



CONTRIBUIÇÃO DA MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DE *Myracrodruon urundeuva* PARA ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO, RECUPERAÇÃO E MANEJO SUSTENTÁVEL

Ana Paula Araujo Correa¹, Marcos Silveira Wrege²

¹Bolsista PIBIC, Estudante, Graduação em Ciências Biológicas, UFPR, Curitiba-PR

²Pesquisador em Agrometeorologia, Embrapa Florestas, Curitiba-PR. E-mail: marcos.wrege@embrapa.br,

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Para, Belém, PA

RESUMO. Poucas espécies nativas possuem plantações mais expressivas no setor florestal brasileiro, sendo que a maior parte da produção de madeira destas espécies ainda advém da exploração ilegal das florestas naturais. As delimitações foram feitas através da modelagem de nicho ecológico, onde foram relacionados matematicamente os locais de ocorrência das espécies com camadas de dados climáticos. Os pontos de ocorrência das espécies foram levantados no banco de dados do Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA) e na literatura, e os dados climáticos do Brasil fornecidos por diversas instituições de pesquisa. Os cenários climáticos e os mapas finais foram elaborados usando o software *ArcGIS 10*, e a modelagem espacial foi desenvolvida com o software *OpenModeller*. Pela sua importância econômica e a necessidade de se elaborar estratégias de conservação para esta espécie, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo de modelagem de distribuição potencial para *Myracrodruon urundeuva*, indicando áreas ambientalmente adequadas a partir de parâmetros climáticos de temperatura e pluviosidade.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem de distribuição; espécies ameaçadas de extinção; conservação e manejo.

CONTRIBUTION OF MODELING POTENTIAL DISTRIBUTION TO *Myracrodruon urundeuva* AS STRATEGIES FOR CONSERVATION, RESTORATION AND SUSTAINABLE

ABSTRACT. Few native species plantations have marked in the forest sector, and most of these species timber production still comes from the illegal exploitation of natural forests. The delimitations were made by ecological niche modeling, which were related mathematically the places of occurrence of species with climate data layers. The points of occurrence of the species were collected in the database of the Reference Center on Environmental Information (CRIA) and literature, and climatic data of Brazil provided by various research institutions. The climate scenarios and the final maps were developed using the ArcGIS 10 software and spatial modeling was developed with the software OpenModeller. By its economic importance and the need to develop conservation strategies for this species, the aim of this work was to develop a modeling study of potential distribution for *Myracrodruon urundeuva* indicating environmentally appropriate areas from climatic parameters in temperature and rainfall.





KEY-WORDS: distribution modeling; endangered species; conservation and management.

INTRODUÇÃO

O setor de base florestal representa hoje, 4,5% do PIB brasileiro, no entanto, A conjuntura dos problemas ambientais e a necessidade de recuperação de áreas degradadas têm despertado o interesse para o desenvolvimento da silvicultura com espécies nativas brasileiras, capazes de agregar valor econômico e ambiental desempenhando relevante contribuição à conservação da biodiversidade pelo seu uso produtivo.

A aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) ocorre em quase todas as unidades fitoecológicas brasileiras, com exceção da Região Amazônica e Região Sul (CARVALHO, 2010). Apresenta madeira de excelente qualidade, marcada pela dureza e imputrescibilidade em contato com o solo (SANTIN; LEITÃO FILHO, 1991), o que levou a sua intensa exploração, reduzindo as populações naturais e, em muitos casos, dizimando-as totalmente. A aroeira está na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na classe vulnerável (BRASIL, 1992).

Pela sua importância econômica e a necessidade de se elaborar estratégias de conservação para esta espécie, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um estudo de modelagem de distribuição potencial para *Myracrodruon urundeuva*, indicando áreas ambientalmente adequadas a partir de parâmetros climáticos de temperatura e pluviosidade.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo, a distribuição potencial foi construída para aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). A modelagem de distribuição de espécies tem como finalidade estimar modelos baseados em nichos ecológicos (RODRIGUES, 2012), convertendo dados primários de ocorrência de espécie em mapas de distribuição geográfica, e indicando a provável presença ou ausência da espécie em determinado local, a partir de um conjunto de variáveis ambientais com as quais os indivíduos de uma espécie são capazes de sobreviver e manter suas populações.

Inicialmente, elaborou-se um banco de dados de ocorrência geográfica das espécies, a partir de dados compilados na literatura e no banco de dados do CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA, 2013). O sistema de coordenadas geográficas para todo o processo foi o WGS 1984, em grau decimal.

Em seguida, realizou-se o mapeamento de variáveis meteorológicas, de fundamental importância para os estudos climáticos, pois simulam interações entre o clima, terra e biosfera (AMORIM, 2005). As variáveis ambientais definidas consideraram altitude, latitude e longitude como limites geográficos, e os dados climáticos de séries temporais de uma rede de estações fornecidos pelo INMET em todo o Brasil e dados extraídos do Atlas Climático da Região Sul do Brasil (WREGGE et al., 2011), fornecidos pelas instituições estaduais de pesquisa da região sul do Brasil, entre as quais Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), sendo usado o período histórico de 1920 a 2010, para médias anuais de





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



temperaturas máxima, média e mínima do ar e precipitação pluviométrica acumulada em um ano, em um total de 715 estações meteorológicas. Usando dados de temperatura do ar, foi calculada a evapotranspiração potencial (ETP) acumulada em um mês, pelo método de THORNTHWAITE (1948), segundo as equações 1 a 4:

$$ETP = f \times 16 \times (10 \times tmed/I)^a \quad (\text{Equação 1})$$

Em que,

$$f = [0,006 \times (-1) \times \text{latitude} + 1,01] \quad (\text{Equação 2})$$

$$I = \sum_{12}^1 (tmed/5)^{1,514} \quad (\text{Equação 3})$$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} \times I^3 - 7,71 \times 10^{-5} \times I^2 + 0,01791 \times I + 0,492 \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

f: representa a função de ajuste do modelo para cada local, considerando-se que a equação é dada para calcular a ETP em um período de 12 horas de brilho solar, o que não ocorre em todas as regiões;

I: é o índice anual de calor;

a: é a função cúbica do índice anual de calor;

tmed: é a temperatura média do ar nos meses de janeiro a dezembro, em °C;

$\sum_{12}^1 tmed$: é o somatório das temperaturas médias do ar de janeiro a dezembro, em °C.

A latitude, na equação, foi expressa em graus decimais negativos e serviu para calibrar os valores de ETP para cada local.

Para a análise da contribuição das variáveis de temperatura para o modelo, foi realizada uma análise estatística multivariada, aplicando-se o modelo de regressão linear múltipla, cuja significância permite estimar uma maior correlação entre as variáveis de temperatura e relevo, conforme equação 5:

$$\text{risco de geada (0 a 1)} = \alpha + \beta \times \text{latitude} + \chi \times \text{longitude} + \delta \times \text{altitude} \quad (\text{Equação 5})$$

Em que,

α = constante;

β = coeficiente da latitude (representada em graus decimais negativos);

χ = coeficiente da longitude (representada em graus decimais negativos);

δ = coeficiente da altitude (m s.n.m.).

O modelo de superfície do terreno usado foi o GTOPO30, o qual reproduz as cotas altimétricas do Brasil, elaborado pelo serviço geológico dos Estados Unidos (USGS, 2011) a partir de imagens de satélite da Terra. Foram elaborados, também, modelos dos paralelos e dos meridianos (representando o efeito de continentalidade), modelos que reproduzem a latitude e a longitude do Brasil, na escala 1:250.000, exatamente como o modelo de superfície do terreno.

Por sua vez, a precipitação foi estimada a partir de métodos de interpolação espacial, sendo a *krigagem por indicação* a técnica mais utilizada, por adotar o princípio de que a correlação



especial entre observações vizinhas pode prever valores para locais não-amostrados (CARVALHO; ASSAD, 2005).

A construção dos cenários climáticos mensais foi executada no programa ArcGis 10.0, através da geração de mapas em formato *Raster*, utilizando os resultados das regressões e interpolações, para temperatura e precipitação, respectivamente. Os mapas foram gerados para todo o Brasil e as delimitações foram feitas utilizando-se as divisas do IBGE, órgão responsável pelos mapas oficiais do Brasil (IBGE, 2011). Em seguida, os mapas foram convertidos em *ASCII*, para que pudessem ser empregados no processo de modelagem de distribuição de espécies.

A modelagem de distribuição foi desenvolvida em ambiente computacional, no programa *OpenModeller*, uma ferramenta de código aberto desenvolvida pelo CRIA, que permite reunir vários algoritmos em uma única arquitetura, facilitando a comparação dos resultados gerados. Os modelos são criados a partir de um conjunto de pontos de ocorrência (latitude/longitude) associados a um conjunto de camadas ambientais definidos pelo usuário. Por apresentarem maior similaridade com os pontos de presença/ausência das espécies analisadas, foram aplicados os seguintes algoritmos:

- *Niche Mosaic*: utiliza um padrão de busca para encontrar uma solução ideal para um conjunto de variáveis bioclimáticas em torno de cada ponto de presença registrado (CANHOS, 2009).
- *Envelope Score*: a amplitude ambiental de ocorrência da espécie é estimada pelos valores máximos e mínimos de cada variável ambiental definida em todos os locais de ocorrência da espécie, e a sua distribuição potencial é definida como todas as quadrículas em que todas as variáveis ambientais estão presentes dentro deste intervalo (PRADO et al., 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos mapas de distribuição potencial são apresentadas as delimitações das zonas de ocorrência da aroeira (*M. urundeuva*), projetadas a partir dos algoritmos *Niche Mosaic* e *Envelope Score* (Figura 1).

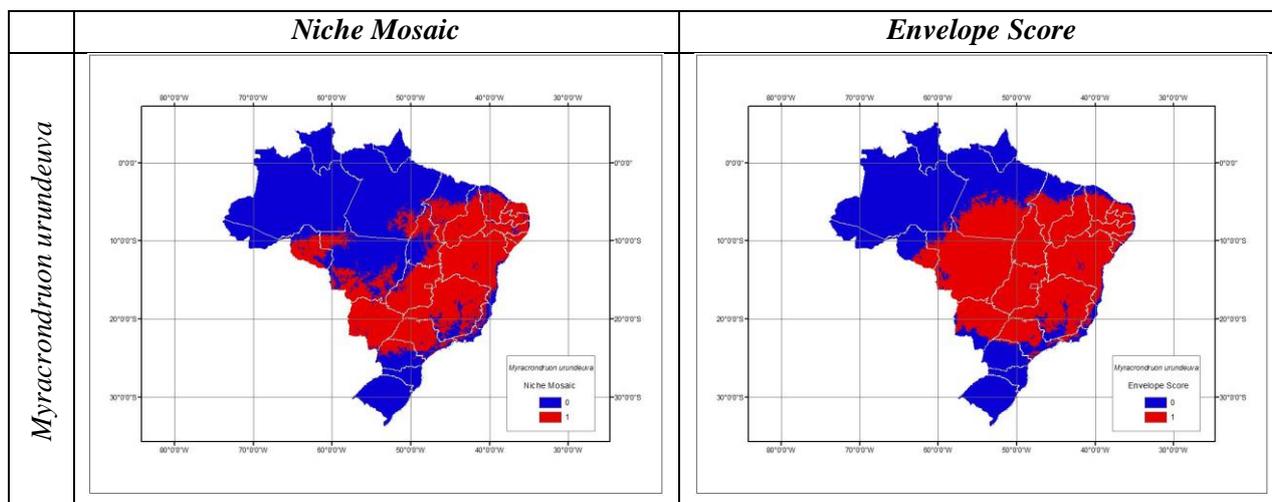




Figura 1. Delimitação das zonas de ocorrência e distribuição potencial de aroeira (*M. urundeuva*), baseado nos algoritmos *Niche Mosaic* e *Envelope Score*.

Os algoritmos apresentaram resultados bastante compatíveis com a ecologia da aroeira, principalmente quanto às exigências climáticas, onde a principal diferença está na sua ausência na Região Sul devido às geadas frequentes no inverno, e na Região Amazônica onde o regime de precipitação é muito alto. Por estar restrita a regiões que apresentam períodos de estações secas, sua vulnerabilidade torna-se maior, e, portanto necessita de maiores estudos voltados à recuperação das populações, principalmente na silvicultura. Os modelos revelaram também, cenários bastante significativos para estabelecer boas estratégias de conservação *in situ* em maior amplitude. Embora as projeções tenham apresentado predições satisfatórias, é fundamental que mais dados de ocorrência sejam incluídos nos bancos de dados. Segundo Marco Junior e Siqueira (2009), a acurácia dos modelos de distribuição potencial aumenta na medida em que são disponibilizadas um maior número de pontos de ocorrência, assim como a resolução e a escolha das variáveis ambientais afetam fortemente os resultados da modelagem.

CONCLUSÃO

Por meio da modelagem de distribuição potencial é possível inferir que existe uma correlação significativa entre os parâmetros climáticos e a distribuição da aroeira (*M. urundeuva*), e sua distribuição restrita indica que é necessário estabelecer com urgência estratégias de conservação, seja por meio de áreas de preservação ou pela implementação de planos de manejo na silvicultura.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Portaria nº. 06-N, de 15 de janeiro de 1992. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 jan 1992.

CANHOS, V. P. **OpenModeller**: a framework for species distribution modeling. 2009. Disponível em: <http://openmodeller.cria.org.br/documentos/relatorios/openModeller_Report_4.pdf>

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003-2010. (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras, v. 1-4).

CARVALHO, J. R. P. DE; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no Estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377–384, ago. 2005.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



PRADO, P. I. et al. Avaliação de modelos de distribuição geográfica e sua aplicação para prever a ocorrência de espécies de mamíferos no Corredor Central da Mata Atlântica. In: **Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia**. CD-ROM ed. Ilhéus: IESB / CI / CABS / UFMG / UNICAMP, 2003. p. 1–16.

RODRIGUES, C. **Teoria da Informação e Adaptatividade na Modelagem de Distribuição de Espécies**. São Paulo: Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2012.

SANTIN, D.A.; LEITÃO FILHO, H.F. Restabelecimento e revisão taxonômica do gênero *Myracrodruon* Freire Alemão (Anacardiaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.14, n.2, p.133-145, 1991.

SIQUEIRA, A.C.M.F.; NOGUEIRA, J.C.B. Essências brasileiras e sua conservação genética no Instituto Florestal de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, v.4, parte 4, edição especial, 1992.

