



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## MODELANDO A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA CORRENTE DO *CEREUS JAMACARU* NO BIOMA CAATINGA

Arnóbio de Mendonça Barreto Cavalcante <sup>(a)</sup> Augusto César Praciano Sampaio <sup>(b)</sup>

<sup>(a)</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Eusébio – CE, arnobio.cavalcante@inpe.br

<sup>(b)</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Eusébio – CE, cesar.praciano@gmail.com

### Paisagens semiáridas: estrutura, dinâmica e adaptação

#### RESUMO

*Cereus jamacaru*, popularmente conhecido como Mandacaru, é uma espécie de cactácea de ampla distribuição no bioma Caatinga, chegando a ser considerado um elemento iconográfico do mesmo. O conhecimento da distribuição geográfica potencial da espécie no bioma é um instrumento importante de suporte às pesquisas fundamentadas no conservacionismo e na biodiversidade. Também é o primeiro passo em investigações dos possíveis efeitos de mudanças ambientais sobre a distribuição espacial da espécie. O presente estudo tratou de modelar a distribuição geográfica potencial de *C. jamacaru* para o cenário ambiental atual. Para tal, utilizou-se de dados de registros de presença, seis variáveis climáticas, três topográficas e o algoritmo MaxEnt. Nota-se um grau relevante de adequação para a ocorrência do *C. jamacaru* em toda a área do bioma, ratificando a sua ampla distribuição e adaptação às condições climáticas correntes.

**Palavras-chave:** caatinga; modelo de distribuição; cacto; MaxEnt.

#### 1. Introdução

O conhecimento sobre a distribuição espacial de espécies nativas é fundamental para conservação da biodiversidade, permitindo compreender, de maneira holística, a relação entre as espécies e as condições ambientais adequadas para sua ocorrência. Entretanto, a falta de informação sobre a distribuição espacial dessas espécies é preocupante, tendo em vista o imediatismo das alterações ambientais que colocam em cheque a prevalência destas.

Nesse cenário, os Modelos de Distribuição de Espécies (MDE) são ferramentas oportunas, pois traduzem a relação espacial entre os registros de ocorrência das espécies e as características ambientais desses locais (PHILLIPS *et al.*, 2006). Dessa forma, geram previsões probabilísticas de onde a espécie poderá ocorrer (ELITH e LEATHWICK, 2009).

Uma das espécies mais representativas do bioma Caatinga, o *Cereus jamacaru*, popularmente conhecido como Mandacaru, é um cacto colunar de ampla distribuição no bioma. A espécie está bem adaptada às condições semiáridas do Brasil, desenvolvendo-se nas



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

áreas mais secas, sobre solos rasos e superfícies rochosas, cobrindo uma extensa área da Caatinga (LIMA, 1996).

Nesse contexto, o objetivo dessa pesquisa foi compreender a distribuição geográfica potencial da espécie *C. jamacaru* no bioma Caatinga, considerando o cenário climático atual, de modo a conhecer parcialmente seu nicho fundamental por meio da modelagem preditiva, permitindo identificar áreas adequadas à ocorrência da espécie.

## 2. Materiais e Métodos

Os registros de presença de *C. jamacaru*, na forma de coordenadas geográficas decimais foram obtidos a partir dos bancos de dados online: *Global Biodiversity Information Facility* ([www.gbif.org](http://www.gbif.org)) e *SpeciesLink* ([www.splink.cria.org.br](http://www.splink.cria.org.br)). Assim, após a remoção de pontos duplicados, autocorrelacionados espacialmente (<10 km) e com coordenadas inconsistentes, foi selecionado um total de 86 pontos de presença georreferenciados no Brasil.

A área de retirada dos pontos de *background* corresponde à extensão do mínimo polígono convexo que envolve todos os pontos de presença, acrescida de uma zona de amortecimento (*buffer*) de 200 km. Entretanto, o modelo final foi projetado apenas para o bioma Caatinga, que está situado na sua quase totalidade na região Nordeste do Brasil (Fig. 1 A), com uma área de 844.453 km<sup>2</sup>. Para Vanderwal *et al.* (2009), a seleção das amostras de fundo longe dos registros de presença produz simplificação e imprecisão do modelo.

Para as variáveis: elevação, declividade e orientação do terreno, os dados foram obtidos do banco de dados *Ambdata* (<http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/>); e para as variáveis climáticas correntes foram tomados os dados observados para o período de 1960-1990 (HIJMANS *et al.*, 2005), baixadas a partir do banco de dados do *WorldClim* versão 1.4 (<http://worldclim.org>) com resolução espacial de 30 segundos (~ 1 km).

Reduziu-se as 22 variáveis ambientais iniciais para nove (9), por meio de Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA), considerando o nível máximo de correlação entre as variáveis de 0,7 (DALAPICOLLA, 2016). As variáveis



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

resultantes com seus respectivos códigos foram: Bio2 – média da amplitude térmica diurna; Bio4 - sazonalidade da temperatura; Bio12 - precipitação anual; Bio14 - precipitação do mês mais seco; Bio18 - precipitação do trimestre mais quente; Bio19 - precipitação do trimestre mais frio; ELE - elevação; DEC - declividade e DIR - orientação.

O algoritmo utilizado na modelagem foi o MaxEnt ([https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)) versão 3.4.1, (Phillips *et al.*, 2006), que usa o recurso da máxima entropia para estimar a distribuição da espécie.

O teste estatístico da área sob a curva ROC (*area under the curve* - AUC) foi utilizado para avaliação do modelo. Considera-se que valores de AUC próximos de 1 indicam alto desempenho, enquanto, valores próximos de 0,5 indicam uma classificação próxima de uma distribuição aleatória (ELITH *et al.*, 2006).

### 3. Resultados e Discussões

As variáveis que mais contribuíram para a predição da distribuição de *C. jamacaru* foram Bio2, Bio4 e Bio12, que somaram 65% de contribuição. Isso demonstra a importância da pluviometria total para explicar a ocorrência da espécie, que apresenta pouca exigência hídrica. Por outro lado, a baixa variabilidade de temperatura, por influência da maritimidade, parece ser um fator também limitante para a ocorrência da espécie, todavia, não é possível estabelecer uma relação direta de causalidade nesse estudo.

As informações sobre a área relativa do bioma em cada classe de adequação são demonstradas na Tabela 1, bem como o erro de omissão dos registros de presença, considerando os limites de corte de cada classe. O modelo apresentou AUC média 0,78 no teste interno do MaxEnt, valor semelhante à AUC 0,81 obtida com auxílio de 21 amostras de teste independentes. A AUC e o erro de omissão classificam o modelo como adequado.

Verifica-se que toda a área do bioma apresenta algum grau de aptidão relevante para a ocorrência do *C. jamacaru*, o que ratifica a baixa exigência da espécie em termos das condições ambientais verificadas no bioma (Fig. 1 B).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

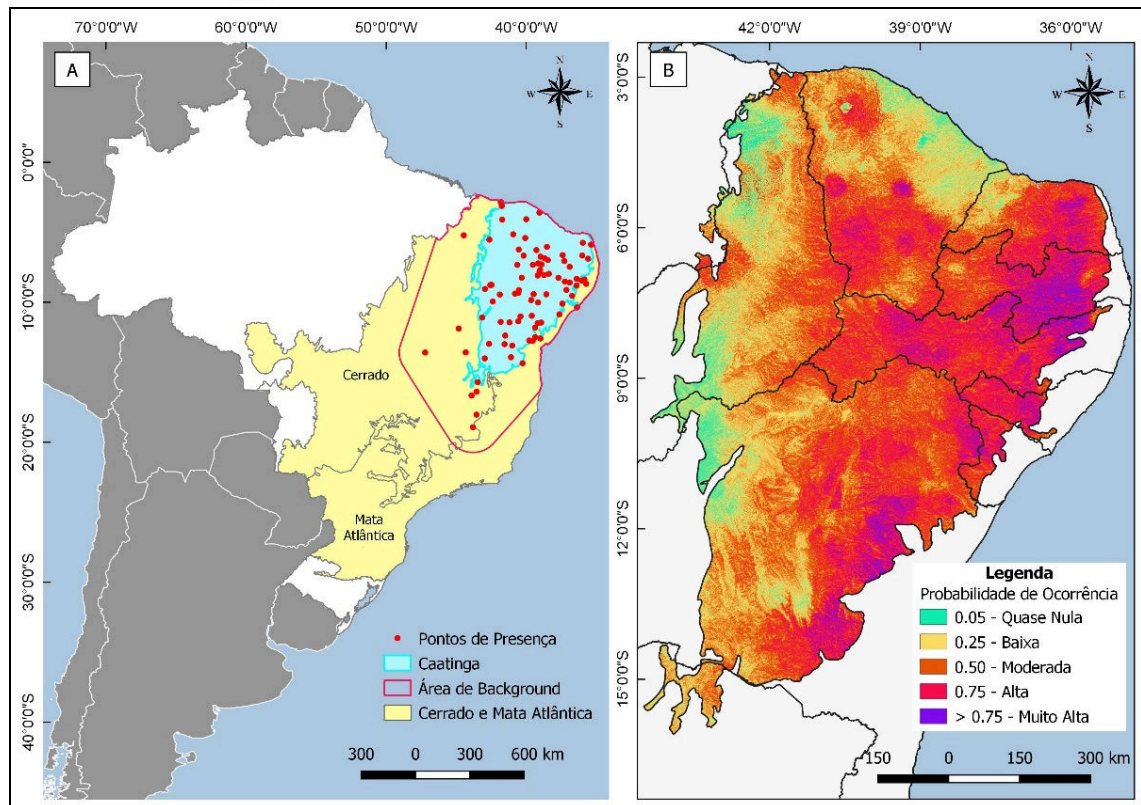


Figura 1 – Distribuição dos pontos amostrais no Brasil (A), simulação da distribuição potencial corrente do *Cereus jamacaru* (B). Fonte: Elaborado pelos Autores

Esse padrão de distribuição corrobora com Meiado et al. (2010), para quem a alta capacidade de germinação de *C. jamacaru*, sob diferentes fatores ambientais, favorece a ocorrência e a ampla distribuição da espécie no bioma Caatinga.

Tabela I - Áreas de probabilidade de ocorrência do *C. jamacaru*.

Probabilidade de ocorrência	Área ocupada (km <sup>2</sup> )	Área ocupada (%)	Pontos de presença no intervalo	Omissão pelo limite de corte
0 – 5 %	348	0,04	0	0 %
5 – 25 %	109.854	13,30	1	0 %
25 – 50 %	310.055	37,50	19	1,5 %
50 – 75 %	303.186	36,68	30	29,5 %
> 75 %	103.134	12,48	18	73,5 %

#### 4. Considerações Finais

Foram identificadas áreas que oferecem condições ambientais adequadas para a ocorrência do *C. jamacaru*, todavia, essas áreas podem sofrer alterações espaciais em





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

decorrência das mudanças ambientais. Esta pesquisa foi o primeiro esforço para o objetivo de compreender o papel das mudanças climáticas sobre a distribuição potencial do *C. jamacaru*.

### Agradecimentos

Ao Programa de Capacitação Institucional - PCI - INPE pela bolsa PCI-DC concedida.

### Referências Bibliográficas

DALAPICOLLA, J. **Tutorial de modelos de distribuição de espécies: guia prático usando o MaxEnt e o ArcGIS 10.** Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia – UFES, Vitória, 2016. Disponível em: <[https://blog.ufes.br/lamab/?page\\_id=186](https://blog.ufes.br/lamab/?page_id=186)> Acesso em: 10 jan. 2019.

ELITH, J.; GRAHAM, C.H.; ANDERSON, R.P.; DUDÍK, M.; FERRIER, S.; GUISAN, A.; HIJMANS, R.J.; HUETTMANN, F.; LEATHWICK, J.R.; LEHMANN, A.; LI, J.; LOHMANN, L.G.; LOISELLE, B.A.; MANION, G.; MORITZ, C.; NAKAMURA, M.; NAKAZAWA, Y.; OVERTON, J.M.; PETERSON, A.T.; PHILLIPS, S.J.; RICHARDSON, K.; SCACHETTI-PEREIRA, R.; SCHAPIRE, R.E.; SOBERÓN, J.; WILLIAMS, S.; WISZ, M.S.; ZIMMERMANN, N.E. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. **Ecography**, v.29, p.129-151, 2006.

ELITH, J.; LEATHWICK, J. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. **Annual review of ecology, evolution and systematics**, v. 40, 2009.

HIJMANS, R. J.; CAMERON, S. E.; PARRA, J. L.; JONES, P. G.; JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.

LIMA, J. L. S. **Plantas forrageiras das caatingas: usos e potencialidades.** Embrapa: Petrolina, 1996. 44p.

MEIADO, M. V.; ALBUQUERQUE, L. S. C. de; ROCHA, E. A.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; LEAL, I. R. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, v. 25, n. 2, p. 120-128, 2010.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R.E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, v.190, p.231 – 259, 2006.

VANDERWAL, J.; SHOO, L. P.; GRAHAM, C.; WILLIAMS, S. E. Selecting pseudo-absence data for presence-only distribution modeling: how far should you stray from what you know? **Ecological Modelling**, v. 220, n. 4, p. 589-594, 2009.