



VARIÁVEIS AMBIENTAIS E A DISTRIBUIÇÃO *DOLICHOHELE EXILIS* (ARANEAE: THERAPHOSIDAE) NA DIAGONAL SECA BRASILEIRA

Palavras-Chave: CAATINGA, MODELAGEM DE NICHOS, CARANGUEJEIRA

Autores(as):

STEPHANNY S. NOBRE, IB – UNICAMP

Prof^(a). Dr^(a). VERA N. SOLFERINI (orientador(a)), IB - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A região Neotropical é notória por sua enorme biodiversidade, representando um importante *hotspot* cuja origem e evolução vêm sendo investigada por diversas pesquisas. Dentre os biomas da Região Neotropical destacam-se duas grandes florestas úmidas, a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica, separadas por uma região de clima mais seco e sazonal, denominada Diagonal Seca, que compreende o Chaco, a Caatinga e o Cerrado. A Diagonal Seca tem uma origem mais recente e a diversificação de seus organismos envolve mecanismos de adaptação a condições ambientais específicas deste ambiente, sendo um mosaico de diferentes condições climáticas. O objetivo deste projeto é contribuir para o entendimento dos padrões e processos envolvidos na diversificação de espécies na Diagonal Seca. Para compreender a influência do clima sobre a diversificação e evolução das linhagens presentes na Diagonal Seca, utilizaremos a modelagem de nicho ecológico de uma espécie de aranha caranguejeira, *Dolichothele exilis* (Mygalomorphae), amplamente distribuída na Caatinga e com ocorrências no norte do Cerrado.

METODOLOGIA:

Realizamos um modelo preliminar de nicho ecológico para *Dolichothele exilis* no tempo presente. A fim de obter um mapa de adequabilidade ambiental (Pearce & Ferrier 2000, Guisan et al. 2002, Thuiller 2003), utilizamos os pontos de ocorrência reconhecidos hoje. Compilamos dados sobre nossa espécie modelo. Os pontos de ocorrência são, majoritariamente, advindos de coletas previamente realizadas por nosso grupo de pesquisa.

Para que não houvesse dados duplicados, realizamos uma filtragem através do Rstudio, utilizando uma função que retira pontos duplicados. Por fim, selecionamos os pontos de ocorrência para que houvesse somente um por célula. Das 370 ocorrências, mantivemos somente 59.

De posse dos pontos, iniciamos o levantamento dos dados climáticos. Recuperamos dados de 19 variáveis bioclimáticas anuais e sazonais da base de dados WorldClim (Fick & Hijmans 2017). Obtivemos, para cada variável bioclimática, um mapa com resolução de 2.5 minutos. Utilizamos o pacote *raster* (Hijmans et al. 2015) no R para ajustar as variáveis ao raster do Brasil. O pacote *raster* fornece funções que manipulam dados geográficos. Seus dados formam células no mapa, análogas à uma grade, em que cada “espaço” corresponde a uma coordenada. Diante dos dados separados, se fez necessária a seleção das variáveis climáticas.

Selecionamos as variáveis utilizando análise de componentes principais (PCA), com os pacotes *FactoMineR* (Lê et al. 2008), *factoextra* (Kassambara & Mundt 2017) e *RStoolbox* (Benjamin Leutner 2016), e realizamos uma análise fatorial através do pacote *Psych* (Revelle 2022). As variáveis selecionadas foram a máxima temperatura do mês mais quente, temperatura média do trimestre mais frio, precipitação anual, precipitação do mais quente trimestre e precipitação do trimestre mais frio.

A modelagem foi realizada utilizando diversos algoritmos para que pudéssemos ter uma maior precisão dos modelos. Utilizamos os algoritmos BIOCLIM (Busby 1991), GLM (Guisan et al. 2002), DOMAIN (Carpenter et al. 1993), MaxEnt (Phillips et al. 2006), RandomForest (Breiman 2001) e SVM (Drake et al. 2006), que fazem parte do pacote *dismo* (Hijmans et al. 2017), e *kernlab* (Karatzoglou et al. 2004). Utilizamos o método de *ensemble* para criar um mapa consenso de cada algoritmo (Araújo & New, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Obtivemos um modelo que abrange o Último Máximo Glacial (LGM) ~21ka, o Último Interglacial (LIG) ~130ka e o presente, a fim de analisar as mudanças na distribuição geográfica da espécie em questão. Adicionalmente, é de relevante importância enfatizar a pertinente relação entre as variáveis bioclimáticas selecionadas (máxima temperatura do mês mais quente, temperatura média do trimestre mais frio, precipitação anual, precipitação do trimestre mais quente e precipitação do trimestre mais frio) uma vez que o Bioma da Caatinga é notoriamente marcado por sua sazonalidade distinta.

Durante o LGM, observamos uma notável retração na área propícia para a ocorrência da espécie, sugerindo uma restrição de habitats favoráveis. Já durante o LIG, identificamos uma expansão significativa da área apta para a existência da espécie, indicando provável expansão das populações da espécie. No contexto atual, constatamos que a distribuição da espécie corresponde predominantemente às regiões consideradas adequadas para sua sobrevivência, denotando uma estabilidade ou ajustamento em relação às condições ambientais contemporâneas.

Um aspecto crucial é que o modelo aponta para a possibilidade da existência da espécie em regiões não adequadas. Nesse contexto, considera-se imprescindível a inclusão de informações detalhadas sobre o solo e o relevo na modelagem. A incorporação desses dados adicionais permitirá uma abordagem mais precisa e abrangente, capacitando-nos a melhor compreender os fatores que influenciam a distribuição da espécie. Com tal aprimoramento, espera-se obter resultados mais fiéis à realidade, possibilitando uma análise mais robusta e cientificamente embasada para embasar políticas de conservação e gestão adequadas.

Algoritmos	AUC	TSS
BIOCLIM	0.86	0.74
GLM	0.93	0.85
MaxEnt	0.93	0.85
RandomForest	0.91	0.84
SVM	0.93	0.82

Figura 1: Tabela com métricas de avaliação do modelo, sendo considerado como aceito valores de AUC acima de 0.8 e de TSS acima de 0.5.

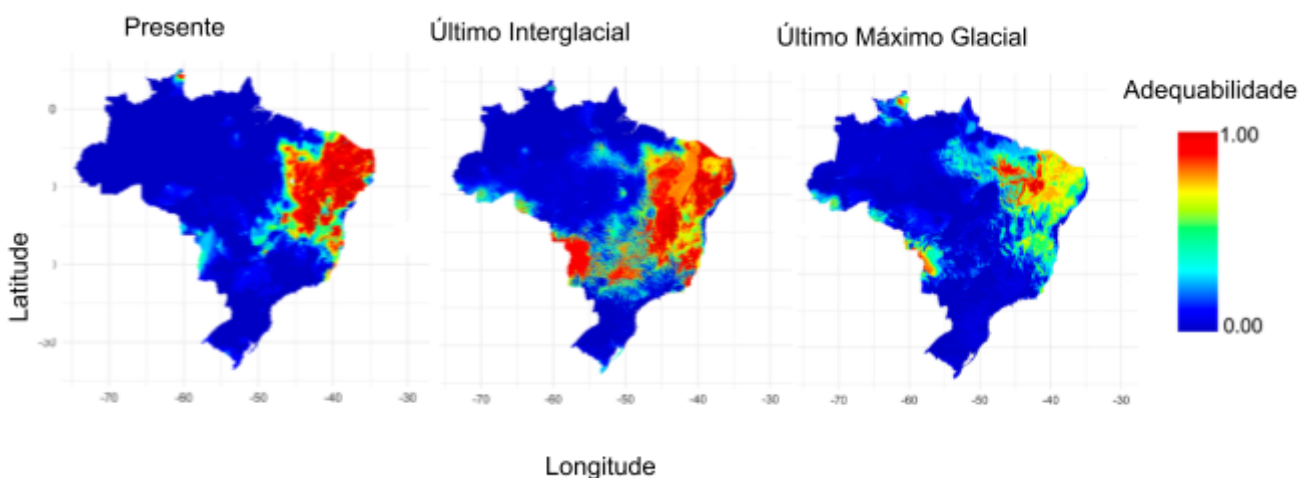


Figura 2: Resultado modelagem de distribuição da espécie *Dolichothele exilis*.

CONCLUSÕES:

Neste estudo, modelamos a distribuição da espécie de aranha caranguejeira *Dolichothele exilis* na região da Diagonal Seca, considerando diferentes períodos climáticos, incluindo o LGM, o LIG e o presente. Os resultados apontam para mudanças significativas na distribuição da espécie ao longo do tempo, podendo indicar processos de redução e expansão populacional durante as flutuações climáticas do Quaternário. Além disso, destaca-se a relevância das variáveis bioclimáticas selecionadas, especialmente em relação à precipitação e temperatura, considerando o contexto sazonal característico da Caatinga. A identificação de áreas aparentemente inadequadas para a espécie reforça a necessidade de incorporar informações detalhadas de solo e relevo na modelagem, buscando aprimorar a precisão das projeções e embasar medidas de conservação e gestão mais eficazes. Esses achados contribuem para o entendimento dos padrões e processos envolvidos na diversificação de espécies na Diagonal Seca, fornecendo resultados importantes para a compreensão da ecologia e evolução das linhagens presentes nessa região Neotropical.

BIBLIOGRAFIA

- ALLOUCHE, Omri; TSOAR, Asaf; KADMON, Ronen. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). **Journal of applied ecology**, v. 43, n. 6, p. 1223-1232, 2006.
- ARAÚJO, Miguel B.; NEW, Mark. Ensemble forecasting of species distributions. **Trends in ecology & evolution**, v. 22, n. 1, p. 42-47, 2007.
- CHAVES, Manuela M.; MAROCO, João P.; PEREIRA, João S. Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant. **Functional plant biology**, v. 30, n. 3, p. 239-264, 2003.
- COSTA, Leonora P. The historical bridge between the Amazon and the Atlantic Forest of Brazil: a study of molecular phylogeography with small mammals. **Journal of biogeography**, v. 30, n. 1, p. 71-86, 2003.
- FICK, Stephen E.; HIJMANS, Robert J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017.
- FRANKLIN, Janet. **Mapping species distributions: spatial inference and prediction**. Cambridge University Press, 2010.
- GRINNELL, Joseph. The niche-relationships of the California Thrasher. **The Auk**, v. 34, n. 4, p. 427-433, 1917.
- LIMA-RIBEIRO, M. S.; DINIZ-FILHO, J. A. F. Modelos ecológicos e a extinção da megafauna: clima e homem na América do Sul. **Cubo, São Carlos**, 2013.

- LUEBERT, Federico. The two South American dry diagonals. **Frontiers of Biogeography**, 2021.
- MORO, Marcelo Freire et al. A phytogeographical metaanalysis of the semiarid Caatinga domain in Brazil. **The Botanical Review**, v. 82, n. 2, p. 91-148, 2016.
- NIMER, Edmon. Climatologia da região Nordeste do Brasil. Introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 2, p. 3-51, 1972.
- PHILLIPS, Steven J.; ANDERSON, Robert P.; SCHAPIRE, Robert E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.
- PHILLIPS, Steven J.; DUDÍK, Miroslav. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Ecography**, v. 31, n. 2, p. 161-175, 2008.
- PRADO, Darién E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.
- PRADO, Darien E.; GIBBS, Peter E. Patterns of species distributions in the dry seasonal forests of South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 902-927, 1993.
- QUEIROZ, Luciano Paganucci de et al. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: **Caatinga**. Springer, Cham, 2017. p. 23-63.
- SARMIENTO, Guillermo. The dry plant formations of South America and their floristic connections. **Journal of Biogeography**, p. 233-251, 1975.
- VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. Ecorregiões Propostas para o Bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste; **Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil**, 2002.
- WARREN, Dan L.; SEIFERT, Stephanie N. Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. **Ecological applications**, v. 21, n. 2, p. 335-342, 2011.
- WOODLEY OF MENIE, Michael A. Ecological Niche, The. In: **Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 2249-2252.
- World Spider Catalog (2020). World Spider Catalog. Version 21.0. Natural History Museum Bern, online at <http://wsc.nmbe.ch>, acessado em 18 de maio de 2022. doi: 10.24436/2.