



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 DE *Mangifera indica* L. NO BIOMA CAATINGA EM CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS

Marilângela S. Sobrinho ^(a), Aryberg S. Duarte ^(b), Geziel dos Santos de Sousa ^(c), Arnóbio M. Barreto Cavalcante ^(b)

^(a)Superintendência Estadual do Meio Ambiente, Fortaleza, marilangela.silva@semace.ce.gov.br

^(b)Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Eusébio, CE, arnobio.cavalcante@inpe.br

^(c)Secretaria Municipal da Saúde, Fortaleza, gezielssousa@gmail.com

Paisagens semiáridas: estrutura, dinâmica e adaptação.

Resumo

Mangifera indica L. é uma planta exótica invasora na região Nordeste do Brasil. No estado do Ceará sua presença merece particular atenção na Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Baturité. O sinergismo da bioinvasão com o aquecimento do sistema climático somado ao parco conhecimento sobre a distribuição geográfica local dessa espécie, limita qualquer iniciativa de controle de invasões no futuro. Os objetivos desse estudo foram: 1) modelar a distribuição geográfica de áreas climaticamente adequadas para a *M. indica* no bioma Caatinga em cenários climáticos futuros e; 2) avaliar a dinâmica espaço-temporal das áreas projetadas, com destaque para a APA da Serra de Baturité. Para a modelagem utilizou-se do algoritmo MaxEnt, das fatias de tempo 1961-1990, 2041-2060 e 2061-2080 e dos cenários RCP 4.5/8.5. Cinco modelos foram gerados dos quais os modelos para 2070 projetaram contração acima de 50% para as áreas de alto potencial de ocorrência da espécie-alvo.

Palavras-chave: mudanças climáticas, mangueira, espécie invasora.



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

1. Introdução

A *Mangifera indica* L., doravante mangueira, de origem do Sudeste Asiático (MUKHERJEE, 1948 *apud* CUNHA, PINTO e FERREIRA, 2002), é listada dentre as espécies exóticas invasoras no Brasil (ZILLER, ZALBA e ZENNI, 2011). O clima quente e úmido e os períodos secos melhor definidos tem favorecido o predomínio da mangueira no Nordeste (CARIBÉ e CAMPOS, 1991).

No estado do Ceará a mangueira já ocorre em diversas paisagens, merecendo destaque a Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Baturité, que possui o clima ameno, fator relacionado à sua localização e altitude (CAVALCANTE, 2005).

Considerando que o tema mudanças climáticas associado ao aquecimento global ganhou atenção mundial devido, dentre outras razões, aos impactos negativos imediatos e futuros sobre a biodiversidade, revelado por incontáveis publicações nos últimos anos (BELLARD *et al.*, 2012; IPCC, 2014), tem-se buscado ferramentas para revelar caminhos de possíveis mudanças na faixa de distribuição de espécies exóticas invasoras beneficiadas pelas mudanças climáticas. E, uma ferramenta que pode fornecer uma compreensão preliminar nessa abordagem são os modelos de distribuição geográfica de espécie.

Embora o impacto de plantas exóticas invasoras em áreas protegidas tenha sido documentado há muito tempo, a compreensão das relações entre espécies invasoras e mudanças do clima ainda é incipiente. Admite-se que as mudanças climáticas podem aumentar a capacidade de muitas espécies exóticas de invadir novas áreas, ao mesmo tempo que diminuem a resistência dos ecossistemas naturais à invasão (THUILLER *et al.*, 2005).

Nesse Contexto, levando-se em consideração a ação conjunta da bioinvasão com o aquecimento do sistema climático, que podem potencializar impactos negativos sobre a



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

biodiversidade, bem como o parco conhecimento local sobre o *modus operandi* da espécie-alvo, isso torna limitante qualquer iniciativa de controle de invasões no futuro. Um primeiro passo crítico para enfrentar essa situação é munir-se de mais conhecimento. Portanto, os objetivos desse estudo foram: 1) modelar a distribuição geográfica de áreas climaticamente adequadas para a presença da mangueira no bioma Caatinga em cenários climáticos futuros e; 2) avaliar a dinâmica espaço-temporal das áreas projetadas, com destaque para a APA da Serra de Baturité. Espera-se contribuir para uma primeira aproximação da dinâmica espaço-temporal da mangueira no médio e longo prazo, fornecendo aos gestores ambientais, particularmente, da APA da Serra de Baturité (CE), informações para uma avaliação de risco.

2. Material e Métodos

2.1. Área de Estudo

A área de projeção do modelo corresponde ao bioma Caatinga, situado na sua quase totalidade na região Nordeste do Brasil com uma área de 844.453 km² ou 10% do território Nacional (MMA, 2018). Esse bioma abriga pequenos encaves de outros tipos de vegetação, incluindo as matas serranas (APA da Serra de Baturité), cerrados e campos rupestres (GIULLIETI; CONCEIÇÃO; QUEIROZ, 2006). A Área de Proteção Ambiental de Baturité ocupa 32.690 ha, a partir da cota 600 m, revestida de mata atlântica (CAVALCANTE; OLIVEIRA; SILVA SOBRINHO, 2011).

2.2 Registros de ocorrência global, regional e na APA

Os registros de ocorrência da espécie-alvo global e regional na forma de coordenadas geográficas decimais foram obtidos a partir de três bancos de dados *online*, o Global Biodiversity Information Facility (www.gbif.org), SpeciesLink (www.splink.cria.org.br) e o Instituto Hórus (<http://www.institutohorus.org.br>). Utilizou-se de 91 pontos de presença do Sudeste asiático e 31 pontos do bioma Caatinga. Para os registros de presença da espécie-alvo em campo, estes foram tomados aleatoriamente na APA da Serra de Baturité, por meio de



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

receptor GPS, no período de 17 a 19 de março de 2018. Percorreu-se as principais rodovias que cortam a APA e trilhas no interior da mata, totalizando 188 km amostrados.

2.3 Preditores ambientais

Quanto ao conjunto das variáveis ambientais para uso na modelagem, utilizou-se de oito variáveis climáticas : (Bio4 - coeficiente de variação da temperatura, Bio5 - temperatura máxima do mês mais quente, Bio9 - temperatura média do trimestre mais seco, Bio12 - precipitação anual, Bio13 - precipitação do mês mais úmido, Bio16 - precipitação do trimestre mais úmido, Bio18 - precipitação do trimestre mais quente, Bio19 - precipitação do trimestre mais frio) os dados foram baixados a partir do banco de dados <http://worldclim.org> (v. 1.4), com resolução espacial de 30 segundos (~ 1 km). Para a variável topográfica (altitude) e de solo os dados foram obtidos no AMBDATA do INPE, (http://www.dpi.inpe.br/Ambdata/mapa_solos.php).

Uma Análise de Componentes Principais (*Principal Component Analysis* - PCA) foi realizada, considerando o nível máximo de correlação entre as variáveis ambientais de 0,7 (DALAPICOLLA, 2016; WARREN *et al.*, 2014). Complementando, utilizou-se do teste Jackknife para calcular a importância relativa das variáveis supracitadas para os modelos de distribuição da espécie-alvo.

Para as condições climáticas futuras utilizou-se de dados do modelo HadGEM2-ES (Hadley Global Environment Model 2 - Earth System), considerando as fatias de tempo 2041-2060 e 2061-2080 centradas, respectivamente, em 2050 e 2070 (HIJMANS *et al.*, 2005) e os cenários RCP 4.5 e 8.5 (VAN VUUREN *et al.*, 2011). Para as condições climáticas correntes foram tomados os dados observados para o período de 1960-1990 (*op. cit.*).

2.4. Modelagem



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

Os programas utilizados na modelagem foram o MaxEnt 3.4.1 (http://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/) e o QGIS 2.18 (<http://www.qgis.org>). O teste estatístico da área sob a curva ROC (area under the curve - AUC) foi utilizado para validação ou avaliação da qualidade dos modelos finais gerados (BEAUMONT *et al.*, 2009; PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006). Ademais, foi calculada a extensão de áreas originalmente ocupadas, estendidas e contraídas da espécie-alvo usando um SIG, desde o presente e à medida que o clima muda.

2.5 Medidas de controle

Realizou-se uma busca e seleção por medidas exitosas de controle de invasão para a mangueira no mundo, tendo em vista oferecer aos gestores do bioma Caatinga, bem como da APA da Serra de Baturité, recomendações para enfrentar possíveis ameaças de invasão da mangueira impulsionada pelas mudanças climáticas.

3. Resultados e Discussão

O teste Jackknife indicou que o solo (Sol), (Bio19), (Bio5) e (Bio4) foram as variáveis ambientais de maior importância relativa para a modelagem. As contribuições individualizadas das variáveis supracitadas variaram de 9-30% e quando tomadas conjuntamente, superaram 65% de contribuição em todos os modelos gerados. Por sua vez, as variáveis que menos contribuíram foram no geral, (Bio16) e (Bio13), com contribuições em torno de 4%; já a altitude (Alt), (Bio9) e (Bio12) variaram entre 4-10%, excetuando-se a (Bio18), cuja contribuição variou de 3-7%.

Um total de cinco modelos finais foram produzidos para a distribuição de *M. indica*: um modelo de distribuição corrente (Fig. 1a e 2a - imagem duplicada), dois modelos de distribuição para 2050 (Fig. 1b e 2b) e dois modelos de distribuição para 2070 (Fig. 1c e 2c). Os modelos finais tiveram precisão "bom" com valores entre $0.90 \leq AUC \leq 0.95$.



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

O modelo de distribuição corrente revelou que existe uma gradação de probabilidade de ocorrência para a *M. indica* de zero (ausência) a 1,00 (presença) no bioma Caatinga (Fig. 1a e 2a). Também, delineou áreas de diferentes potenciais, sugerindo outras áreas geográficas, além daquelas atualmente com registros de presença. Destacando somente as áreas de alto potencial de ocorrência ($> 0,75$ de chance de presença), estas somam 9.205,3 km² (Tab. I) correspondendo a 1,1% da área total do bioma (844.453 km²). O estado do Ceará concentrou a maior parte dessas áreas.

Tabela I - Valores absolutos e relativos para as áreas de alto potencial de presença ($> 0,75$ de chance de presença) da espécie-alvo em relação ao estado do clima no bioma Caatinga

Espécie	Corrente	Condição Climática				
		RCP4.5		RCP8.5		
<i>M. indica</i>	Intervalo (ano)	1961-1990	2041-2060 (2050)	2061-2080 (2070)	2041-2060 (2050)	2061-2080 (2070)
	Área (km ²)	9.205,3	7.472,9	4.344,7	5.110,8	4.400,7
	Contração (%)	----	18,8	52,8	44,5	52,2

Para o futuro, os quatro modelos de distribuição produzidos (Fig. 1bc e 2bc) mostraram diferenças na distribuição potencial da *M. indica*, quando comparados entre si e ao modelo de distribuição corrente (Fig. 1a e 2a - imagem duplicada). Apesar das diferenças nos arranjos biogeográficos, os modelos de distribuição RCP4.5 (2050 e 2070) e RCP8.5 (2050 e 2070) foram semelhantes ao apontarem para uma contração das áreas mais adequadas para espécie-alvo, com o avançar dos anos até o final desse século.

Através dos resultados da modelagem bioclimática foi possível observar, que no primeiro cenário, supostamente, de menor impacto no aumento da temperatura e na redução da precipitação, correspondendo aproximadamente ao ano RCP4.5/2050 (Fig. 1b), uma significativa contração das áreas de potencial alto ($> 0,75$) em cerca de 2 mil km², isto é, envolvendo perdas de 19% da área original (Tab. I). Em relação ao segundo cenário



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

identificado, um cenário intermediário e correspondendo ao ano RCP8.5/2050 (Fig. 2b), já verificou-se uma forte contração de 44% em perdas de áreas de potencial alto (Tab. I).

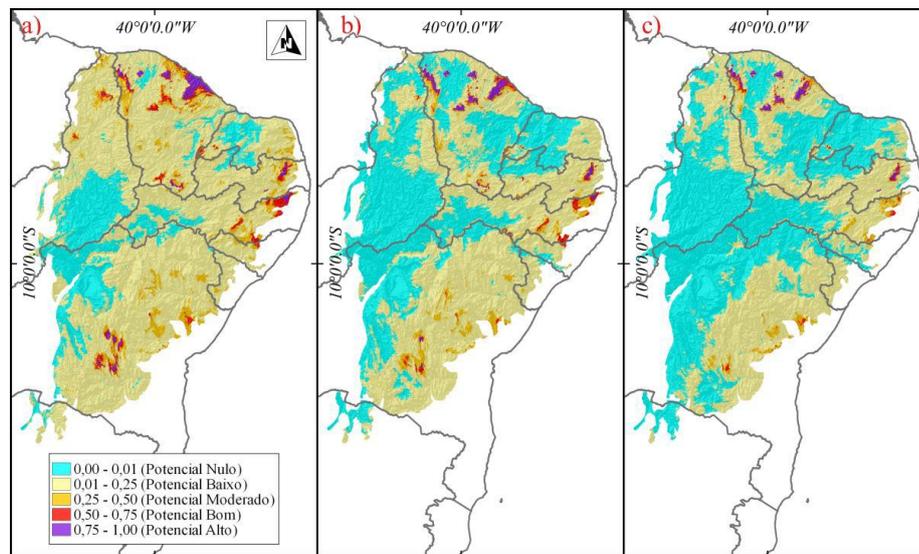


Figura 1 - Distribuição do espaço corrente (a) e dos espaços projetados para 2050 (b) e 2070 (c) sob o cenário RCP4.5 para *Mangifera indica* no bioma Caatinga.

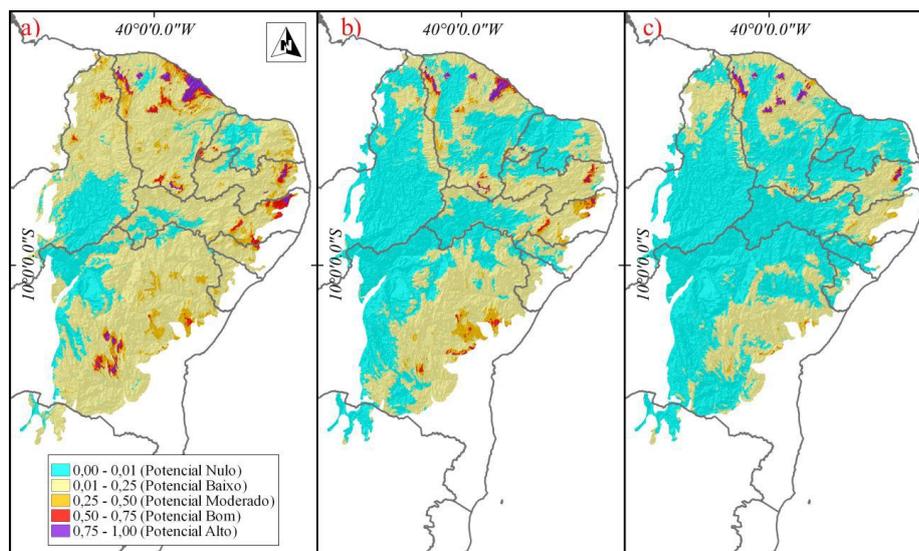


Figura 2 - Distribuição do espaço corrente (a) e dos espaços projetados para 2050 (b) e 2070 (c) sob o cenário RCP8.5 para *Mangifera indica* no bioma Caatinga.



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

No terceiro e último cenário, correspondendo aproximadamente ao ano RCP4.5/2070 (Fig. 1c) e RCP8.5/2070 (Fig. 2c), observou-se uma drástica contração das áreas de maiores chances de ocorrência para a espécie, com perdas superando 50%. Portanto, para os três cenários futuros e referenciados nas condições atuais, as áreas de potencial alto projetadas para a presença da *M. indica* no bioma Caatinga declinaram, podendo estas áreas no final desse século, restringir-se a uma área de aproximadamente 4 mil km², situadas na sua quase totalidade na porção setentrional do bioma, ou seja, aproximadamente da fronteira do estado de Pernambuco com a Bahia para cima.

Esse efeito contração revelado pelas simulações para *M. indica*, pode ser visto como um alerta de perigo ao desaparecimento local de uma planta importante ou, como uma oportunidade de controle de uma bioinvasora potencial. Alerta, porque sinaliza para o declínio de áreas potenciais para a ocorrência e cultivo da planta que, conseqüentemente, terá impacto sócio-econômico. Ademais, porque permite inferir para o desaparecimento de outras espécies vegetais com exigências ambientais semelhantes a da *M. indica*. Por sua vez, é uma oportunidade porque facilita o controle da bioinvasora em áreas onde sua presença é indesejada, como nas UCs.

Com relação às áreas remanescentes de potencial alto e levando-se em conta a dinâmica espaço-temporal delas no bioma (Fig. 1 e 2), estas tenderão a concentrar-se no Norte do estado do Ceará (porção mais setentrional do bioma) e em áreas elevadas, por exemplo, a APA da Serra de Baturité. Essas elevações por estarem localizadas próximas do oceano Atlântico, de onde partem fortes ventos carregados de umidade que as atingem durante todo o ano, tem seus aspectos meteorológicos (temperatura e precipitação) diferenciados, com impactos na cobertura vegetal e segurança hídrica requerida pela espécie-alvo. Essa conjugação do relevo com a temperatura e o regime de chuvas favorece a presença, não só da espécie-alvo como também de formações florestais. E, essas formações florestais são áreas de



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

florestas tropicais úmidas encravadas no bioma Caatinga, conhecidas como paisagens de exceção (AB'SÁBER, 2003), brejos nordestinos ou matas serranas (CAVALCANTE, 2005).

Tendo em vista que na APA da Serra de Baturité o número de indivíduos de *M. indica* amostrados (32.690 ha) alcançou 1.291 indivíduos, isso desperta preocupação, pois significa forte presença da bioinvasora na APA. São cerca de 25 ind./ha e, considerando os 188 Km percorridos, ter-se-ia sete (7) indivíduos da espécie-alvo em média por quilômetro linear.

Portanto, em se confirmando as mudanças climáticas previstas, considerando a possibilidade de impacto negativo da bioinvasora impulsionada pelas mudanças climáticas e observando os modelos de distribuição futuros produzidos, que apontaram para uma concentração das áreas de potencial alto para *M. indica* no bioma Caatinga no Norte do estado do Ceará, particularmente, em elevações como a APA da Serra de Baturité, é razoável admitir a necessidade de medidas preventivas para controle da espécie-alvo para os anos vindouros, considerando uma perspectiva conservacionista da flora local.

Diante do exposto e fazendo um esforço de síntese recomenda-se, de modo geral, as seguintes medidas preventivas para aplacar possíveis invasões da *M. indica* impulsionada por alterações climáticas no bioma Caatinga e, particularmente, na APA da Serra de Baturité: 1) impedir o desembarque de indivíduos da espécie-alvo em áreas onde ainda não foi observada sua presença; 2) instalar um código de conduta preventiva envolvendo todos os municípios da APA (rede de observação); 3) evitar ou reduzir o desenvolvimento de sementes de mangueiras em trilhas por meio da educação ambiental nas escolas e, 4) reflorestar com espécies nativas áreas desejáveis pela espécie invasora.

4. Considerações Finais

Embora os impactos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade não possam ser preditos com precisão, porque existem muitas incertezas (BELLARD *et al.* 2012), assim mesmo, a modelagem da distribuição de espécie pode nos ajudar a ter uma primeira aproximação desses impactos (PEARSON; DAWSON, 2003). Portanto, a primeira



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

aproximação é que a bioinvasão estará alinhada às mudanças climáticas e a intensidade dos impactos negativos, dependeram de medidas preventivas eficientes de controle que venha a ser adotadas. As Convenções do Clima (UNFCCC) e da Diversidade Biológica (CDB) esclarecem que medidas devem ser aplicadas tendo como princípio a precaução, mesmo que exista a evidência contundente de que a espécie não trará danos, assim, devendo-se assumir que trará consequências indesejáveis.

5. Referências Bibliográficas

AB' SÁBER, A.N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. 160p.

BASE DE DADOS NACIONAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS I3N BRASIL, INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL, Florianópolis – SC. Disponível em: <http://i3n.institutohorus.org.br/www>. Acesso em 05 jun.2018.

BEAUMONT, L.J.; GALLAGHER, R.V.; DOWNEY, P.O.; THUILLER, W.; LEISHMAN, M.R.; HUGHES, L. Modelling the impact of *Hieracium* spp. on protected areas in Australia under future climates. **Ecography**, v.32, p.757-764, 2009.

BELLARD, C.; BERTELSMEIER, C.; LEADLEY, P.; THUILLER, W.; COURCHAMP, F. Impacts of climate change on the future of biodiversity. **Ecology Letters**, v.15, n.4, p.365-377, 2012.

CARIBÉ, José.; CAMPOS, José Maria. **Plantas que ajudam o homem: Guia Prático para a Época Atual**. São Paulo: Cultrix/Pensamento. 5ª. edição, 1991, 275 p.

CAVALCANTE, A.M.B. Jardins Suspensos no Sertão. **Scientific American Brasil**, São Paulo, v.32, p.66-73, 2005.

CAVALCANTE, Arnóbio de Mendonça Barreto; OLIVEIRA, Edivaldo Marinho de; SILVA SOBRINHO, Marilângela da. Plantas Exóticas e Invasoras: Risco Potencial para a Gestão Ambiental da APA da Serra de Baturité. In: Frederico de Holanda Bastos. (Org.). **Serra de Baturité – Uma Visão Integrada das Questões Ambientais**. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora. p 101-114. 2011.



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

CUNHA, Getúlio Augusto Pinto da ; PINTO, Alberto Carlos de Queiroz; FERREIRA, Francisco Ricardo. Origem, Dispersão, Taxonomia e Botânica. In: GENÚ, Pedro Jaime de Carvalho; PINTO, Alberto Carlos de Queiroz (Eds.). **A Cultura da Mangueira**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002.cap. 2, p. 32-36.

DALAPICOLLA, Jeronymo. **Tutorial de Modelos de Distribuição de Espécies**: Guia Teórico. Laboratório de Mastologia e Biogeografia, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016. Disponível em: <http://blog.ufes.br/lamab/tutoriais>. Acesso em: 30 abr. 2018.

GUILLETI, A.M.; CONCEIÇÃO, A.; QUEIROZ, L.P. **Diversidade e caracterização das fanerógamas do semi-árido brasileiro**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2006. 488p.

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, p.1965-1978, 2005.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editado por The Core Writing Team et al. Cambridge/New York, Cambridge University Press/IPCC, 2014a. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf>. Acesso em: 30 maio 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biomás**: Caatinga. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomás/caatinga>. Acesso em: 29 mai.2018.

PEARSON, R.G.; DAWSON, T.P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? **Global Ecology & Biogeography**, v.12, p.361-371, 2003.

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

THUILLER W.; RICHARDSON D.M; KPYSEK P.; MIDGLEY G.F.; HUGHES, G.O.; ROUGET M. Niche-based modelling as a tool for predicting the risk of alien plant invasions at a global scale. **Global Change Biology**, 2005; 11(12):2234–2250.

VAN Vuuren, D.P.; EDMONDS. J.; KAINUMA, M.; RIAHI, K.; THOMSON, A.; HIBBARD, K.; HURTT, G.C.; KRAM, T.; KREY, V.; LAMARQUE, J.F.; MASUI, T.; MEINSHAUSEN, M.; NAKICENOVIC, N.; SMITH, S.J.; ROSE, S. The representative concentration pathways: an overview. **Climatic Change**. 2011. 109:5–31. DOI 10.1007/s10584-011-0148-z.



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

WARREN, D.L.; WRIGHT, A.N.; SEIFERT, S.N.; SHAFFER, H.B. Incorporating model complexity and spatial sampling bias into ecological niche models of climate change risks faced by 90 California vertebrate species of concern. **Biodiversity Research**, v.20, p.334-343, 2014.

ZILLER, Sílvia R.; ZALBA, Sergio M.; ZENNI, Rafael D. **Modelo para o Desenvolvimento de uma Estratégia Nacional para Espécies Exóticas Invasoras**. Programa de Espécies Invasoras para a América do Sul, The Nature Conservancy. Programa Global de Espécies Invasoras – GIPS, 2011. Disponível em: http://www.institutohorus.org.br/download/Estrategia_nacional/Modelo_estrategia_nacional_port.pdf. Acesso em: 25 ago. 2018.