

The text that follows is a REPRINT

O texto que segue é um REPRINT

Please cite as:

Favor citar como:

de Moraes, Thainá Najar Matos; Philip
Martin Fearnside & Lucas Ferrante.

2019. **A resposta dos
anfíbios às mudanças
climáticas na**

Amazônia Central. p. 93-

96 In: *Anais do VIII Congresso de Iniciação
Científica do INPA–CONIC*. Instituto
Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA),
Manaus, Amazonas. 522 p.

[publicado em outubro de 2020]

ISSN 2178 9665.

Copyright: INPA

The original publication is available from:

A publicação original está disponível de:

http://portal.inpa.gov.br/arquivos/Anais_VIII_CONIC_INPA_2019.pdf

A RESPOSTA DOS ANFÍBIOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA AMAZÔNIA CENTRAL

Thainá Najar Matos de Moraes¹
Philip Martin Fearnside²
Lucas Ferrante³

¹Bolsista, Programa de Iniciação Científica do INPA;

²Orientador, CODAM/INPA;

³Programa de Pós-graduação em Ecologia/INPA.

Financiamento da bolsa: PIBIC/CNPq.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas como a queima de combustíveis fósseis, as queimadas e o desmatamento de florestas têm alterado o clima do planeta em escalas local e global, indo além de sua variação natural (IPCC, 2014a; IPCC, 2014b). Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as temperaturas vêm aumentando, havendo previsões de continuidade de aumento além do final do século (IPCC, 2014b). Essas mudanças globais não se resumem apenas no aumento da temperatura, mas também em variações nas taxas de precipitação, no padrão de ventos e no aumento de eventos extremos tanto em termos de quantidade quanto de intensidade (Marengo, 2010; IPCC, 2014b).

As mudanças já observadas na Amazônia foram todas relacionadas com eventos naturais, como o evento extremo de seca hídrica ocorrido na Amazônia em 2005 (Marengo et al., 2008) e um evento de cheia prolongada em 2009 (Marengo, 2010), que apesar de terem sido relacionados ao El Niño Oscilação Sul (ENSO) e anomalias na Temperatura da Superfície do Mar (SST), mostram que os eventos extremos estão se tornando mais frequentes e intensos (Marengo et al., 2008, Marengo, 2010).

Todas as mudanças no clima global, atuais ou passadas, influenciam a biodiversidade e tornam as mudanças climáticas uma causa relevante, senão, a maior causa da extinção de espécies no próximo século (Brook et al., 2008). Muito já se tem especulado sobre as implicações das mudanças climáticas nos sistemas naturais, retratos e previsões sobre seus efeitos em diferentes espécies, habitando diferentes biomas ao redor do mundo são feitas a todo momento (Pounds, 1999; Sheridan & Bickford, 2011; Pecl et al., 2017). As principais alterações incluem alterações nos ciclos de vida de muitas espécies, em seus padrões de distribuição, até mesmo em grandes aumentos nas taxas de extinção e consequente perda de biodiversidade (IPCC, 2014b; Canestrelli et al., 2017; Vasconcelos et al., 2018).

Neste sentido, poucos animais são tão dependentes das condições do ambiente externo quanto os anfíbios, que têm todos os aspectos de sua história de vida fortemente influenciados pelo ambiente, sendo a temperatura e umidade especialmente importantes (Corn, 2005). Diversos exemplos já podem ser observados de como as mudanças climáticas em curso têm afetado os anfíbios em sua história de vida (Canestrelli, 2017), comunicação utilizada para a reprodução (Lingnau e Bastos, 2007; Haddad et al., 2008) e em distribuições geográficas (Cassemiro et al., 2012). Desta forma, as especificidades ambientais tornam os anfíbios excelentes modelos para estudos relacionados a alterações ambientais e climáticas no habitat em que estão inseridos, de modo que suas demandas ambientais podem ainda salvaguardar outros grupos taxonômicos, sendo considerados espécies guarda-chuva (Silvano et al., 2005). Sendo a floresta amazônica conhecida pela sua alta biodiversidade, incluindo mais de 400 espécies de anfíbios e ameaçada por diversos motores de mudança climática, buscamos responder como irão ser afetadas as espécies de anfíbios na Amazônia, de acordo com as mudanças climáticas previstas para o futuro.

MATERIAL E MÉTODOS

Como áreas do estudo foram utilizadas as parcelas do PPBio da Reserva Florestal Adolpho Ducke e parcelas da Fazenda Experimental da UFAM. A Reserva Florestal Adolpho Ducke está localizada na região urbana de Manaus - AM (2°57'45" S; 59°55'32" W) e a Fazenda Experimental da UFAM na

região rural (2°39'15.98"S; 60°3'16.09"W). As duas paisagens estão inseridas na Amazônia Central, apresentando temperatura média anual de 26°C, com pouca variabilidade, e uma precipitação anual média de 2400 mm (Malhi et al., 2009).

Atualmente, são conhecidas cerca de 53 espécies de anfíbios anuros na reserva (Lima et al., 2012), enquanto na fazenda experimental são conhecidas 33 espécies (Rojas-Ahumada et al., 2010). Dada a composição similar escolhemos 6 espécies presentes em ambas as paisagens para compor o foco deste estudo. As espécies escolhidas foram *Atelopus spumarinus*, *Rhinella marina*, *Boana geographica*, *Leptodactylus pentadactylus*, *L. rhodomystax* e *Osteocephalus oophagus*, que distribuem-se em 3 das 10 famílias distintas presentes nessas duas áreas.

Para prever como os anfíbios serão afetados pelas mudanças climáticas na Amazônia Central, utilizaremos os dados previamente publicados em Menin et al., (2008) e Rojas-Ahumada et al., (2010). As coletas foram realizadas entre novembro de 2002 a maio de 2004 na Reserva Adolpho Ducke (Menin et al., 2008) e em novembro de 2008 a maio de 2009 na Fazenda Experimental da UFAM (Rojas-Ahumada et al., 2010). Com base nos dados populacionais das espécies alvo e dados climáticos do mesmo período, nós investigamos através de regressão linear a influência do clima sobre a abundância populacional de cada espécie. Todas as análises foram rodadas no software Statistica 8.

Nós não utilizamos regressões multivariadas considerando as 3 variáveis ao mesmo tempo devido ao (n) amostral ser insuficiente e tornar o modelo instável de acordo com Burnham & Anderson (2002). Posteriormente, com base na função [proj.lin] e regressões polinomiais através do software Statistica 8, projetamos a resposta da abundância de indivíduos às alterações climáticas previstas de aumento de temperatura, umidade e precipitação para a metade e final deste século.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nossos resultados indicam que apenas a temperatura média e a umidade relativa são variáveis que influenciam na abundância das espécies de anuros testadas, um dado não surpreendente dada a intrínseca relação dos anfíbios com estas variáveis. Já a precipitação média não foi uma variável significativa. Das setes espécies alvo deste estudo apenas quatro responderam às variáveis ambientais, sendo elas *B. geographica*, *L. pentadactylus*, *L. rhodomystax* e *A. spumarinus* (Tabela 1).

Tabela. 1 – Variáveis climáticas e as espécies as quais afetam.

TEMPERATURA	UMIDADE RELATIVA
<i>B. geographica</i> (p=0,0494; r ² =0,5710)	<i>A. spumarinus</i> (p=0,0014; r ² = 0,8920)
<i>L. pentadactylus</i> (p=0,0156; r ² =0,7214)	<i>L. rhodomystax</i> (p=0,0074; r ² =0,7905)

Além disso, nossos resultados demonstram que, em cenários futuros, haverá uma perda de diversidade das espécies de anfíbios. Como estes animais são diretamente influenciados pelas variáveis, estima-se que, no futuro, muitos não conseguirão sobreviver aos aumentos previstos de temperatura e quedas de umidade. A maioria dos estudos de projeção modelam a distribuição espacial dos anfíbios em relação às mudanças climáticas esperadas para cenários futuros, entretanto, poucos estudos preveem como as mudanças climáticas afetarão a abundância dos indivíduos em uma população. A partir desses novos dados podemos sugerir que, antes do declínio populacional, poderemos esperar problemas relacionados a abundância de indivíduos em uma população, que, ao cair limita grandemente a diversidade genética, podendo sugerir um colapso.

CONCLUSÃO

A partir de nossos resultados podemos concluir que os anuros são afetados pela temperatura e umidade do ambiente e serão afetados negativamente pelas mudanças climáticas na Amazônia Central. Além disso, conclui-se que cada espécie responde diferentemente às alterações climáticas, podendo ou não ser impactada por tal. Estas respostas são influenciadas pela fisiologia, comportamento, ecologia e evolução destes organismos, e estes aspectos definirão a capacidade destes organismos sobreviverem em cenários futuros. Ademais, as condições do ambiente externo também influenciarão na resiliência dos animais, sendo os ambientes de vegetação nativa um refúgio climático para diversas espécies. Neste

sentido, a perda e a fragmentação do habitat representarão obstáculos para que as espécies transitem entre habitats climaticamente favoráveis, impossibilitando o deslocamento. Em termos de Amazônia, a perda de vegetação nativa para a implementação de pastos e cultivos agrícolas representa uma ameaça ao deslocamento das espécies, além de alterar o microclima.

REFERÊNCIAS

- Brook, B.W.; Sodhi, N.S.; Bradshaw, C.J.A. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology & Evolution* 23: 453-460, 2008.
- Burnham, K. P.; Anderson, D. R. 2002. Model selection. IN: Gunthery, F.S. (ED) A Primer on Natural Resource Science. Texas A&M University Press.
- Canestrelli, D.; Bisconti, R.; Chiochio, A.; Maiorano, L.; Zampiglia, M.; Nascetti, G. 2017. Climate change promotes hybridisation between deeply divergent species. *PeerJ*, 5:3072. DOI 10.7717/peerj.3072.
- Casemiro, F.A.S.; Gouveia, S.F.; Diniz-Filho, J.A.F. 2012. Distribuição de *Rhinella granulosa*: integrando envelopes bioclimáticos e respostas ecofisiológicas. *Revista da Biologia* 8: 38–44.
- Corn, P. S. 2005. Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, 28(1): 59–67.
- Haddad, C.F.B.; Giovanelli, J.G.R.; Alexandrino, J. 2008. O aquecimento global e seus efeitos na distribuição e declínio dos anfíbios. In: Buckeridge, M.S. *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil*. 1a ed. São Carlos SP: Rima Editora. p. 195-206.
- IPCC. 2014a. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., et al. (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 1.132 p.
- IPCC. 2014b. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Barros, V.R., et al.(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 688 p.
- Lima, A.P.; Magnusson, W.E.; Menin, M.; Erdtmann, L.K.; Rodrigues, D.J.; Keller, C.; Hold, W. 2012. Guia de Sapos da Reserva Adolpho Ducke: Amazônia Central. Manaus. Editora INPA.
- Lingnau, R.; Bastos R. 2007. Vocalizations of the Brazilian torrent frog *Hylodes heyeri* (Anura: Hylodidae): Repertoire and influence of air temperature on advertisement call variation. *Journal of Natural History* 41(17–20): 1.227– 1.235.
- Malhi, Y.; Aragão, L.E.O.C.; Galbraith, D.; Huntingford, C.; Fisher, R.; Zelazowski, P.; Sitch, S.; McSweeney, C.; Meir, P. 2009. Exploring the likelihood and mechanism of climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *PNAS* ,106 (49): 20.610- 20.615.
- Marengo, J.A.; Nobre, C.A.; Tomasella, J.; Oyama, M.; Sampaio, G.; Camargo, H.; Alves, L.M. 2008. The drought of Amazonia in 2005. *J. Clim.*, 21: 495–516.
- Marengo, J.A. 2010. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS).
- Menin, M.; Waldez, F.; Lima, A. 2008. Temporal variation in the abundance and number of species of frogs in 10,000 ha of a forest in central amazonia, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 3(1): 68-81.
- Pecl, G.T.; Araújo, M.B.; Bell, J.D.; Blanchard, J.; Bonebrake, T.C.; Chen, I.C.; Falconi, L. 2017. Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*, 355(6332).
- Pounds, J.A.; Fogden, M.P.L.; Campbell, J.H. 1999. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, 398: 611.
- Rojas-Ahumada, D.P.; Menin, M. 2010. Composition and abundance of Anurans in Riparian and Non-riparian Areas in A Forest in Central Amazonia, Brazil. *South American Journal of Herpetology*, 5(2): 157- 167.

Sheridan, J.A.; Bickford, D. 2011. Shrinking body size as an ecological response to climate change. *Nature Climate Change*, 1: 401–406.

Silvano, D.L.; Colli, G.R.; Dixo, M.B.O.; Pimenta, B.V.S.; Wiederhecker, H.C. 2005. Anfíbios e Répteis, In: Rambaldi, D. M., Oliveira, D. A. S., (eds.), Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Ministério do Meio Ambiente – MMA, Brasília, DF. p. 183-200.

Vasconcelos, T.; Nascimento, B.T.; Prado, V.H.M. 2018. Expected impacts of climate change threaten the anuran diversity in the Brazilian hotspots. *Ecology and Evolution*. 8: 7.894–7.906. DOI: 10.1002/ece3.4357.