

Distribuição potencial da abelha sem ferrão endêmica da caatinga, *Melipona mandacaia* (Hymenoptera, Apidae)

Henrique Batalha-Filho¹; Ana Maria Waldschmidt²; Rogério Marcos de Oliveira Alves³

¹Departamento de Genética e Biologia Evolutiva, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 05508-090, São Paulo, São Paulo, Brasil. email: rickbio@hotmail.com

²Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 45200-000, Jequié, Bahia, Brasil. email: amwalds@gmail.com

³Instituto Federal Baiano, Campus Catu, Rua Barão de Camaçari, 118, Centro, CEP 48 110-000, Catu-BA. E-mail: eiratama@gmail.com.

Resumo: Neste estudo inferiu-se a distribuição geográfica de *Melipona mandacaia* com base em modelagem de nicho ecológico e analisou-se o padrão biogeográfico desta espécie endêmica do bioma Caatinga. A modelagem gerada pelos algoritmos BIOCLIM e MAXENT indicou a distribuição da espécie restrita ao bioma Caatinga ao longo do Rio São Francisco e seus tributários nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. O presente estudo é o primeiro trabalho detalhado sobre a distribuição geográfica de *M. mandacaia* e os resultados aqui mostrados poderão subsidiar planos de ação para conservação desta espécie em um bioma constantemente ameaçado.

Palavras chave: Meliponini, distribuição geográfica, modelagem de nicho ecológico, biogeografia, BIOCLIM, MAXENT.

Potential distribution of endemic stingless bee of the brazilian caatinga, *Melipona mandacaia* (Hymenoptera, Apidae)

Abstract: In this study we aimed to infer the geographic distribution based on ecological niche modeling and analyze biogeographic pattern of *Melipona mandacaia*. Ecological niche modeling was done by BIOCLIM and MAXENT algorithms, and their results pointed that the potential geographic distribution of species is restricted to the Caatinga biome along to the São Francisco River and its tributaries on the states of Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco and Piauí in Brazil. This study is the first detailed work regarding the geographic distribution of *M. mandacaia* and its results can support conservation action plans for this species in a biome threatened.

Key words: Meliponini, geographic distribution, ecological niche modeling, biogeography, BIOCLIM, MAXENT.

Introdução

A determinação da distribuição geográfica de espécies é importante, principalmente, pelo fato de que os limites de sua ocorrência e o panorama de sua distribuição podem ser utilizados como subsídios para implantação de programas de manejo e conservação das espécies. Entretanto, determinar a distribuição geográfica real das espécies é extremamente difícil, pois as amostragens existentes são insuficientes e pouco representativas para a maioria das espécies. Alternativas para minimizar esse problema são as abordagens de modelagem da distribuição geográfica potencial com base em Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

A modelagem da distribuição geográfica se propõe a desenvolver uma projeção multidimensional do habitat da espécie, buscando encontrar relações não

aleatórias entre pontos de coleta com os dados bioclimáticos, projetando mapas com a distribuição geográfica potencial que mais se aproxima das condições em que uma espécie vive (Peterson e Vieglais, 2001).

A tribo Meliponini, que inclui todas as “abelhas indígenas sem ferrão ou meliponíneos”, apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais do mundo, bem como nas regiões subtropicais do hemisfério sul e todas as espécies são eussociais (Michener, 2000). Segundo Michener (2000), foram descritas cerca de 375 espécies dentro de 23 gêneros, embora o autor relate a existência de um número maior de espécies, e o Brasil é um dos principais locais de ocorrência dessas abelhas. Dentre os meliponíneos, *Melipona* é o gênero com maior número de espécies, cerca de 70, e ocorre em toda a região neotropical, distribuindo-se desde o México até Misiones na Argentina e sendo mais

diversificado na bacia amazônica (Camargo e Pedro, 2007).

A abelha sem ferrão *Melipona mandacaia* SMITH 1863, popularmente conhecida como mandaçaia, é endêmica do bioma Caatinga e possui registros de ocorrência nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Sergipe (Silveira et al., 2002; Camargo e Pedro, 2008). Entretanto, os limites geográficos da ocorrência da espécie ainda não estão bem definidos. É uma espécie que nidifica, preferencialmente, em cavidades presentes em troncos de árvores da espécie *Commiphora leptophloeos* (umburana) (Alves et al., 2007). Porém, o intenso desmatamento na região semiárida, sobretudo a preferência pela madeira da umburana, vêm trazendo consequências danosas para as populações de *M. mandacaia* (Alves et al., 2007).

O bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro e ocupa uma área de 734.478 km². É a vegetação mais degradada do semiárido da América do Sul, apresentando menos de 1% de sua área protegida em reservas (Giulietti et al., 2006). É extremamente heterogêneo e rico em espécies e endemismos, entretanto, está sob forte pressão antrópica (MMA, 2002).

Neste estudo modelou-se a distribuição geográfica de *M. mandacaia* por meio de distribuição potencial, e analisou-se o padrão biogeográfico desta espécie endêmica da Caatinga.

Material e Métodos

Os dados das localidades amostradas em *M. mandacaia* foram obtidos pelo exame de material depositado nas coleções do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa, Coleção Entomológica J. S. Moure da Universidade Federal do Paraná e Coleção de Abelhas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus de Jequié.

As coordenadas geográficas referentes às localidades constantes nas etiquetas de coleta foram obtidas com auxílio da ferramenta de georeferenciamento *geoLoc* do Centro de Referência em Informação Ambiental, em <http://slink.cria.org.br/geoloc>, onde optou-se por dados oriundos do IBGE. Coordenadas presentes nas etiquetas das amostras foram utilizadas preferencialmente.

A distribuição potencial para *M. mandacaia* foi gerada por dois métodos: o método de envelopes bioclimáticos BIOCLIM (Busby, 1991) implementado pelo DIVA-GIS 7.1.6 (<http://www.diva-gis.org>) e o método da máxima entropia (Phillips et al., 2006) pelo programa MAXENT 3.3.1 (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>). Foram usadas 19 variáveis climáticas (Tabela 1) compreendendo o período de 1950 a 2000 da base WORLDCLIM (Hijmans et al.,

2005) e dados altitudinais, com a resolução espacial de 2,5'. A modelagem foi gerada para toda a América do Sul.

Tabela 1 - Variáveis climáticas da base de dados WORLDCLIM (Hijmans et al., 2005).

Código	Variável climática
BIO1	temperatura média anual
BIO2	amplitude da temperatura média diurna
BIO3	Isotermalidade
BIO4	sazonalidade da temperatura
BIO5	temperatura máxima no mês mais quente
BIO6	temperatura mínima no mês mais frio
BIO7	amplitude da temperatura média anual
BIO8	temperatura média do trimestre mais úmido
BIO9	temperatura média do trimestre mais seco
BIO10	temperatura média do trimestre mais quente
BIO11	temperatura média do trimestre mais frio
BIO12	precipitação média anual
BIO13	precipitação média do mês mais úmido
BIO14	precipitação média do mês mais seco
BIO15	sazonalidade da precipitação
BIO16	precipitação média do trimestre mais úmido
BIO17	precipitação média do trimestre mais seco
BIO18	precipitação média do trimestre mais quente
BIO19	precipitação média do trimestre mais frio

Resultados e Discussão

Os espécimes examinados foram provenientes de 39 localidades nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí (Tabela 2).

A modelagem da distribuição geográfica para *M. mandacaia* foi gerada com base em 19 variáveis climáticas e dados altitudinais. A distribuição potencial para *M. mandacaia* para ambas as modelagens mostrou a ocorrência da espécie restrita ao bioma Caatinga e associada ao Rio São Francisco e seus tributários (Figura 1).

A distribuição geográfica potencial concorda com Silveira et al. (2002) e Camargo e Pedro (2008), onde a espécie ocorre nos Estados da Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Sergipe. Contudo, a modelagem pelo MAXENT indicou a ocorrência da espécie em mais três Estados, Minas Gerais, Piauí e Rio Grande do Norte e pelo BIOCLIM em mais dois, Minas Gerais e Piauí (Figura 1).

O valor de 0,995 de AUC (*Area under curve*) para a curva ROC (*Receiver operating characteristic*), gerado pelo MAXENT, indica que o modelo está baseado em informação, se comparado a um modelo aleatório, sem informação, cujo valor de AUC seria 0,50. O alto valor de AUC indica um bom desempenho

do modelo utilizado.

Nos Estados do Pernambuco e Ceará onde há registros de ocorrência para a espécie, a distribuição potencial gerada pelo BIOCLIM não teve abrangência (Figura 1). O modelo gerado com o BIOCLIM é mais restrito, não prevendo muitas áreas além dos pontos de ocorrência conhecidos. Hernandez et al. (2006) mostraram que o MAXENT foi mais eficiente em modelar distribuição geográfica para diferentes espécies em comparação com outros métodos (BIOCLIM, DOMAIN e GARP).

Tabela 2 - Registros de *Melipona mandacaia* utilizados na modelagem e coordenadas geográficas (decimais).

Localidade/Estado	Latitude	Longitude
Abaré - BA	-8,7203	-39,1139
Barra - BA	-11,0894	-43,1417
Bom Jesus da Lapa - BA	-13,255	-43,4181
Brotas de Macaúbas - BA	-11,9989	-42,6258
Campo Alegre de Lourdes - BA	-9,5156	-43,0111
Carinhanha - BA	-14,3047	-43,765
Casa Nova - BA	-9,1619	-40,9708
Central - BA	-11,1333	-42,1
Gentio Ouro - BA	-11,4289	-42,5028
Gloria - BA	-9,3381	-38,2547
Ibiraba - BA	-10,7894	-42,8231
Ibotirama - BA	-12,1853	-43,2206
Ipupiara - BA	-11,8203	-42,6142
Irêce - BA	-11,3	-41,85
Itaguaçu - BA	-11,0117	-42,3994
Juazeiro - BA	-9,4117	-40,4986
Lapão - BA	-11,3666	-41,8166
Lavras da Mangabeira - CE	-6,7533	-38,9644
Macururé - BA	-9,16	-39,05
Monteiro - PB	-7,8894	-37,12
Morpará - BA	-11,5586	-43,2808
Muquem de São Francisco - BA	-12,1986	-43,8328
Oliveira, Brejinhos - BA	-12,3169	-42,8961
Paratinga - BA	-12,6906	-43,1842
Paulo Afonso - BA	-9,4	-38,2
Pilão Arcado - BA	-10,0031	-42,5044
Raimundo Nonato - PI	-9,0167	-42,7
Remanso - BA	-9,6217	-42,0814
Rodelas - BA	-8,8456	-38,7667
São Gabriel - BA	-11,2166	-41,9
Sento Sé - BA	-9,7458	-41,8853
Serra do Ramalho - BA	-13,55	-43,5833
Sobradinho - BA	-9,4553	-40,8233
Terra Nova - BA	-8,2297	-39,3756
Uibaí - BA	-11,3333	-42,1166
Umburanas - BA	-10,7328	-41,3264
Wanderley - BA	-12,12	-43,8875
Xingó - BA	-9,5667	-38,0667
Xique-xique - BA	-10,8217	-42,7311

A estimativa da ocorrência da espécie no Estado do Piauí pode ser confirmada pela presença das amostras oriundas da localidade de Raimundo Nonato. Entretanto, a presença da espécie em caatingas no norte de Minas Gerais não pode ser confirmada. Segundo Batalha-Filho et al. (2009), as caatingas do norte de Minas Gerais são áreas de ocorrência de *Melipona quadrifasciata*. Além disso, a modelagem pelo MAXENT também indicou a possibilidade de ocorrência da espécie nos Estados Alagoas e Sergipe com moderada probabilidade. No entanto, segundo Batalha-Filho et al. (2009) esta região também é área de ocorrência de *M. quadrifasciata*.

Sabe-se que *M. mandacaia* e *M. quadrifasciata* são espécies irmãs (Silveira et al., 2002) e que existem alguns relatos de sintopia das mesmas na região de Lapão e Ouro-lândia no Estado da Bahia (AMW e RMOA observação pessoal). Entretanto, a ausência de *M. mandacaia* em alguns locais onde a modelagem de nicho indicou a presença da espécie pode ser devido à competição ecológica com *M. quadrifasciata*, pelo fato delas ocuparem nichos ecológicos similares. Segundo Silveira et al. (2002) as duas espécies apresentam semelhanças na morfologia das operárias e arquitetura dos ninhos. No bioma caatinga *M. quadrifasciata* têm preferência por nidificação em árvores da espécie *Commiphora leptophloeos* (umburana) (HBF observação pessoal), indicando uma possível competição entre essas espécies pelo substrato para nidificação.

A modelagem da ocorrência da espécie para o Rio Grande do Norte pelo MAXENT não foi confirmada, uma vez que a estimativa não abrange o domínio do vale do Rio São Francisco. Entretanto, tornam-se necessários esforços de coleta na região para se confirmar ou não a ocorrência da espécie.

A potencial ocorrência de *M. mandacaia* ao sudeste do domínio da Caatinga, associada ao Rio de Contas e seus tributários também não se confirma, segundo Batalha-Filho et al. (2009) essa área é ocupada por *M. quadrifasciata*.

Dada as possíveis exclusões da modelagem da distribuição geográfica de *M. mandacaia*, pode-se observar que a espécie distribui-se no bioma Caatinga ao longo do Rio São Francisco e seus tributários nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí. A distribuição da espécie provavelmente está associada a caatingas arbóreas com presença das espécies *Syderoxylon obtusifolium* (quixabeira), *Zizyphus joazeiro* (juazeiro), *Caesalpinia ferrea* (pau ferro), *Schinopsis brasiliensis* (baraúna) e *Commiphora leptophloeos* (umburana) (Neves e Castro, 2006), e segundo Alves et al. (2007) a última seria o principal substrato para sua nidificação.

O intenso desmatamento da Caatinga vem trazendo consequências danosas para *M. mandacaia*, segundo Neves e Castro (2006) sua ocorrência está

cada vez mais rara em algumas regiões do semiárido, principalmente devido ao intenso desmatamento que está levando a escassez de árvores que possuam ocos com tamanho suficiente para nidificação.

Os resultados do presente estudo são os primeiros registros sobre a distribuição geográfica de

M. mandacaia, e a distribuição potencial traz informações sobre a amplitude de sua distribuição geográfica na Caatinga e poderá subsidiar planos de ação para conservação desta espécie em um bioma constantemente ameaçado.

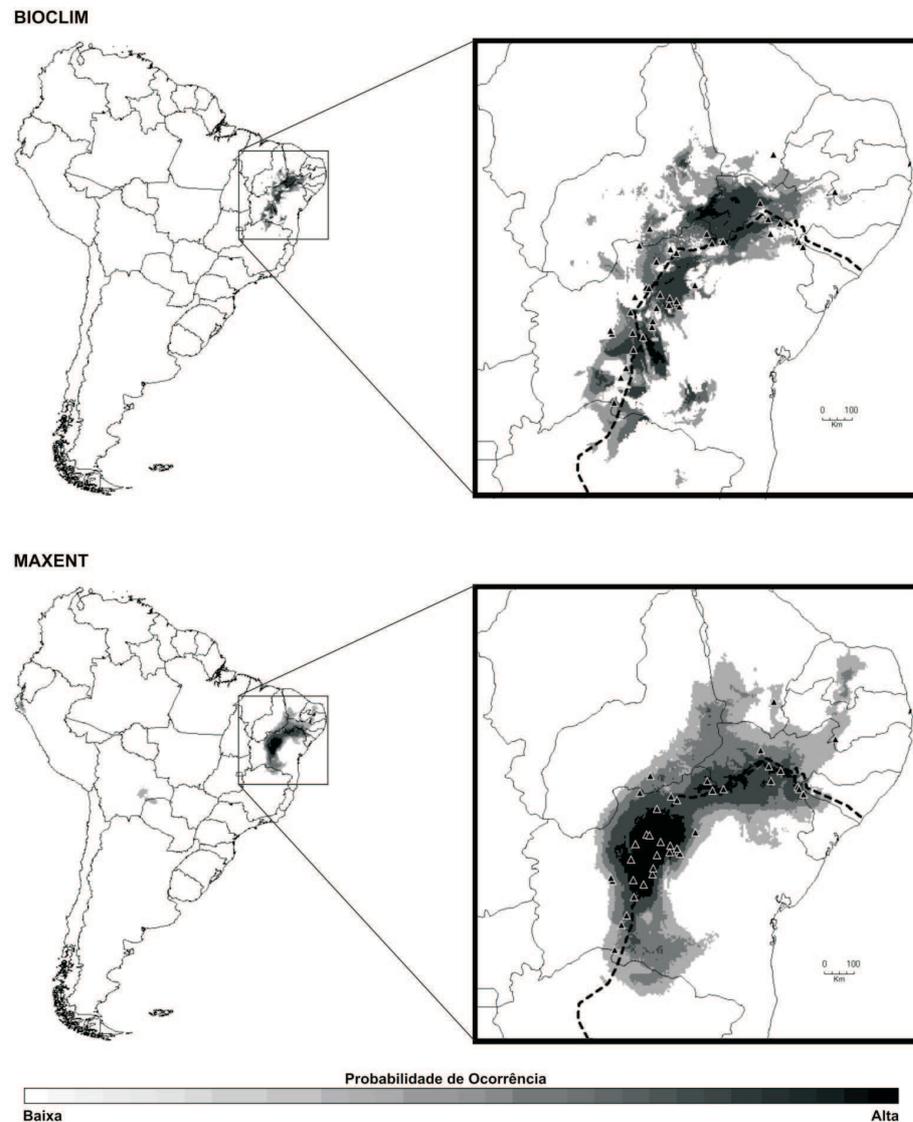


Figura 1 - Distribuição geográfica potencial para *Melipona mandacaia* pelos algoritmos BIOCLIM e MAXENT. Os triângulos pretos representam os pontos amostrais. A linha pontilhada representa o Rio São Francisco. A legenda mostra a probabilidade de ocorrência da espécie.

Conclusões

O presente estudo mostrou a distribuição geográfica de *Melipona mandacaia*, baseada em modelagem de nicho ecológico, restrita ao bioma Caatinga ao longo do Rio São Francisco e seus tributários nos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Piauí.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Margarete V. Werneck, por fornecer alguns registros de ocorrência, ao Gabriel A. R. Melo, pelo acesso à Coleção Entomológica J. S. Moure da Universidade Federal do Paraná e ao Lucio A. O. Campos, pelo acesso à coleção do Museu de Entomologia da Universidade Federal de Viçosa.

AMW agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pelo apoio financeiro.

Referências

- ALVES, R. M. O.; SOUZA, B. A.; CARVALHO, C. A. L. Notas sobre a binomia de *Melipona mandacaia* (Apidae: Meliponina). **Magistra**, Cruz das Almas, v. 19, n. 3, p. 177-264, 2007.
- BATALHA-FILHO, H. et al. Geographic distribution and spatial differentiation in the color pattern of abdominal stripes of the Neotropical stingless bee *Melipona quadrifasciata* (Hymenoptera, Apidae). **Zoologia (Curitiba, Impr.)**, Curitiba, v. 26, n. 2, p. 213-219, 2009.
- BUSBY, J. R. BIOCLIM - a bioclimatic analysis and prediction system. In: MARGULES, C. R.; AUSTIN, M. P. (Org.). **Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and data Analysis**. Melbourne: CSIRO, 1991. p. 64-68.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. M. R. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version**. 2008. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>. Accessed May/04/2011.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. M. R. Meliponini Lepeletier, 1836. In: MOURE J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. (Orgs.). **Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region**. Curitiba: Sociedade Brasileira de Entomologia, 2007. p. 272-578.
- GIULIETTI, A. M. et al. Apresentando o cenário. In: GIULIETTI, A. M.; QUEIROZ, L. P.; RAPINI, A. (Org.). **Rumo ao Amplo Conhecimento da Biodiversidade do Semi-árido Brasileiro**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), 2008. p. 15-18.
- HERNANDEZ, P. A. et al. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Ecography**, Lund, v. 29, n. 5, p. 773-785, 2006.
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, Reading, v. 25, n. 15, p. 1965-1978, 2005.
- MICHENER, C. D. **The bees of the world**. Baltimore and London: The Johns Hopkins University press, 2000.
- MMA. **Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF, 2002.
- NEVES, E. L.; CASTRO, M. S. Mandaçaia: uma abelha-chave para a conservação da caatinga. **Candombá – Revista Virtual**, Salvador, v. 2, n. 1, p. 1-3, 2006.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. **Abelhas brasileiras: sistemática e identificação**. Belo Horizonte: Fundação Araucária, 2002.
- PETERSON, A. T.; VIEGLAIS, D. A. Predicting species invasions using ecological niche modeling: new approaches from Bioinformatics attack a pressing problem. **BioScience, Washington**, v. 51, n. 5, p. 363-372, 2001.
- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological Modelling**, Maryland, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

Recebido: 02/02/2011
Aceito: 11/08/2011