

Estrutura populacional e impactos da exótica invasora *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação nativa de mangue

 João Paulo Bispo Santos^{1,4},  Joana Camila de Santana Oliveira², e  Juliano Ricardo Fabricante³

Como citar: Santos, J.P.B., Oliveira, J.C.S. & Fabricante, J.R. 2021. Estrutura populacional e impactos da exótica invasora *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação nativa de mangue. Hoehnea 48: e1152020. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-8906-115/2020>

ABSTRACT - (Population structure and impacts of the invasive exotic *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa on mangrove vegetation). Despite its biological richness, the mangrove forest has been severely degraded. Thereby, this study aimed to evaluate the population structure of *T. populnea* and its impacts on native mangrove vegetation. All individuals of *T. populnea* were counted, measuring the diameter at ground level, total height and the canopy radius. With these data, the absolute density, the spatial distribution pattern and the canopy area were calculated. On the other hand, the impacts of the invasive exotic on the mangrove vegetation were evaluated using Pielou's equability, Jaccard's similarity and abundance of native species. It was seen that *T. populnea* has a high population density and a self-regenerating population. In addition to having a well-developed canopy, each ontogenetic stage showed an aggregated distribution pattern. Furthermore, it is capable of causing negative impacts causing a decrease in the equability and abundance of native mangrove species, further to altering the floristic similarity of the sites it invades.

Keywords: biological invasion, exotic invasive, mangrove

RESUMO - (Estrutura populacional e impactos da exótica invasora *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação de mangue). Apesar de sua riqueza biológica, o manguezal tem sido fortemente degradado. Com isso, este estudo objetivou avaliar a estrutura populacional de *Thespesia populnea* e seus impactos sobre a vegetação nativa de mangue. Foram contabilizados todos os indivíduos de *T. populnea*, aferidos o diâmetro a nível do solo, altura total e os raios da copa. Com esses dados foram calculados a densidade absoluta, o padrão de distribuição espacial e a área da copa. Já os impactos da exótica invasora sobre a vegetação de mangue foram avaliados pela equabilidade de Pielou, similaridade de Jaccard e abundância de espécies nativas. Foi visto que *T. populnea* possui uma alta densidade populacional e população autorregenerante. Além de possuir copa bem desenvolvida, cada estágio ontogenético apresentou padrão agregado de distribuição. Em adição, ela é capaz de provocar impactos negativos causando decréscimo na equabilidade e abundância de espécie nativas de mangue, além de alterar a similaridade florística dos sítios que invade.

Palavras-chave: exótica invasora, invasão biológica, mangue

Introdução

O manguezal é um ecossistema costeiro constituído de espécies vegetais lenhosas típicas, em sua maioria angiospermas (Schaeffer-Novelli 1995, MMA 2018). Essas espécies vegetais são adaptadas a condições adversas, como alta salinidade, substrato com baixa concentração de oxigênio, e caracterizadas por colonizarem sedimentos de aspecto lodoso frequentemente submerso pelas marés (Schaeffer-Novelli 1995).

Esse ecossistema possui grande valor sob o ponto de vista ecológico, econômico e social, atuando na proteção costeira e filtragem de metais pesados, além de apresentar grande diversidade de habitats (Schaeffer-Novelli 1995, Alves 2001). Essa grande quantidade de habitats é utilizada

como berçários por diferentes espécies nativas, sendo muitas delas de interesse comercial (De Groot *et al.* 2012, Costanza *et al.* 2014). Contudo, mesmo desempenhando múltiplas funções, os manguezais têm sofrido com o desmatamento desenfreado havendo perdido até o final do século XX cerca de 35% de sua área em todo planeta (Valiela *et al.* 2001, Alongi 2002, MMA 2018).

Tal situação de intensa degradação ambiental aumentam os casos de invasões biológicas (IB). Isso porque ambientes degradados são mais suscetíveis a IB (Williamson 1996). Invasão biológica é o processo de introdução de uma espécie fora de sua área de distribuição natural, que passa a causar impactos negativos a biota nativa (CDB 2005). Dentre os impactos causados por esse processo estão: 1. problemas no funcionamento do ecossistema e prestação de serviços

1. Universidade de Campinas, Instituto de Biologia, Departamento de Biologia Vegetal, 13083-970 Campinas, SP, Brasil

2. Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, 44036-900 Feira de Santana, BA, Brasil

3. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Biociências, Laboratório de Ecologia e Conservação da Biodiversidade, Itabaiana, SE, Brasil

4. Autor para correspondência: joaobiotanica@hotmail.com

ecossistêmicos críticos; 2. extinção ou exclusão de espécies nativas; e 3. perda de relações ecológicas importantes (Bellard *et al.* 2016, Rogers *et al.* 2017, Castro-Díez *et al.* 2019).

Até alguns anos atrás, acreditava-se que os manguezais eram ambientes resistentes e resilientes a invasão biológica devido às condições ambientais específicas como, por exemplo, salinidade, inundações e variações de pH, às quais poucos invasores sobreviveriam (Hurst & Boon 2016). No entanto, sabe-se atualmente que espécies invasoras resistem a uma ampla gama de condições ambientais, além de possuírem atributos que aumentam seu fitness e potencial invasor, tais como, rápido crescimento, alta fecundidade, formação de banco de sementes e dispersão eficaz (Rejmánek *et al.* 2005, Pyšek & Richardson 2007).

Embora sejam conhecidos os impactos e que as IB são uma das principais causas de perda de biodiversidade do mundo, ainda são necessários mais estudos focados em determinados ecossistemas ou regiões geográficas (Mooney & Hobbs 2000, Biswas *et al.* 2012). Em manguezais, por exemplo, a maioria dos estudos nesses ambientes tem como alvo apenas o levantamento florístico de espécies exóticas (Biswas *et al.* 2018).

Nativa da África e Ásia (I3N BRASIL 2020), *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex. Corrêa (Malvaceae) é exótica invasora em Bahamas (Kairo *et al.* 2003), Porto Rico (USDA 2020), Hawaii (USDA 2020) e no Brasil (I3N BRASIL 2020). Essa espécie possui inúmeros atributos que ampliam seu potencial invasor em manguezais, a saber: 1. pouco exigente em relação a condições edafoclimáticas, podendo suportar desde áreas secas a inundadas; 2. rápido crescimento e propagação eficiente, se reproduzindo já no primeiro ano de vida e produzindo grande quantidade de sementes; e 3. capaz de tolerar grande faixa de variações na temperatura, pH e salinidade (Friday & Okano 2005, Areces-Berazain & Ackerman 2016, CABI 2020).

Em razão da falta de trabalhos envolvendo invasões biológicas em manguezais, principalmente no Nordeste brasileiro. Além da lacuna de conhecimento acerca dos impactos causados por esse processo nesse ecossistema, ainda mais envolvendo a espécie aqui estudada, este trabalho cerca-se de importância. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a estrutura populacional de *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa e seus impactos sobre a vegetação nativa de uma área de mangue do nordeste de brasileiro.

Material e métodos

Local de estudo - O estudo foi realizado em uma área de manguezal localizado às margens do rio Sergipe (10°57'47,14"S - 37°2'57,56"W, altitude média de 0 m), Aracaju, SE, Brasil (figura 1). Segundo a classificação de Köppen-Geiger (Alvares *et al.* 2013) o clima da região é o As - tropical com estação seca de verão, e os solos predominantes são do tipo Neossolo Flúvico Eutrófico e Gleissolo Sálco (Araújo 2006).

Coleta de dados - Para coleta de dados foi utilizado o sistema de parcelas (Müller-Dombois & Elleberg 1974). Todas parcelas foram dispostas aleatoriamente com cerca de 5-10 m de distância entre elas. Em cada unidade amostral

todos os espécimes de cada espécie vegetal presentes foram contabilizados e identificados taxonomicamente. Em campo foram coletados ramos férteis das espécies e posteriormente depositados no herbário ASE da Universidade Federal de Sergipe. A nomenclatura botânica foi feita de acordo com o APG IV (2016) e a grafia dos nomes científicos das espécies foi realizado segundo a Flora do Brasil 2020 em construção (2020).

Avaliação da estrutura populacional de *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa - Para avaliar a estrutura populacional da exótica invasora foram estabelecidas 10 parcelas (10 × 10 m) de 100 m² cada. Em cada parcela, além de contabilizados, os indivíduos de *T. populnea* tiveram o diâmetro ao nível do solo (DNS) e altura máxima mensurados com paquímetro e fita métrica, respectivamente. Foram elaborados gráficos de frequência de classes de diâmetro e altura, cuja amplitude foi de 1 cm para o DNS e de 1 m para a altura.

Os indivíduos de *T. populnea* foram classificados quanto ao estágio ontogenético em: adultos - indivíduos com a presença de estruturas reprodutivas ou sinais aparentes das mesmas; regenerantes - indivíduos sem a presença de estruturas reprodutivas ou sinais aparentes das mesmas; e plântulas - espécimes com presença de cotilédones ou sinais aparentes deles.

A partir disso, para cada estágio ontogenético, bem como para a população total, foi calculada a densidade absoluta (DA) por meio da fórmula: $DA = n/A$, onde n é o número total de indivíduos presentes nas parcelas e A é a área total em hectares (Kent & Coker 1999). Já o padrão de distribuição espacial foi obtido pelo índice de dispersão de Morisita (Id) (Morisita 1962). Ainda, foi aferido a área da copa de todos indivíduos regenerantes e adultos de *T. populnea* por meio da equação: $\text{área da copa} = \pi ab$, onde a é o maior raio da copa e b é o raio perpendicular ao maior raio. As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Development Core Team 2017).

Avaliação dos impactos de *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa sobre a vegetação de mangue - Foram alocadas 40 parcelas (5 × 5 m) de 25 m² cada uma. Sendo 20 parcelas em sítios invadidos por *T. populnea* (presença de *T. populnea*) e 20 parcelas em sítios não invadidos pela exótica invasora (ausência de *T. populnea*). No interior dessas unidades amostrais, todos os indivíduos por espécie foram contabilizados. A equabilidade dos sítios invadidos e não invadidos foi estimada por meio do Índice de Equabilidade de Pielou (J) (Pielou 1977). Já a similaridade florística entre os ambientes invadidos e não invadidos foi obtida por meio do índice de Jaccard (S_j) (Müller-Dombois & Elleberg 1974). A partir de Jaccard foi produzido dendrograma de similaridade (Brower & Zar 1984). Para testar os efeitos de *T. populnea* sobre a abundância de indivíduos por espécies entre os ambientes invadidos e não invadidos foi realizado teste t ($p < 0,005$) (Lehmann 1997). Todas análises foram realizadas no software R (R Development Core Team 2017).

Resultados e Discussão

Avaliação da estrutura populacional de *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa - Foram amostrados 1.902 indivíduos de *T. populnea* (1,192 plântulas, 633 regenerantes

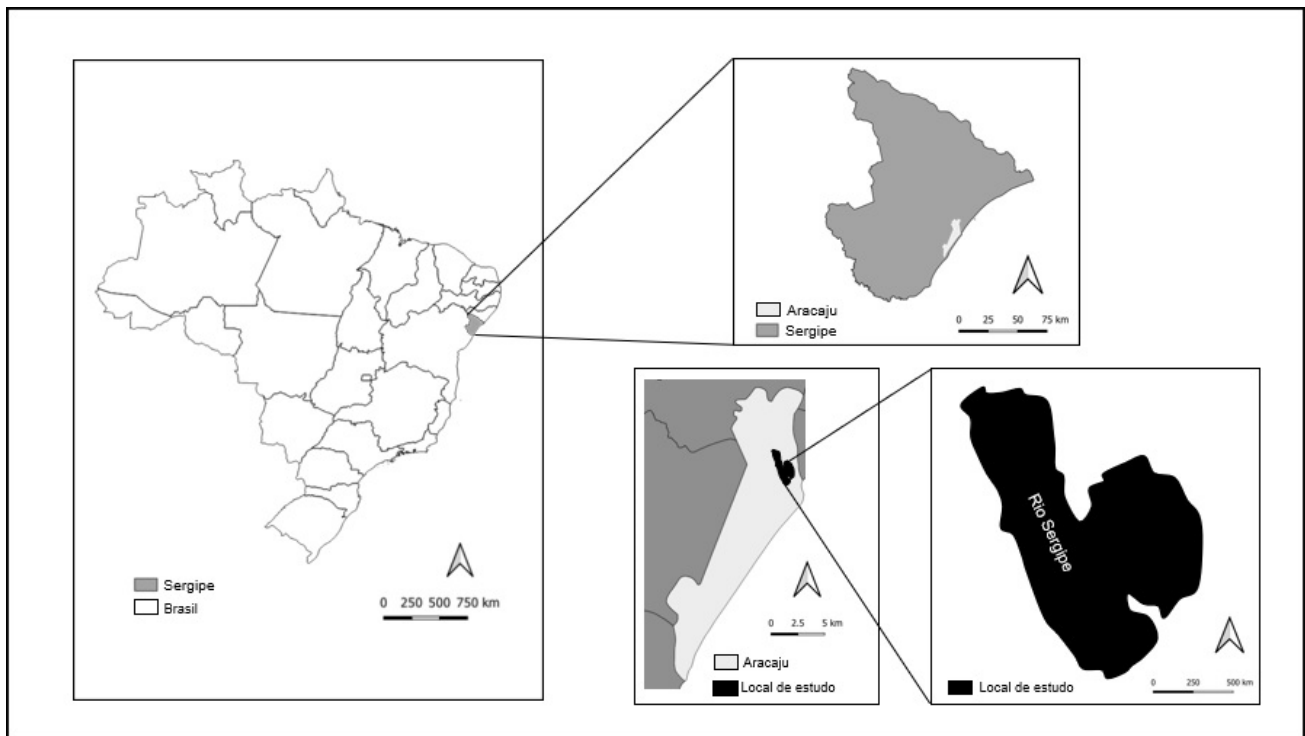


Figura 1. Área de estudo localizado em uma área de manguezal às margens do rio Sergipe, Aracaju, SE, Brasil.

Figure 1. Study area located in a mangrove area on the edge of the Sergipe River, Aracaju, Sergipe State, Brazil.

e 77 adultos). A densidade populacional total foi de 19.020 indivíduos ha^{-1} (plântulas – 11.920 indivíduos ha^{-1} ; regenerantes – 6.330 indivíduos ha^{-1} ; e adultos - 770 indivíduos ha^{-1}).

Os valores de densidade de *T. populnea* são maiores ou semelhantes quando comparado aos resultados obtidos em outros estudos com exóticas invasoras reconhecidamente agressivas na literatura, tais como, *Artocarpus heterophyllus* Lam., *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit e *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Scherer *et al.* 2005, Abreu & Rodrigues 2010, Oliveira *et al.* 2012, Bergallo *et al.* 2016). Os elevados valores de densidade encontrados neste estudo também refletem uma relação positiva com os requerimentos de nicho de *T. populnea*, que é uma espécie predominantemente costeira, de clima tropical, tolerante a salinidade e inundações, se desenvolvendo muito bem sob plena luz solar e temperaturas entre 22-26 °C (CABI 2020). Dessa forma, as condições ambientais características de mangue parecem beneficiar o desenvolvimento dessa espécie e aumentar seu potencial invasivo. Corroborando essa hipótese, foi mostrado que *T. populnea* possui um alto grau de susceptibilidade de ocorrência em toda costa brasileira, assim como em várias outras partes do Brasil, devido à alta similaridade entre inúmeras variáveis ambientais, como clima e solos do Brasil com a área de distribuição natural de *T. populnea* (Santos & Fabricante 2018).

O DNS médio obtido para a população total de *T. populnea* foi de $1,87 \pm 4,18$ cm e a altura média de $0,7 \pm 1,2$ m. A distribuição de indivíduos em classes de frequência de diâmetro e altura demonstrou um acúmulo maior de indivíduos nas classes de frequência menores com subsequentes decréscimos nas classes maiores (figura 2 a-b). Além disso, a área média da copa de *T. populnea* para os regenerantes foi $0,6 \pm 2,41$ m² e $42,78 \pm 183,7$ m² para

adultos. Em relação ao padrão de distribuição espacial, a população total, assim como cada estágio ontogenético, apresentou padrão agregado (total - Id = 2,6; plântulas - Id = 4,2; regenerantes - Id = 1,71; e adultos - Id = 2,9).

Com base na figura 2, nota-se a formação de uma curva do tipo exponencial negativa ou J-invertido (Amaral *et al.* 2009). Isso sugere que a população é autorregenerante e capaz de sustentar sua população atual (Nascimento *et al.* 2004). Essa exótica invasora apresenta maturação precoce, começando a florescer logo no primeiro ano após sua germinação, além de produzir flores, frutos e sementes durante quase todo o ano (Friday & Okano 2006, Warrier 2010, CABI 2020). Tudo isso, contribui para manutenção de sua densidade populacional (Scoti *et al.* 2011).

Sobre a área média da copa apresentada por *T. populnea*, percebe-se que regenerantes, mas principalmente os adultos, possuem copas com estrutura horizontal relativamente grandes. *T. populnea* já é conhecida em outros lugares por causar a exclusão de diversas espécies por sombreamento (CABI 2020). No manguezal, a vegetação em sua maioria exige luz solar intensa para seu desenvolvimento (heliófilas), o que forma a arquitetura típica desse ecossistema onde quase não há plantas herbáceas (MMA 2018). Nesse sentido, os altos valores biométricos da copa amostrados para exótica invasora é um problema para o manguezal.

Os fatores físicos e biológicos do ambiente atuam em conjunto na determinação do tipo de padrão de distribuição espacial das espécies (Leite 2001). Sendo assim, no padrão agregado é comum haver convergência de indivíduos a determinadas partes do ambiente, seja devido à presença de recursos e condições específicas ou devido a estratégias de colonização da espécie (Begon *et al.* 2006). Assim, o padrão apresentado por *T. populnea* pode ser justificado por suas preferências ambientais. Além de ser adaptada a

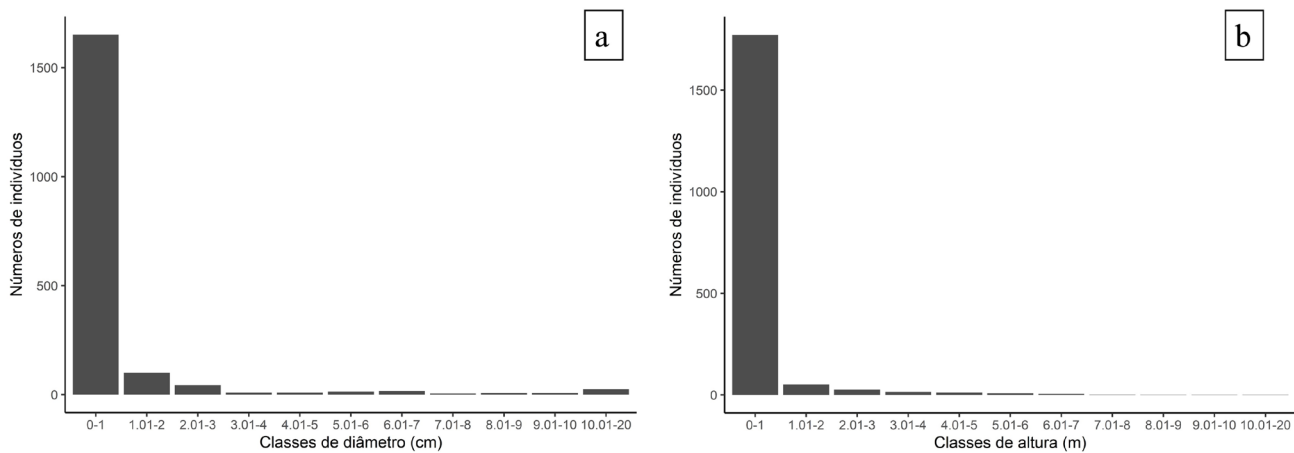


Figura 2. Classes de diâmetro (a) e de altura (b) dos indivíduos de *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa em uma área de mangue, Aracaju, SE, Brasil.

Figure 2. Diameter (a) and height classes (b) of individuals from *Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa in a mangrove area, Aracaju, Sergipe State, Brazil.

inúmeras condições edáficas, *T. populnea* se desenvolve melhor em ambientes com maior luminosidade (CABI 2020). Um problema inerente ao padrão agregado apresentado por *T. populnea* é a diminuição de habitat disponível para espécies nativas o que acarreta no aumento da competição entre espécies (Andrade *et al.* 2008). Nesse sentido, em resposta ao aumento da competição interespecífica as taxas de mortalidade e natalidade das populações são alteradas (Ricklefs 1990).

Análise dos efeitos de *Thespesia populnea* sobre a vegetação nativa de manguezal - No total foram identificadas três espécies pertencentes a três gêneros e três famílias botânicas. Em relação ao número de indivíduos amostrados por espécie, no ambiente invadido *T. populnea* foi a mais abundante com 2.505 indivíduos, seguido por *Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn com 409 indivíduos e *Rhizophora mangle* L. com 35 indivíduos (figura 3). Já no ambiente não invadido, *L. racemosa* foi a mais abundante com 1.655 indivíduos e *R. mangle* com 414 indivíduos (figura 4).

O índice de equabilidade de Pielou ($J_{\text{Invadido}} = 0,42$; $J_{\text{Não invadido}} = 0,82$) foi maior na área não invadida em relação a invadida. Além disso, *T. populnea* também altera a similaridade florística ($S_j = 0,53$) entre os ambientes estudados, sendo que as parcelas invadidas são floristicamente mais similares entre si do que com as parcelas não invadidas, o contrário também se aplica. No dendrograma gerado a partir de Jaccard, é possível notar isso com a formação de dois grupos distintos: em um há predominância de parcelas invadidas e outro composto essencialmente de parcelas não invadidas (figura 5).

Segundo o test t ($t = 3,44$; $p = 0,0009$) a abundância de indivíduos das espécies nativas de mangue é maior nos sítios não invadidos. Isso quer dizer que a presença de *T. populnea* tem efeito negativo na abundância de espécies nativas de mangue. Diversos estudos com plantas exóticas invasoras em diferentes ecossistemas já relataram tanto a diminuição na abundância de espécies nativas quanto a superioridade numérica da abundância da exótica invasora em relação as demais espécies nativas nos sítios que invade (Pegado *et al.* 2006, Andrade *et al.* 2009, Fabricante *et al.* 2013).

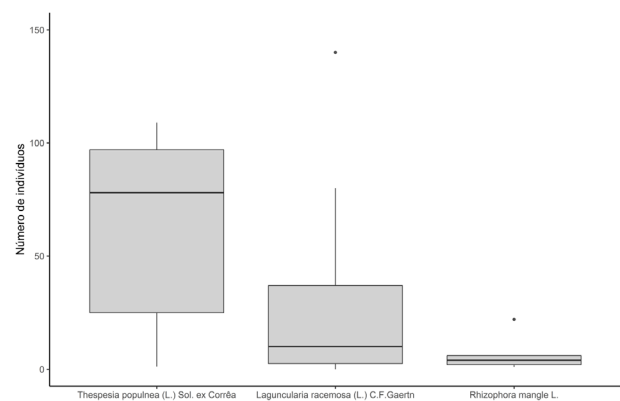


Figura 3. Número de indivíduos por espécies amostrados no ambiente invadido em uma área de mangue, Aracaju, SE, Brasil.

Figure 3. Number of individuals by species sampled in the invaded area in a mangrove area, Aracaju, Sergipe State, Brazil.

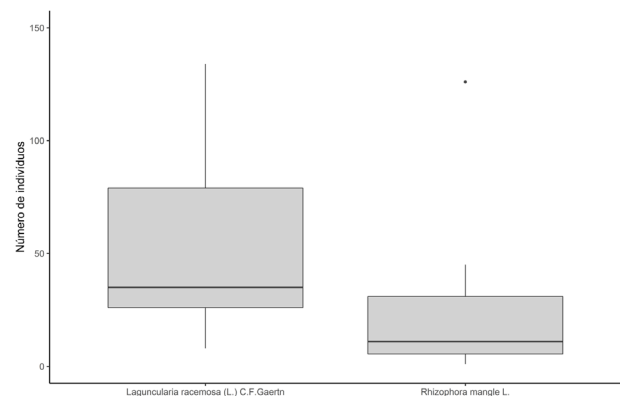


Figura 4. Número de indivíduos por espécies amostrados no ambiente não invadido em uma área de mangue, Aracaju, SE, Brasil.

Figure 4. Number of individuals by species sampled in the non-invaded area in a mangrove area, Aracaju, Sergipe State, Brazil.

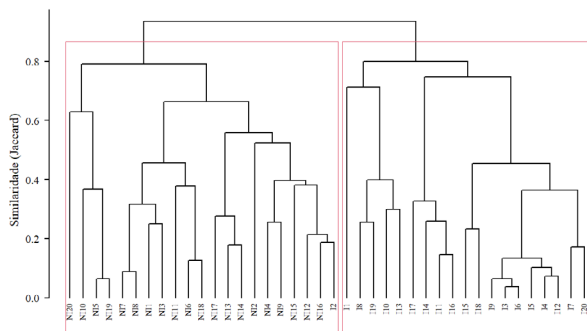


Figura 5. Dendrograma de similaridade (Jaccard) obtido pela matriz de presença/ausência de espécies amostradas em uma área de mangue, Aracaju, SE, Brasil. I1-I10: parcelas invadidas; NI1-NI10: parcelas não invadidas.

Figure 5. Similarity dendrogram (Jaccard) obtained by a presence/absence matrix of species of the plots sampled in a mangrove area, Aracaju, Sergipe State, Brazil. I1-I10: invaded plots; NI1-NI10: non-invaded plots.

Tais resultados são preocupantes, visto que, a diminuição da abundância de espécies nativas de mangue pode causar problemas no suprimento de diversos serviços ecossistêmicos críticos prestados pelo manguezal (Lee *et al.* 2014, Kelleway *et al.* 2017). Dentre esses serviços destacam-se o fornecimento de habitats para viveiros comerciais, filtração de nutrientes e poluentes, sequestro e estocagem de carbono, além de controlar elevação da maré e atuar na recreação humana (Kelleway *et al.* 2017). Ainda nesse contexto, em todo planeta cerca de 16% das espécies de mangue estão ameaçadas de extinção (Polidoro *et al.* 2010). Desse modo, a diminuição da abundância ou exclusão de espécies decorrentes da invasão biológica é um sério problema.

Outro agravante diz respeito aos efeitos secundários resultantes da invasão, como a perda de interações ecológicas importantes, que na maioria das vezes são negligenciadas (Rogers *et al.* 2017). Isso é um grande problema para o manguezal, que é um ecossistema conhecido pelo grande número de interações ecológicas, onde as plantas atuam tanto como abrigo de espécies em fase de reprodução, quanto no processo de nidificação das aves (Alves 2001).

Conclusões

Ao final, conclui-se que, *T. populnea* possui estrutura populacional que aumenta seu potencial invasor em área de manguezal, além de possibilitar autorregeneração de sua população e criação de monoespecíficos populacionais. Ainda mais, a exótica invasora é capaz de causar efeitos negativos a vegetação nativa de mangue, principalmente na abundância das espécies nativas.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio da concessão de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC).

Contribuições dos autores

João Paulo Bispo Santos: Desenho experimental, coleta de dados, análise e interpretação de dados, escrita, preparação e revisão do manuscrito.

Joana Camila de Santana Oliveira: Coleta de dados, escrita e revisão do manuscrito, adição de conteúdo intelectual.

Juliano Ricardo Fabricante: Coleta de dados, revisão do manuscrito, adição de conteúdo intelectual.

Conflitos de interesse

Não há nenhum conflito de interesse.

Literatura citada

- Abreu, R.C.R.D. & Rodrigues, P.J.F.P. 2010. Exotic tree *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest. *Rodriguésia* 61: 677-688.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M. & Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22: 711-728.
- Alves, J.R.P. 2001. Manguezais: Educar para proteger. FEMAR, Rio de Janeiro.
- Amaral, M.S., Augustynczyk, A.L.D., Nascimento, R.G.M., Téo, S.J., Miguel, E.P., Figura, M.A. & Silva, L.C.R. 2009. Funções de distribuição diamétrica em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista. *Ciência Rural* 39: 2428-2434.
- Andrade, L.A.D., Fabricante, J.R. & Oliveira, F.X.D. 2009. Invasão biológica por *Prosopis juliflora* (Sw.) DC.: impactos sobre a diversidade e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, 23: 935-943.
- Andrade, L.D., Fabricante, J.R. & Alves, A.D.S. 2008. Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.: impactos sobre a fitodiversidade e estratégias de colonização em área invadida na Paraíba. *Natureza & conservação*, 6: 169-175.
- APG IV. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of lowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.
- Araújo, H.M. 2006. Elementos componentes do sistema ambiental físico de Aracaju. In: H. M. de Araújo, J.W.C. Vilar, L.L. Wanderley & R. Melo e Souza. O ambiente urbano: Visões geográficas de Aracaju. Editora UFS, São Cristóvão, pp. 15-44.
- Areces-Berazain, F. & Ackerman, J.D. 2016. Phylogenetics, delimitation and historical biogeography of the pantropical tree genus *Thespesia* (Malvaceae, Gossypieae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 171-198.
- Begon, M., Harper, J.L., & Townsend, C.R. 2006. Ecology. Individuals, Populations and Communities. Blackwell Science, Victoria.

- Bellard, C., Cassey, P. & Blackburn, T.M.** 2016. Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology letters*, 12: 20150623.
- Bergallo, H.G., Bergallo, A.C., Rocha, H.B. & Rocha, C.F.D.** 2016. Invasion by *Artocarpus heterophyllus* (Moraceae) in an island in the Atlantic Forest Biome, Brazil: distribution at the landscape level, density and need for control. *Journal of Coastal Conservation* 20: 191-198.
- Biswas, S.R., Biswas, P.L., Limon, S.H., Yan, E.R., Xu, M.S. & Khan, M.S.I.** 2018. Plant invasion in mangrove forests worldwide. *Forest Ecology and Management*, 429: 480-492.
- Biswas, S.R., Khan, M.S.I. & Mallik, A.U.** 2012. Invaders' control on post-disturbance succession in coastal mangroves. *Journal of Plant Ecology*, 5: 157-166.
- Brower, J.E. & Zar, J.H.** 1984. Field e laboratory methods for general ecology. W.C. Brown Publishers, Dubuque.
- CABI – Centre for Agriculture and Bioscience International.** 2020. Invasive Species Compendium. Disponível em <http://www.cabi.org>. (acesso em 19-IV-2020).
- Castro-Díez, P., Vaz, A.S., Silva, J.S., Van Loo, M., Alonso, Á., Aponte, C., Bayón, Á., Bellingham, P.J., Chiuffo, M.C., DiManno, N. & Julian, K.** 2019. Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services. *Biological Reviews*, 94: 1477-1501.
- CDB – Convenção sobre Diversidade Biológica.** 2005. A Convenção sobre diversidade biológica–CDB. MMA, Brasília.
- Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S. & Turner, R.K.** 2014. Changes in the global value of ecosystem services. *Global environmental change*, 26: 152-158.
- De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L., Christie, M., Crossman, N., Ghermandi, A., Hein, L. & Hussain, S.** 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, 1: 50-61.
- Fabricante, J.R., Oliveira, M.N.A.D. & Siqueira Filho, J.A.D.,** 2013. Aspectos da ecologia de *Calotropis procera* (Apocynaceae) em uma área de Caatinga alterada pelas obras do Projeto de Integração do Rio São Francisco em Mauriti, CE. *Rodriguésia* 64(3), pp.647-654.
- Friday, J.B. & Okano, D.** 2005. *Thespesia populnea* (milo). Disponível em <http://agroforestry.org/free-publications/traditional-tree-profiles> (acesso em 19-IV-2020).
- Hurst, T. & Boon, P.I.** 2016. Agricultural weeds and coastal saltmarsh in south-eastern Australia: an insurmountable problem? *Australian Journal of Botany* 64: 308-324.
- I3N BRASIL.** 2020. Base de dados nacional sobre espécies exóticas invasoras. Disponível em <http://bd.institutohorus.org.br/www/> (acesso em 19-IV-2020).
- Kairo, M., Ali, B., Cheesman, O., Haysom, K., Murphy, S.** 2003. Invasive species threats in the Caribbean region. *In: Cheesman, O., Haysom, K., Murphy, S. Invasive species threats in the Caribbean region.* CAB International, Curepe, pp. 3-61.
- Kelleway, J.J., Cavanaugh, K., Rogers, K., Feller, I.C., Ens, E., Doughty, C. & Saintilan, N.** 2017. Review of the ecosystem service implications of mangrove encroachment into salt marshes. *Global Change Biology*, 23: 3967-3983.
- Kent, M. & Coker, P.** 1999. Vegetation description and analysis: a practical approach. John Wiley e Sons, Chichester.
- Lee, S.Y., Primavera, J.H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J.O., Cannicci, S., Diele, K., Fromard, F., Koedam, N., Marchand, C. & Mendelssohn, I.** 2014. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. *Global ecology and biogeography*, 23: 726-743.
- Lehmann, E.L.** 1997. Testing statistical hypotheses. 2.ed. Springer-Verlag, New York.
- Leite, E.J.** 2001. Spatial distribution patterns of riverine Forest taxa in Brasília, Brazil. *Forest ecology and Management* 140: 257-264.
- Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Flora do Brasil. Disponível em <http://https://http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> (acesso em 19-IV-2020).
- MMA – Ministério do Meio Ambiente.** 2018. Atlas dos Manguezais do Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Brasília.
- Mooney, H.A., & Hobbs, R.J.** 2000. Invasive species in a changing world. Island Press, Washington.
- Morisita, M.** 1962. Id-index, a measure of dispersion of individual. *Researches on population ecology* 4: 1-7.
- Mueller-dombois, D.; & Ellenberg, H.** 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons, New York.
- Nascimento, A.R.T., Felfili, J.M. & Meirelles, E.M.** 2004. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. *Acta Botânica Brasileira* 18: 659-669.
- Oliveira, L.S.B., de Andrade, L.A., Fabricante, J.R. & Gonçalves, G.S.** 2012. Structure of a *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. population established in a temporary riverbed in the Microregion of Cariri in the State of Paraíba. *Semina: Ciências Agrárias*, 33: 1769-1777.
- Pegado, C.M.A., Andrade, L.A.D., Félix, L.P. & Pereira, I.M.** 2006. Efeitos da invasão biológica de algaroba: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botanica Brasileira*, 20: 887-898.
- Pielou, U.C.** 1977. Mathematical diversity. John Wiley, New York.
- Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A.M., Ellison, J.C., Farnsworth, E.J., Fernando, E.S., Kathiresan, K., Koedam, N.E. & Livingstone, S.R.** 2010. The loss of species:

- mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS one*, 5: e10095.
- Pyšek, P. & Richardson, D.M.** 2007. Traits associated with invasiveness in alien plants: where do we stand? *In: Biological Invasions*. Springer, New York, pp. 97-125.
- R Development Core Team.** 2017. R: A Language and Environment for Statistical Computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna). Disponível em <http://www.r-project.org>. (acesso em 25-X-2020)
- Rejmánek, M., Richardson, D.M. & Pyšek, P.** 2005. Plant invasions and invasibility of plant communities. *Vegetation Ecology*, 20: 332-355.
- Ricklefs, R.E.** 1990. *Ecology*. 3 ed. W.H. Freeman and Company, USA.
- Rogers, H.S., Buhle, E.R., Hillerislambers, J., Fricke, E.C., Miller, R.H. & Tewksbury, J.J.** 2017. Effects of an invasive predator cascade to plants via mutualism disruption. *Nature Communications* 8: 1-8.
- Santos, J.P.B. & Fabricante, J.R.** 2018. Biological invasion by *Thespesia populnea* in sites under fluvio-marine influence. *Neotropical Biology and Conservation* 13: 356-360.
- Scotti, M.S.V., Araujo, M.M., Wendler, C.F. & Longhi, S.J.** 2011. Mecanismos de regeneração natural em remanescente de Floresta Estacional Decidual. *Ciência Florestal* 21: 459-472.
- Schaeffer-Novelli, Y.** 1995. Manguezal: Ecossistema entre a Terra e o Mar. *Caribbean Ecological Research*, São Paulo.
- Scherer, L.M., Zucareli, V., Zucareli, C.A. & Fortes, A.M.T.** 2005. Efeito alelopático do extrato aquoso de folha e de fruto de leucena (*Leucaena leucocephala* Wit) sobre a germinação e crescimento de raiz da canafístula (*Peltophorum dubium* Spreng.). *Semina: Ciências Agrárias* 26: 161-166.
- USDA – United States Department of Agriculture.** The Plants Database. Disponível em <http://plants.sc.gov.usda.gov> (acesso em 19-IV-2020).
- Valiela, I., Bowen, J.L. & York, J.K.** 2001. Mangrove Forests: One of the World's Threatened Major Tropical Environments: At least 35% of the area of mangrove forests has been lost in the past two decades, losses that exceed those for tropical rain forests and coral reefs, two other well-known threatened environments. *Bioscience* 51: 807-815.
- Warrier, K.C.S.** 2010. *Thespesia populnea* (L.) Soland Ex Corrêa. *In: N.K. Kumar, K. Palanisamy, M. Hedge, K.C.S. Warrier & M. Krishnamoorthy. Manual of Economically Important Forestry Species in South India*. Institute of Forest Genetics and Tree Breeding, Coimbatore, pp. 495-502.
- Williamson, M.** 1996. *Biological invasions*. Chapman & Hall, London.

Recebido: 30.10.2020

Aceito: 02.08.2021

Editor Associado: Cláudia Baider

