíveis a alterações do meio aquático, terrestre, mudanças nas massas de ar, temperatura, alterações nos períodos e quantidade das chuvas, aumento da incidência de raios UV-B (SBH, 2009).

Observações acerca da mudança climática pautada no aquecimento global indicam aumento da frequência e intensidade do fenômeno oceânico El Niño, caracterizado pela elevação incomum da temperatura das águas superficiais nas regiões leste e central do oceano Pacífico. O El Niño decorre da modificação na dinâmica habitual da célula de circulação zonal conhecida por Célula de Walker ou Célula do Pacífico, relacionada à variação da pressão atmosférica entre as porções leste e oeste desse oceano. Sua manifestação é capaz de gerar desarranjos nos padrões climatológicos de vários locais da Terra, devido às interações oceano-atmosfera (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; SAMPAIO, 2007).

O aumento da frequência ou intensidade do fenômeno El Niño no futuro fará com que o Brasil torne-se mais suscetível à secas, enchentes e ondas de calor incidentes. Mesmo que a incerteza quanto à mudança climática seja grande, eventos extremos podem ocorrer independentes da presença do El Niño ou La Niña (MARENGO, 2006).

Eventos climáticos extremos alteram os habitats de forma repentina e brusca, tendo um efeito imediato sobre as populações de anuros. No Brasil o período das chuvas coincide com a estação reprodutiva dessas espécies. Enchentes podem arrastar os indivíduos para habitats diferentes e chuvas intensas e prolongadas podem assorear rios e lagos fazendo com que as espécies migrem. Essa dispersão pode deixar os indivíduos mais expostos a predadores e doenças.

Longos períodos de estiagem podem reduzir o volume de água de rios e lagos, comprometendo a reprodução e sobrevivência das espécies de anfíbios anuros. Com o aquecimento global pode haver maior incidência de raios UV-B, podendo causar anomalias genéticas nos animais. O aumento da temperatura pode causar alterações fisiológicas e comportamentais.

Modificações na frequência e período de duração de fenômenos como El Niño e La Niña parecem estar associados ao declínio populacional de anfíbios, provavelmente por aumentar a suscetibilidade a doenças e ou tornar fungos causadores das mesmas mais agressivos nessas espécies, como parece estar ocorrendo com o *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd) (ROHR e RAFFEL, 2010). Apesar desses indícios, o declínio da biodiversidade associado ao aparecimento de doenças infecciosas relacionadas com a mudança climática é uma discussão controversa. Pesquisadores têm demonstrado que existem correlações entre essas variáveis (KIESECKER *et al.*, 2001; RODO *et al.*, 2002; KOELLE *et al.*, 2005).

A mudança climática global afeta diretamente os ecossistemas. O conhecimento biogeográfico auxilia no entendimento da relação entre alteração climática e queda das populações de anfíbios, podendo tornar mais claro o grau de interdependência entre aspectos climáticos, fitogeográficos e zoogeográficos, auxiliando na compreensão do atual declínio das populações de anuros em todo planeta.

## CONCLUSÃO

A pesquisa biogeográfica é importante instrumento para auxiliar na compreensão da relação entre mudança climática e declínio populacional de anfíbios uma vez que aquela, através das alterações dos fatores abióticos, pode alterar a forma como essas espécies interagem com o meio.

## REFERÊNCIA

BLAUSTEIN, A. R.; BELDEN, L. K.; HATCH, A. C.; KATS, L. B.; HOFFMAN, P. D.; HAYS, J. B.; MARCO, A.; CHIVERS, D. P.; KIESECKER, J. M. Ultraviolet radiation and Amphibians. In: **Ecosystems, Evolution and Ultraviolet Radiation** (COCKELL, C. S. e BLAUSTEIN, A. R). Springer, New York, pp. 63–79. 2001.

BECKER, C. G.; FONSECA, C. R.; HADDAD, C. F. B.; BATISTA, R. F.; PRADO, P. I. **Habitat Split and the Global Decline of Amphibians.** Science, 2007. Disponível em: <[www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org)>. Acesso em: 18 de dez. de 2011.

BLAUSTEIN, A.R.; KIESECKER, J. M. **Complexity in conservation: lessons from the global decline of amphibian populations.** Ecology Letters, v.5, p. 597–608. 2002.

CAMARGO, J. C. G.; TROPPEMAIR, H. A. **Evolução da Biogeografia no Âmbito da Ciência Geográfica no Brasil.** Geografia, Rio Claro, v. 07, n. 03, p. 133-155, 2002.

CONTI, J. B. **A controvérsia sobre as mudanças climáticas.** Intergeo – Interações no Espaço Geográfico, ano 5, n. 5, p. 26-31, 2007.

COSTA, L. C. **Mudanças climáticas, energia, alimento, ciência e humanidade.** Opiniões, Ribeirão Preto – SP, p.35, mar/mai. 2008.

DIAS, P. L. S. **Uma avaliação crítica dos cenários climáticos do IPCC.** Opiniões, Ribeirão Preto – SP, p. 22, mar/mai. 2008.

DUBOIS, A. **Developmental pathway, speciation and supraspecific taxonomy in amphibians, 1: Why are there so many frog species in SriLanka?** Alytes, v. 22, p.19–37. 2005.

FELDEMANN, F. **Brasil: vilão ou líder?** Opiniões, Ribeirão Preto – SP, p. 14, mar/mai. 2008.

FROST, D. **Amphibian species of the world: an online reference.** American Museum of natural History, New York, version 5.3. 2009. disponível em: <<http://www.research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>>. Acesso em: 02 Jan. 2012.

GALINA, M. H. **Mudanças climáticas de curto prazo: tendência dos regimes térmicos e hídricos e do balanço hídrico nos municípios de Ribeirão Preto, Campinas e Presidente Prudente (SP) no período de 1969-2001.** 2002. 221 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 2002.

GLAW, F.; KÖHLER, J. **Amphibian species diversity exceeds that of mammals.** Herpetological Review, v. 29, p. 11–12. 1998.

JOLY, C. A.; HADDAD, C. F. B.; VERDADE, L. M.; OLIVEIRA, M. C.; BOLZAN, V. S.; BERLINCK, R. G. S. **Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil.** Revista USP, São Paulo, n.89, p. 114-133, março/maio. 2011.

KENITIRO, S. **Mudanças ambientais da Terra.** São Paulo: Instituto Geológico, 336 p. 2008.

KIESECKER, J.M.; BLAUSTEIN, A.R.; BELDEN, L.K.; **Complex causes of amphibian population declines.** Nature, v. 410. p. 681–684. 2001.

KOELLE, K.; RODO, X.; PASCUAL, M.; YUNUS, M.; MOSTAFA, G. **Refractory periods and climate forcing in cholera dynamics.** Nature, v. 436, p. 696–700, 2005.

KÖHLER, Ö.; VIEITES, D. R.; BONETT, R. M.; GARCÍA, F. H.; GLAW, F.; STEINKE, D.; VENCES, M. **New Amphibians and Global Conservation: A Boost in Species Discoveries in a Highly Endangered Vertebrate Group.** BioScience, v. 55, nº 8, p. 693-696, 2005.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI.** Brasília: MMA, p. 212, 2006.

MEIRA FILHO, L. G. **Mudança climática: Protocolo de Kyoto, MDL e o regime futuro.** Opiniões, Ribeirão Preto – SP, p.5, mar/mai. 2008.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, p.206, 2007.

NETO, R. M.; VIADANA, A. G. **Abordagem biogeográfica sobre a fauna silvestre em áreas antropizadas: O sistema Atibaia-Jaguari em Americana (SP).** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 18 n. 35, p. 5-21, dez. 2006.

NUNES, L. H. **Repercussões globais, regionais e locais de aquecimento global.** Terra Livre, ano 19, v. I, n. 20, p. 101-110, jan./jul. 2003.

RODO, X.; PASCUAL, M.; FUCHS, G.; FARUQUE, A.S.G. ENSO and cholera: **A nonstationary link related to climate change?** Proc Natl Acad Sci, USA, v. 99. p. 12901–12906, 2002.

ROHR, J. R.; RAFFEL, T. R. **Linking global climate and temperature variability to widespread amphibian declines putatively caused by disease.** PNAS, v. 107, n. 18, p. 8269–8274. 2010.  
Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/107/18/8269.full>>. Acesso em: 27 Dec. 2011.

SALATI, E. **Desmatamento, mudanças climáticas e equilíbrio amazônico.** Opiniões, Ribeirão Preto – SP, p. 30, mar/mai. 2008.

SAMPAIO, G. **Mudanças climáticas.** Intergeo – Interações no Espaço Geográfico, ano 5, n. 5, p. 5-12, 2007.

SBH – **Sociedade Brasileira de Herpetologia. Lista de espécies de anfíbios do Brasil. 2009.** Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br/checklist/anfibios.htm>>. Acesso em: 03 Jan. 2012.

SILVANO, D. L.; SEGALLA, M. V. **Conservação de anfíbios no Brasil.** Megadiversidade, v. 1, n 1, julho de 2005.

TROPPEMAIR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente.** Rio Claro: edição do autor. 6º ed., 205p., 2004.

YOUNG, B. E.; STUART, J. S.; CHANSON, N. A.; BOUCHER, T. M. 2004. **Disappearing jewels: The status of new world amphibians.** NatureServe, Arlington, EUA, 2004.

ZAMPARONI, C. A. G. P. **Ritmos e mudanças climáticas: causas naturais e derivação antrópica.** Intergeo – Interações no Espaço Geográfico, ano 5, n. 5, p. 32-37, 2007.