

INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA DIVERSIFICAÇÃO DA CAATINGA

Palavras-Chave: CAATINGA, MODELAGEM AMBIENTAL, ECORREGIÕES

Autores(as):

STEPHANNY S. NOBRE, IB – UNICAMP

RAFAEL L. VERGILIO

PAULO GOMES

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

INTRODUÇÃO:

A Caatinga é a maior região semiárida do mundo (Silva et. al 2017), e a maior floresta tropical sazonalmente seca (FTSS) (Silva et. al 2017). Ela possui subdivisões ecológicas, denominadas ecorregiões, que são definidas como grandes porções de terra e cursos de água, unidas por processos bióticos e abióticos comuns (Bailey, 1998). O presente estudo tem como objetivo caracterizar o ambiente das 8 ecorregiões da Caatinga e os processos que culminaram em sua atual configuração. Para tanto, será utilizada a modelagem ambiental para cada uma das ecorregiões, buscando compreender os mecanismos que levaram à sua diferenciação. Este estudo contribuirá para compreensão dos padrões ecológicos e evolutivos das ecorregiões da Caatinga, oferecendo subsídio para estudos de ecologia, evolução e iniciativas de conservação.

METODOLOGIA:

Aplicamos métodos de modelagem de nicho para as duas maiores regiões em extensão da Caatinga: Depressão Sertaneja Setentrional (DSS) e Depressão Sertaneja Meridional (DSM). Os modelos foram gerados apenas para o tempo presente. Para cada ecorregião, localizamos 80 pontos de ocorrência equidistantes no espaço climático, usando a função Env.Sample do programa R.Studio (Varela et al. 2014).

Com a localização de cada ponto, iniciamos a coleta dos dados ambientais. Extraímos informações de 19 variáveis bioclimáticas da base de dados WorldClim (Fick & Hijmans 2017) e 24 variáveis de solo do banco de dados SoilGrids. Obtivemos, para cada variável, um mapa com resolução de 5 minutos de arco. Utilizamos o pacote raster (Hijmans et al. 2015) no R

para adaptar as variáveis ao raster do Brasil. O pacote raster oferece funções que manipulam dados geoespaciais. Esses dados são organizados em células no mapa, semelhantes a uma grade, em que cada “espaço” corresponde a uma coordenada específica.

Após a filtragem dos dados e a definição e ajuste da área de interesse, realizamos a seleção das variáveis por meio de análise de componentes principais (PCA), utilizando os pacotes FactoMineR (Lê et al. 2008), factoextra (Kassambara & Mundt 2017) e RStoolbox (Benjamin Leutner 2016), além de uma análise fatorial realizada com o pacote Psych (Revelle 2022).

A modelagem foi conduzida utilizando diversos algoritmos visando alcançar maior precisão nos modelos. Empregamos 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), integrados ao 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 modelos que abrangem o tempo presente. As variáveis climáticas e de solo utilizadas estão apresentadas na tabela 1:

Ecorregiões	Clima	Solo
DSS	Temperatura média anual (Bio01)	Densidade de grãos (12-30 cm)
	Isotermalidade (Bio03)	Densidade Carbono Organico (5-15 cm)
	Precipitação anual (Bio12)	pH em H2O (0-5 cm)
	Precipitação Sazonal (Bio15)	Teor de Areia (15-30 cm).
DSM	Isotermalidade (Bio03)	Densidade Carbono Organico(30-60 cm)
	Precipitação anual (Bio12)	pH em H2O (0-5 cm)
	Precipitação Sazonal(Bio15)	Densidade de grãos (15-30 cm)
	Precipitação do trimestre mais seco (Bio17)	Densidade de grãos (30-60 cm)

Tabela 1: variáveis ambientais utilizadas.

Foram gerados modelos, apresentados na figura 1. Com base nos valores de TSS (True Skill Statistic) e AUC (Área Sob a Curva) dos modelos gerados utilizando variáveis ambientais, o clima e os solos não parecem ser fatores determinantes na definição das ecorregiões. De fato a figura 2 mostra heterogeneidade ambiental (clima e solo) nas duas

ecorregiões, ainda que apresentem fitofisionomias relativamente homogêneas e distintas entre as ecorregiões. Esses resultados indicam que a caracterização das ecorregiões pode ser influenciada também por outros fatores bióticos, que interagem com esses parâmetros climáticos e edáficos para moldar as características ecológicas únicas de cada ecorregião.

Algoritmos	AUC	TSS
BIOCLIM	0.48	0.12
GLM	0.43	0.18
MaxEnt	0.39	0.25
RandomForest	0.43	0.13
SVM	0.35	0.18

Tabela 2: Média de métricas de avaliação do modelo DSM e DSS, sendo considerado como modelos não aleatórios valores de AUC acima de 0.8 e de TSS acima de 0.5.

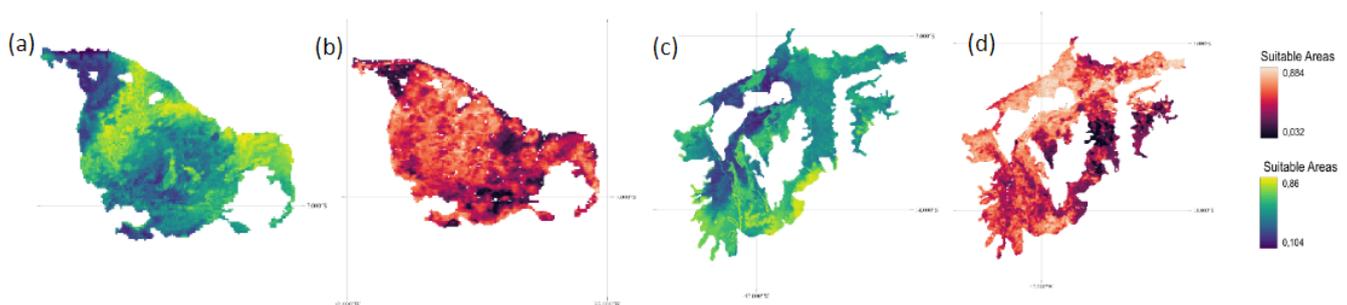


Figura 1: Modelos de distribuição atuais. DSS(a,b) e DSM(c,d): (a) e (c) mapa climático (b) e (d) mapa de solos.

CONCLUSÕES:

Este trabalho evidencia a complexidade da Caatinga, um bioma que apesar de sua vasta extensão, vem sendo negligenciado. Os resultados indicam que, as variáveis climáticas e de solo aparentam não ser fatores determinantes para a distribuição das ecorregiões. Outros fatores ou a combinação de diversos parâmetros pode moldar as características distintas de cada ecorregião. Portanto, é necessário a inclusão de variáveis adicionais, como dados mais detalhados e informações sobre relevo, bem como a consideração de interações bióticas.

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.
- BAILEY, R. G. **The Ecosystem Geography of the Oceans and Continents**. New York: Springer, 1998.
- 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, Darién 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.
- QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. **Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain**. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2017. p. 22–63.

- 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.