



A SOCIEDADE SECRETA DOS PSEUDOESCORPIÕES E SEU SIGNIFICADO NO CERRADO BRASILEIRO: MODELO DE NICHO E DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL

Edwin Bedoya Roqueme^{1*}(PG), Everton Tizo Pedroso¹(PQ)

¹Laboratório de Ecologia Comportamental de Aracnídeos, Universidade Estadual de Goiás, Campus Henrique Santillo, Anápolis, Goiás.*roquemeedj@gmail.com

Resumo: Pseudoescorpiões são pequenos aracnídeos presentes em todos os ecossistemas terrestres. *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888) é a única espécie cooperativamente social registrada no continente americano. Assim, utilizamos modelos de nicho ecológico para investigar o potencial de distribuição atual e futuro dessa espécie. A temperatura média anual foi a variável mais importante, sugerindo que uma limitação fisiológica deve impedir a ocupação de áreas com temperaturas médias muito baixas ou muito altas por *P. nidificator*. Além disso, a perda de cobertura vegetal e o aumento de fronteiras agrícolas podem reduzir sua ocorrência em locais menos estáveis do ponto de vista ambiental, sendo assim sensível às atividades antropogênicas. Portanto, a resposta biológica é a relação entre o limite de tolerância de *P. nidificator* e a amplitude do fator esperado para o futuro, e que parece estar em seu intervalo de máxima tolerância.

Palavras-chave: Pseudoescorpiões. Zoogeografia. Processo espacial. Microhabitat. Distribuição.

Introdução

Atualmente, se sabe que as espécies são distribuídas espacialmente de forma não aleatória. Igualmente, a relação entre a distribuição geográfica e condições ambientais é conhecida como nicho ecológico (HUTCHINSON, 1957; SOBERÓN, 2007; FENG et al., 2019). O conceito de nicho recebeu muita atenção e desenvolvimento (SAX et al., 2013; SOBERÓN e NAKAMURA, 2009; FENG et al., 2019), e permite entender as distribuições e padrões da diversidade biológica, a identificação de habitats críticos para mitigar os efeitos das mudanças globais e a reconstrução das trajetórias evolutivas dos clados (SMITH et al., 2018; PHILLIPS et al., 2019; BRUN et al., 2019).

Os pseudoescorpiões são aracnídeos que habitam todos os ecossistemas terrestres (WEYGOLDT, 1969; DEL-CLARO e TIZO-PEDROSO, 2009), sendo mais diversificados nos trópicos e subtropicais (HARVEY, 2013). A maioria vive em meio à serapilheira, debaixo de pedras, sob as cascas de árvores e troncos caídos, em





florestas e selvas de regiões tropicais e temperadas (WEYGOLDT, 1969; ADIS e MAHNERT, 1985; MAHNERT e ADIS, 2002; AGUIAR et al., 2006). São um grupo taxonômico, de grande interesse para a realização de pesquisas biológicas, pois é um regulador da densidade de pequenos animais edáficos, principalmente insetos; são predadores (HODGSON et al., 2008).

Alguns estudos revelaram a sensibilidade desses aracnídeos às atividades antropogênicas e mudanças ambientais, com maiores densidades populacionais em ambientes com maior equilíbrio ecológico, podendo também ter sido classificados como bons bioindicadores para preservação e conservação de ecossistemas (YAMAMOTO et al., 2001; BARROS et al., 2010; RANIUS et al., 2011; LECINAS et al., 2015). Em nível global, há um grande interesse em saber como as espécies são distribuídas e o impacto das mudanças climáticas (POUNDS et al., 2007). Portanto, para fins de discussão sobre a importância dos pseudoescorpiões, é apresentada aqui a análise espacial, baseada em diferentes modelos de nichos que permitem a geração de mapas preditivos das áreas de ocorrência do *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888).

Material e Métodos

O modelo de nicho e a distribuição potencial foram criados para o Brasil que está localizado entre 5°N e 33°S de latitude e 34°W a 73°W de longitude, na parte oriental da América do Sul, com uma área total de 8514215,3 km² (IBGE, 2018). Dados sobre a ocorrência de *Paratemnoides nidificator* (Balzan, 1888) foram obtidos utilizando Global Biodiversity Information Facility-GBIF e Catálogo Mundial de Pseudoescorpiões, Versão 3.0. (HARVEY, 2013), complementado com diferentes bases de dados, Web of Science, BioOne, Jstor, Google Academics. Os locais foram georreferenciados e corroborados com Google Earth v.7.3. (PHILLIPS et al., 2006; PHILLIPS, 2019). Variáveis bioclimáticas foram obtidos utilizando o ecoclimate, WorldClim e Nimbios. Dados sociodemográficos sobre uso da terra, cobertura vegetal, elevação e fronteira agrícola foram obtidos no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE e Mapbiomas v.4.0. Todas as variáveis foram tratadas em formato *raster*, com resolução entre 2,5 e 5 m, recortadas como polígono em direção à área geográfica do Brasil (FENG et al., 2019; PHILLIPS, 2019).





Resultados e Discussão

No total, foram obtidos 76 dados de ocorrência de *P. nidificator*, seis variáveis conseguiram explicar 81,11% da variação; todos os algoritmos apresentaram métricas $> 0,7$; a maior incidência de adequação concentrou-se no centro e sul do Cerrado, grande parte da Amazônia e da Mata Atlântica, orientada para as áreas com maior presença de cobertura vegetal. A capacidade de previsão para o conjunto de dados gerou uma AUC de $0,94 \pm 0,039$, indicando que a eficiência do modelo foi significativa. As variáveis que mais contribuíram foram Precipitação no trimestre mais quente (27%), Isotermalidade (20,3%) e Temperatura média anual (18,8%), da mesma forma, a Isotermalidade e a temperatura média anual foram as variáveis mais importantes. A dessecação pode ser o fator primário que controla a distribuição e a atividade dos pseudoescorpiões (SCHUSTER, 1962; KENSLER, 1967).

O modelo biótico criado permitiu inferir uma ampla distribuição em todo o território, que é gradualmente reduzida, sugerindo uma retração da ocorrência das espécies na Amazônia onde a temperatura é mais alta ($X=27-29^{\circ}\text{C}$). O modelo sugere uma retração em direção ao nordeste do Cerrado, cujo clima corresponde a temperaturas variando de ($X=28-29^{\circ}\text{C}$) em combinação com um clima tropical de monção, cuja umidade depende das estações secas no verão e no sul do Brasil, onde as temperaturas variam de ($X=13-17^{\circ}\text{C}$) em combinação com um clima subtropical úmido, onde os verões são mais quentes ou temperados, embora a espécie seja capaz de lidar com grandes variações de temperatura com sucesso diariamente, ela não pode ser adaptada para suportar extremos de temperatura por períodos prolongados e ser uma espécie cooperativamente social (DEL-CLARO e TIZO-PEDROSO, 2009).

A análise do modelo socioeconômico criado permitiu inferir a ocorrência em áreas onde a perda de cobertura e a atividade agrícola não são tão intensas, nesse sentido, uma maior ocorrência de *P. nidificator* pode ser observada na Amazônia, sul do Cerrado e parte da Mata Atlântica, que em um cenário passado não apresentava alta degradação. Portanto, os modelos sugerem que *P. nidificator* sendo uma espécie arbórea pode ser diretamente afetada pela intensa fronteira agrícola crescente e pelas





fronteiras estabelecidas pela perda de cobertura vegetal nos diferentes biomas do território brasileiro.

Considerações Finais

A importância relativa da temperatura média anual sugere que uma limitação fisiológica impede a ocupação de áreas com temperaturas médias muito baixas ou muito altas por *P. nidificator*, sendo o fator limitante. Da mesma forma, a perda de cobertura vegetal e o aumento de fronteiras agrícolas podem reduzir a ocorrência de *P. nidificator* em locais menos estáveis do ponto de vista ambiental, sendo uma espécie sensível às atividades antropogênicas.

Agradecimentos

Agradeço à agência de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES) pelo apoio e bolsa de estudos.

Referências

- ADIS, J.; MAHNERT, V. **On the natural history and ecology of pseudoscorpiones (Arachnida) from an Amazonian backwater inundation forest**. Amazoniana, V. 9, n. 3, p. 297-314. 1985.
- AGUIAR, N.; GUALBERTO, T.; FRANKLIN, E. **A medium-spatial scale distribution pattern of Pseudoscorpionida (Arachnida) in a gradient of topography (altitude and inclination), soil factors, and litter in a central Amazonia Forest reserve, Brazil**. Brazilian Journal of Biology, v. 66, n.3, p. 791-802, ago. 2006.
- BARROS, Y.J. *et al.* **Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: II - Mesofauna e plantas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n.4, p. 1413-1426, ago. 2010.
- BRUN, P. *et al.* **Climate change has altered zooplankton-fuelled carbon export in the North Atlantic**. Nature Ecology and Evolution, v.3, p. 416-423, feb. 2019.
- DEL-CLARO, K.; TIZO-PEDROSO, E. **Ecological and evolutionary pathways of social behavior in Pseudoscorpions (Arachnida: Pseudoscorpiones)**. Acta Ethological, v.12, p. 13-22, abr. 2009.
- FENG, X. *et al.* **Collinearity in ecological niche modeling: Confusions and challenges**. Ecology and Evolution, v. 9, p. 10365-10376, ago. 2019.
- HARVEY, M.S. **Pseudoscorpions of the World. Australian versão 2.0. Western Australian Museum, Perth**. 2013. Disponível em: [Http: www.museum.wa.gov.au/catalogs / pseudoscorpions](http://www.museum.wa.gov.au/catalogs/pseudoscorpions). Acesso em: 13 mar 2020.
- HODGSON; ROE, H.; LAMBERT, B. **Pseudoscorpions**. Published by Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory ENT, 127-08. 2008.





- HUTCHINSON, G. E. **Concluding remarks**. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology, v. 22, p. 415-427. 1957.
- IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área Territorial-2018. DOU nº 53 de 19/03/2019, Resolução Nº 01, de 18 de março de 2019.
- KENSLER, C. 1967. Dessication resistance of intertidal species as a factor of their zonation. Journal Animal Ecology, v. 3, p. 391-406.
- LENCINAS, M.V. *et al.* 2015. **Neochelanops michaelsoni (Pseudoscorpiones: Chernetidae) as a potential bioindicator in managed and unmanaged Nothofagus forests of Tierra del Fuego**. Journal of Arachnology 43:406–412.
- MAHNERT, V.; ADIS, J. Pseudoscorpiones. *In: Amazonian Arachnida and Myriapoda*. Ed Adis, J. Sofía – Moscow: Pensoft Publisher, pp. 367-380. 2002.
- PHILLIPS, S.J.; ANDERSON, R.P.; SCHAPIRE, R.E. **Maximum entropy modeling of species geographic distributions**. Ecological Modelling, v.190, p. 231-259, jan. 2006.
- PHILLIPS, S.J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE R.E. **Maxent software for modeling species niches and distributions (Version 3.4.1)**. 2019. Disponível em: http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/. Acesso em: 2020-4-12.
- POUNDS, A.J. *et al.* Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. Nature, v. 439, p. 161-167, jan. 2006.
- RANIUS, T.; JOHANSSON, V.; FAHRIG L. **Predicting spatial occurrence of beetles and pseudoscorpions in hollow oaks in southeastern Sweden**. Biodiversity and Conservation, 20, p. 2027-2040, mai. 2011.
- SAX, D.F.; EARLY, R.; BELLEMARE, J. **Niche syndromes, species extinction risks, and management under climate change**. Trends in Ecology and Evolution, v. 28, n.9, p. 517-523, sep. 2013.
- SCHUSTER, R. **Das marine litoral als lebensraum terrestrischer kleinarthropoden**. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie, v.47, p. 359-412, jun. 1962.
- SMITH, A.B. *et al.* 2018. **Niche Estimation Above and Below the Species Level**. Trends in Ecology e Evolution, v.34, n. 3, p. 260-273.
- SOBERÓN, J.; NAKAMURA, M. **Niches, and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions**. Proceedings of the National Academy of Sciences, v.106, p. 19644-19650, nov. 2009.
- WEYGOLDT, P. **The Biology of Pseudoscorpions**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1969. xvi + 145 p.
- YAMAMOTO, T.; NAKAGOSHI, N.; TOUYAMA, Y. **Ecological study of pseudoscorpion fauna in the soil organic layer in managed and abandoned secondary forests**. Ecological Research, v. 16, p. 593-601, set. 2001.

