

CRYPTOSTEGIA GRANDIFLORA: CENÁRIOS DE DISTRIBUIÇÃO CONFORME MODELOS DE PROJEÇÃO CLIMÁTICA

Juan Diego Lourenço de Mendonça (1); Leandro Costa Silvestre (2); Mayara Cristinny Silva de Albuquerque (3)

1-Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ), juandiegojpa@hotmail.com

2-Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), leandrosilvestre@ymail.com

3-Faculdade Internacional da Paraíba (FPB), mayaracristinny@gmail.com

Introdução

C. grandiflora R. Br é uma espécie nativa do sudoeste de Madagascar (África) que foi introduzida em vários países da região tropical e subtropical. Características presentes nesta planta, como elevada produção de sementes viáveis, facilidade de germinação, bem como sua fácil dispersão, fazem com que esta planta possua potencial para ser uma espécie invasora segundo Silva & Cavalcante (2009).

De acordo Moro com *et al.* (2012) espécies invasoras são aquelas plantas exóticas que conseguem reproduzir-se consistentemente mantendo uma população viável autonomamente, e também conseguem dispersar-se para áreas distantes do local original da introdução e lá estabelecer-se, invadindo a nova região geográfica para onde foram levadas. Espécies com essas características são consideradas como umas das principais causas diretas pela perda de biodiversidade no mundo (Ziller 2001; GISP 2005; *Millennium Ecosystem Assessment* 2005) e vem se tornando um perigo eminente, haja vista que o fluxo de pessoas e bens é bem maior nesse mundo globalizado e favorece a disseminação, ampliando assim a chance impactos ambientais (Gardener *et al.* 2012).

Na Austrália, *C. grandiflora* foi considerada uma das piores plantas invasoras que já apareceram, por conta da sua capacidade de invasão, potencial de disseminação, e os impactos econômicos e ambientais causados (AG 2003). No Brasil, está espécie vem sendo considerada por Cavalcante & Major (2006) como potencialmente invasoras no domínio morfoclimático da caatinga.

Desta forma, diversos mecanismos são necessários para tentar prever e mitigar os efeitos que podem vir a ser ocasionados por espécies potencialmente invasoras. Dentre as ferramentas que auxiliam nesse processo, temos os modelos de distribuição potencial de espécies, que surgiram com a proposta de preencher as lacunas de conhecimento sobre os limites geográficos de espécies de interesse, e ainda ajudam na formulação de novas hipóteses sobre os mecanismos que determinam a distribuição destas espécies (Guisan & Zimmermann 2000; Barreto 2008) contribuindo assim para prever futuros cenários também de espécies exóticas com potencial invasor, projetando ações de controle.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição potencial de *C. grandiflora* no cenário futuro, considerando as mudanças climáticas decorrentes do aquecimento global na região semiárida do Brasil e atualizar a classificação da categoria de risco desta espécie exótica no Nordeste do Brasil.

Metodologia

Para geração dos modelos de distribuição, foram selecionadas ocorrências com coordenadas originais de *C. grandiflora* para o território do Brasil, através no banco de dados do Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA; Species Link; <http://smlink.cria.org.br/>), visando dar maior robustez aos dados analisados.

Visando indicar as áreas com condições ambientais em que a espécie possa ocorrer, foi elaborada uma modelagem de nicho com os pontos de ocorrências inventariados. Para isto, foram utilizadas nove variáveis bioclimáticas (BIO 3, 4, 7, 12, 14, 16, 17, 18 e 19) obtidas através do *WorldClim* (Hijmans *et al.* 2005), com resolução espacial de 30 segundos. A seleção das camadas ocorreu após de um teste de Correlação de *Pearson*, buscando evitar as camadas bioclimáticas correlacionadas.

Para elaboração do modelo de distribuição da espécie foi utilizado programa Maxent® (Philips *et al.* 2006) com o algoritmo de Máxima Entropia. Foram gerados assim cinco modelos de distribuição para dois cenários, o atual e o futuro. Para o cenário futuro foram considerados dois intervalos de tempo 2050 (média 2041-2060) e 2070 (média 2061-2080). Os cenários foram criados segundo do modelo MIROC-5, que prevê um clima mais chuvoso para a Terra a partir da década de 2040 (Watanabe *et al.*, 2011). Cada um destes cenários descreve a projeção climática com base na emissão de gases do efeito estufa, e estabelece um máximo de saturação prevista. Para o estudo foram utilizadas as taxas de +2.6 e +8.5 *watt* por metro quadrado (Vuuren *et al.*, 2011; Riahi *et al.* 2011). Para maior credibilidade dos modelos gerados, foi realizado o teste de AUC (*Area Under the Curve*/Área sob a Curva), que estima a acurácia do modelo. Valores de AUC > 0.9 são considerados como tendo muito boa, > 0.8 boa e > 0.7 razoável capacidade de discriminação.

Para definição da categoria de risco das espécies exóticas invasoras adotou-se o padrão proposto por Leão *et al.* (2011) que define em três categorias de risco baseadas no reconhecimento do potencial invasor da espécie, distribuição espacial e número de registros.

Resultados e Discussão

Foram registradas 121 ocorrências de *C. grandiflora* para o Brasil, com uma distribuição ocorrendo nos estados do Maranhão, Piauí, Ceara, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Bahia, São Paulo e Rio Grande do Sul. A maior parte dos registros está inserida no domínio fitogeográfico da Caatinga (Figura 1A), no entanto, esta espécie pode ocorrer também em matas ciliares e outras áreas localizadas às margens de rios, fazendo com que ocorra uma alteração nas condições microclimáticas, como por exemplo, a diminuição dos índices de umidade segundo Petta *et al.* (2009).

A adaptação de *C. grandiflora* as condições ambientais da Caatinga, deve-se a sua dispersão ser anemocórica e suas sementes possuírem resistência a períodos de estiagem (Loges *et al.* 2013). No Ceará, esta espécie tornou invasora, causando a morte de muitas espécies nativas, em especial as carnaubeiras (*Copernicia prunifera* (Mill.) H.E. Moore), ameaçando também a biodiversidade das planícies aluviais (Nogueira, 2009). Na Austrália, além dos impactos ambientais, se estimou um prejuízo financeiro de cerca de 18 milhões de dólares em 1995, quando esta espécie invadiu os pastos bovinos (AG 2003).

O histórico de *C. grandiflora* no Brasil, fez com que essa espécie fosse evoluindo de potencialmente invasora em 2006 para exótica invasora de médio risco em 2011 (Cavalcante & Major 2006; Leão *et al.* 2011) e a partir dos dados colhidos neste trabalho, está sendo classificada como exótica invasora de alto risco, ativando o alerta para a proposição de atividades de controle e erradicação da mesma, visando minimizar os possíveis desastres biológicos e econômicos.

O modelo de distribuição potencial desta espécie para o Nordeste do Brasil se mostrou como acurácia muito boa (valores de AUC acima de 0.95). Entre os modelos estimados para o intervalo de

2050 e 2070 com taxas de +2.6 *watt* por metro quadrado (Figura 1 B e C respectivamente) é possível observar uma retração na distribuição, quando comparado com a modelagem de distribuição potencial para o período atual. Este resultado é uma resposta direta a redução dos gases de efeito estufa, como se é estimado por esse Modelo de projeção climática. O cenário RCP2.6 (*Representative Concentration Pathway 2.6*) refere-se ao melhor cenário possível do ponto de vista da estabilização climática. Ele projeta um aumento dos gases do efeito estufa até o ano de 2020 e depois uma redução (Vuuren *et al.*, 2011; Oliveira 2015). Esta variação climatologia afetaria as condições de nicho realizado o que acarretaria em mudanças na sua distribuição espacial.

Já nos modelos estimados para o intervalo de 2050 e 2070 com taxas de +8.5 *watt* por metro quadrado (Figura 1 D e E respectivamente), observa-se um aumento da área de possível ocorrência da espécie, nos estados de Goiás, Minas Gerais e Roraima. Na região Nordeste há uma redução da sua área de possível ocorrência nos estados do Piauí e do Maranhão. Observa-se ainda que no cenário para 2070, surge uma disposição da ocorrência de *C. grandiflora* para o domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica. O cenário RCP8.5 prevê que as emissões de gases do efeito estufa continuem a aumentar ao longo do século XXI (IPCC 2014), podendo ocorrer o aumento de 2,6 a 4,8 graus Célsius até o ano de 2100. Desta forma, variações climáticas dessa grandeza podem afetar áreas de florestas úmidas também, propiciando a ocorrência de espécies não naturais nestas regiões, como no caso previsto neste trabalho, além de diversos outros efeitos sobre uma gama de espécies e toda a parte fisiológica envolvida.

Sendo assim, é sempre muito importante atentar para as projeções de cenários climáticos futuros, o que pode auxiliar na revisão de medidas tomadas para mitigação e controle de diversos impactos sobre a economia e biodiversidade global, como foi evidenciado para *Cryptostegia grandiflora*, e assim propor medidas controle e/ou erradicação desta espécie, conforme poder atuação necessária para diminuir os impactos ambientais e econômicos.

Conclusão

Cryptostegia grandiflora é uma espécie exótica invasora de alto risco para a região semiárida do Brasil atualmente e que pode possuir dois cenários futuros para 2050 e 2070. No primeiro cenário (RCP2.6), caso exista uma estabilização das condições climáticas a espécie apresentaria uma retração na sua distribuição, quando comparado com a distribuição atual, e assim ficaria mais fácil de fazer seu controle e a probabilidade de danos econômicos e biológicos passa a ter um cenário mais brando. Já no segundo cenário (RCP8.5), numa situação de menor estabilização climática, observa-se um aumento da sua área de distribuição e a probabilidade de invasão ao domínio da Floresta Atlântica, aumentando mais ainda sua a previsão de futuros desastres ambientais.

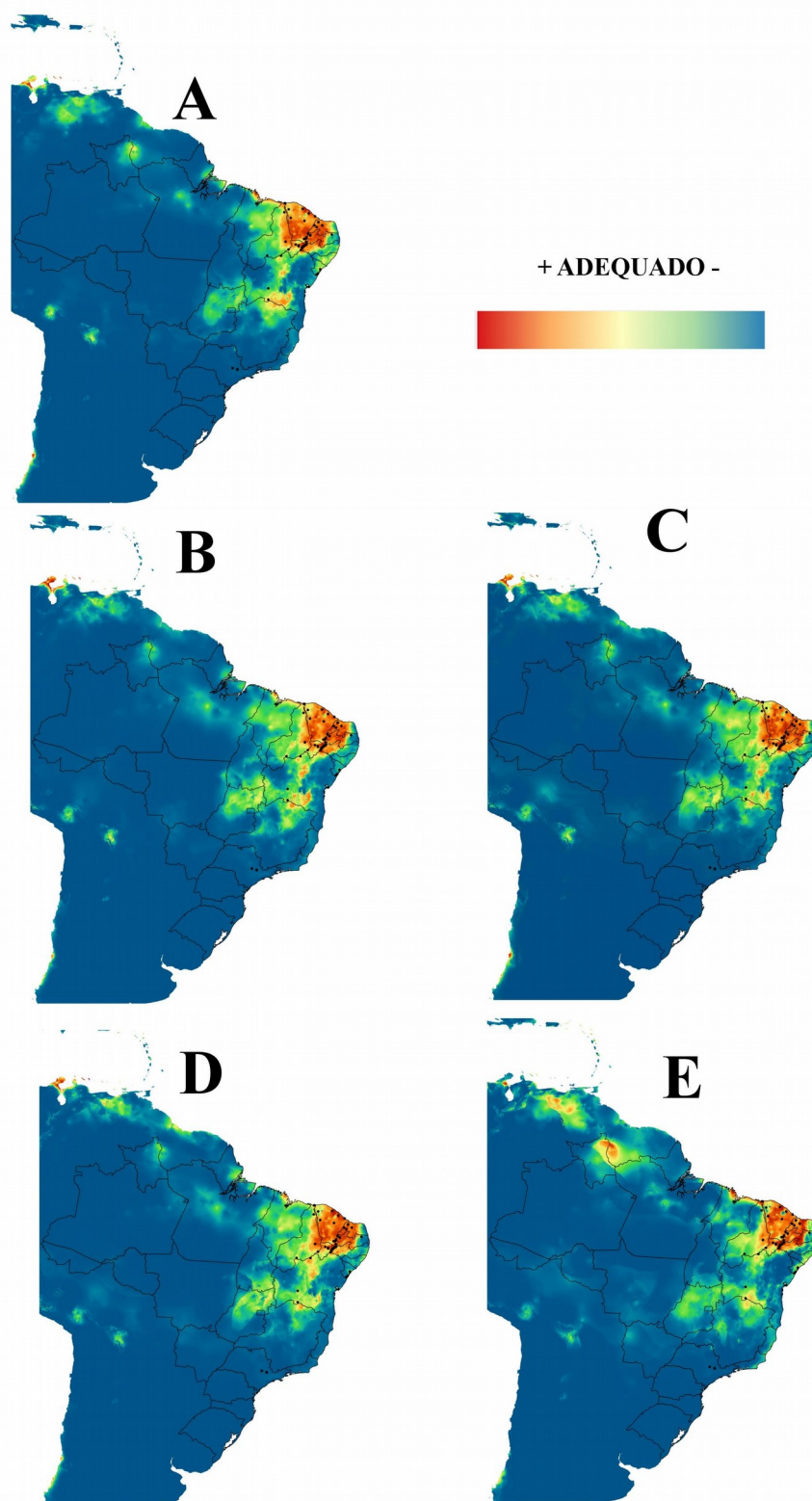


Figura 1: Modelos de distribuição para *Cryptostegia grandiflora*. A- Modelagem de nicho atual com base nas variáveis bioclimáticas (AUC: 0,960); B- Modelo de distribuição potencial para 2050 com taxas de +2.6 watt/m² (AUC: 0,960); C- Modelo de distribuição potencial para 2070 com taxas de +2.6 watt/m² (AUC: 0,961); D- Modelo de distribuição potencial para 2050 com taxas de +8.5 watt/m²(AUC: 0,960); E- Modelo de distribuição potencial para 2050 com taxas de +8.5 watt/m²(AUC: 0,960).

Referências Bibliográficas

- Australian Government – AG. 2003. *Rubber vine (Cryptostegia grandiflora)*. In: **Weed Management Guide - Weeds of National Significance**. 8f. Disponível em: <<https://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/wons/pubs/c-grandiflora.pdf>>. Acesso em 02 de outubro de 2016.
- BARRETO, F.C.C. **Modelagem de distribuição potencial de espécies como ferramenta para conservação: seleção e avaliação de algoritmos e aplicação com *Heliconius nattereri* Felder, 1865 (Nymphalidae: Heliconiinae)**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. Universidade Federal de Viçosa, UFV. 2008.
- CAVALCANTE, A. & MAJOR, I. 2006. *Invasion of Alien Plants in the Caatinga Biome*. **A Journal of the Human Environment**, 35(3):141-143.
- GARDENER, M.R.; BUSTAMANTE, R.O.; HERRERA, I., DURIGAN, G.; PIVELLO, V.R.; MORO, M.F.; STOLL, A.; LANGDON, B.; BARUCH, Z.; RICO, A.; ARREDONDO-NUÑEZ, A. & FLORES, S. 2012. *Plant invasions research in Latin America: fast track to a more focused agenda*. **Plant Ecology & Diversity**, 5:225-232.
- GISP - Programa Global de Espécies Invasoras. 2005. **América do Sul invadida. A crescente ameaça das espécies exóticas invasoras**. 80p.
- GUISAN, A. & ZIMMERMANN, N.E. 2000. *Predictive habitat distribution models in ecology*. **Ecological Modelling**, 135:147-186.
- HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA J.L.; JONES, P.G.; JARVIS, A. 2005. *Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas*. **International Journal of Climatology**, 25:1965-1978.
- IPCC, 2014: **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 [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- LEÃO, T.C.C.; ALMEIDA, W.R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S.R. 2011. **Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas**. Recife: Cepan. 99f.
- LOGES, V.; CASTRO, A.C.R. SILVA, S.S.L. & MONTARROYOS, A.V.V. 2013. *Plantas utilizadas no paisagismo no litoral do Nordeste*. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, 19(1):25-32.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. 2005. **Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis**. Washington, DC.
- MORO, M.F.; SOUZA, V.C.; OLIVEIRA-FILO, A.T.; QUEIROZ, L.P.; FRAGA, C.N.; RODAL, M.J.N.; ARAÚJO, F.S.; MARTINS, F.R. 2012. *Alienígenas na sala: o que fazer com espécies*

exóticas em trabalhos de taxonomia, florística e fitossociologia? *Acta Botanica Brasilica*, 26(4):991-999.

NOGUEIRA, D.H. 2009. **Qualidade e potencial de utilização de frutos de genótipos de carnaubeira (*Copernicia prunifera*) oriundos do estado do Ceará.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Areia – Paraíba, 111f.

OLIVEIRA, D.G.R. 2015. **Primatas do Cerrado: conservação, biogeografia e mudanças climáticas.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Universidade de Brasília – UNB. Brasília. 242f.

PETTA, R.A.; MELO, A.C. & NASCIEMNTO, P.S.R. 2010. *Subsídio à gestão ambiental do rio Apodi-Mossoró na área urbana de Mossoró – RN.* **Geografia** (Londrina), 19(2):127-144.

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

RIAH, K., RAO, S., KREY, V.; CHO, C.; CHIRKOV, V.; FISCHER, G.; KINDERMANN, G.; NAKICENOVIC, N. RAFAJ, P. 2011. *RCP 8.5—A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions.* **Climatic Change**, 109: 33-57.

SILVA, S.M. & CAVALCANTE, A.M.B. 2009. *Impactos ambientais e descrição morfológica comparada de duas espécies fitoinvasoras (*Cryptostegia grandiflora* e *C. madascariensis*) no estado do Ceará.* **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**, São Lourenço – MG.

VUUREN, D.P.V.; 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.K. 2011. *The representative concentration pathways: an overview.* **Climatic Change**, 109:5-31.

WATANABE, S.; HAJIMA, T.; SUDO, K.; NAGASHIMA, T.; TAKEMURA, T.; OKAJIMA, H.; NOZAWA, T.; KAWASE, H.; ABE, M.; YOKOHATA, T.; ISE, T.; SATO, H.; KATO, E.; TAKATA, K.; EMORI, S.; KAWAMIYA, M. 2011. *MIROC-ESM 2010: model description and basic results of CMIP5-20c3m experiments.* **Geoscientific Model Development**, 4:845–872.

ZILLER, S.R. 2001. **Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras.** Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br/download/midia/ambbr2.htm>>. Acesso em: 23 abr. 2008.