



Distribuição e Intensidade de Invasão de *Cryptostegia* spp. em Quatro Estados no Nordeste do Brasil¹

Oriel Herrera Bonilla², Sandro Ferreira do Nascimento³, Eliseu Marlônio Pereira de Lucena², José Vagner Rebouças Filho⁴, Hamanda Brandão Pinheiro⁴

¹Parte da pesquisa de mestrado, orientada pelo primeiro autor e realizada pelo quarto autor, no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

²Pós-Doutor, Professor Associado do Curso de Ciências Biológicas e do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais, Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi, CEP 60.714-903, Fortaleza, CE. E-mail: oriel.herrera@uece.br - autor correspondente; eliseu.lucena@uece.br

³Licenciado, Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi, CEP 60.714-903, Fortaleza, CE. E-mail: tec.sandrof@gmail.com

⁴Mestre, Mestrado Acadêmico em Ciências Naturais, Universidade Estadual do Ceará, Campus Itaperi, CEP 60.714-903, Fortaleza, CE. E-mail: vagnerreboucas@outlook.com; hamandapinho2@hotmail.com

Artigo recebido em 11/10/2022 e aceito em 05/01/2023

RESUMO

Os impactos causados por espécies invasoras do gênero *Cryptostegia*, conhecida como rubber vine, no mundo já é bastante conhecido. No Brasil, o principal alvo dessas espécies é a *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore, uma palmeira com grande valor econômico e ecológico para toda a região Nordeste do Brasil. Nesse contexto, o objetivo de trabalho foi investigar como as populações de espécies do gênero *Cryptostegia* afetam os bosques de *C. prunifera* em diferentes ecossistemas do Bioma Caatinga de quatro estados na região Nordeste do Brasil. Para tanto, foram percorridos cerca de 25.000 km durante 15 expedições de campo de oito dias de duração e coletados material botânico de indivíduos dessa planta invasora para a posterior identificação em laboratório. Também foram coletadas amostras de solo. Os resultados indicam que nos quatro estados visitados há grandes áreas infestadas por essa invasora, e que há ocorrência confirmada de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer e *Cryptostegia grandiflora* R.Br., e ainda a presença de uma espécie híbrida. A partir dos resultados desse estudo, pode-se concluir que espécies do gênero *Cryptostegia* possuem uma grande distribuição em vários ecossistemas locais e está causando sérios impactos negativos a biodiversidade nativa e a economia da região Nordeste do Brasil. Os bosques de *C. prunifera* são os mais afetados por essa bioinvasão, causando a morte de milhares de indivíduos dessa palmeira.

Palavras-chave: Caatinga, bioinvasão, distribuição, impactos, rubber vine, Mata Ciliar.

Distribution and Invasion Intensity of *Cryptostegia* spp. in Four States in Northeast Brazil

ABSTRACT

The impacts caused by invasive species of the genus *Cryptostegia*, known as rubber vine, are well registered worldwide. In Brazil, the main target of these species is *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore, a palm tree with great economic and ecological value for the entire northeast region of Brazil. In this context, the objective of this work is to investigate how populations of *Cryptostegia* species affect *C. prunifera* forests in different ecosystems of the Caatinga biome in four states of northeastern Brazil. About 25,000 km were traveled during 15 eight-day field expeditions and botanical material was collected from individuals of invasive plants for later identification in the laboratory. Soil samples were also collected. The results indicated the existence of large areas infested by the invasive plants in the four states visited, and the occurrence of *Cryptostegia madagascariensis* Bojer and *Cryptostegia grandiflora* R.Br., as well as a hybrid species, was confirmed. The results of this study lead to the conclusion that species of the genus *Cryptostegia* are largely distributed in several local ecosystems and are responsible for serious negative impacts on native biodiversity and on the economy of the northeast region of Brazil. *C. prunifera* forests are the most affected by this bioinvasion, where the invasive plants cause the death of thousands of individuals of this palm.

Keywords: Caatinga, bioinvasion, distribution, impacts, rubber vine, Riparian Forest.

Introdução

As transformações sociais, ecológicas e econômicas no Antropoceno são um dos maiores

desafios para conservação da biodiversidade, principalmente quando estão relacionados à introdução de espécies invasoras (Li et al., 2020; Simberloff et al., 2020; Pyšek et al., 2020). Essas

espécies conseguem se distribuir rapidamente e colonizando ecossistemas nativos em diversos países do mundo, que apesar de buscarem seguir os objetivos de desenvolvimento sustentável relacionados à supressão de espécies invasoras, ainda enfrentam grandes desafios, principalmente relacionados à sua distribuição e intensidade de invasão (Papp et al., 2021). As invasões biológicas têm impactos diretos e indiretos sobre a economia global atingindo prejuízos de cerca de US\$ 162,7 bilhões, somente as plantas representam um custo de cerca de US\$ 8,9 bilhões (Diagne et al., 2021).

Entre as espécies invasoras registradas para o Brasil, tem-se as do gênero *Cryptostegia*, representado por duas espécies, *Cryptostegia madagascariensis* Bojer e *Cryptostegia grandiflora* R.Br., ambas já registradas no Nordeste do Brasil (Siqueira Filho, 2012; Barbosa et al., 2019). Essas espécies já foram relatadas como modificadoras de ecossistemas nativos do Brasil, México, Austrália, Etiópia, Porto Rico, Colômbia (Rodríguez-Estrella et al., 2010; Luizza et al., 2016; Gracia et al., 2019; Barbosa et al., 2019).

No Brasil, *C. madagascariensis* causou sérios danos à flora nativa, especialmente em bosques da palmeira endêmica *Copernicia prunifera* (Mill.) H. E. Moore., caracterizados por serem ambientes sazonalmente alagados, com solos salino, e geralmente antropizados. *C. prunifera* é considerada uma espécie de grande importância econômica e social para a região devido a extração da sua cera que é utilizada na indústria de cosméticos, automobilísticas, dentre outras (Sousa et al., 2015), cuja população vem diminuindo devido à presença dessa invasora que consegue escalar a palmeira e cobrir sua copa, dificultando o processo de fotossíntese e levando-a frequentemente à morte (Brito et al., 2015).

Devido ao seu impacto na economia, essa invasora vem sendo alvo de atenção de entidades governamentais e não governamentais relacionadas principalmente com o extrativismo das folhas de *C. prunifera* (Queiroga et al., 2017; Barbosa et al., 2019). A distribuição e a intensidade de invasão de *Cryptostegia* ssp. nos ecossistemas do Nordeste brasileiro ainda é uma lacuna de conhecimento na ecologia e manejo de invasões biológicas, uma vez que identificar os padrões gerais de distribuição de espécies invasoras contribuem para prevenção e gerenciamento das invasões biológicas, assim como prever futuras ameaças e riscos de aumento

de distribuição e modificação dos ecossistemas nativos (Redding et al., 2019; Novoa et al., 2020).

A maioria dos estudos realizados na região são com *C. madagascariensis*, relacionados à fitossociologia (Rebouças Filho et al., 2021) alelopatia (Araújo et al., 2017), germinação de sementes (Silva et al., 2017), solos (Medeiros et al., 2019), dentre outros, porém de acordo com registros de herbários, há também a ocorrência de *C. grandiflora*, e até então não há estudos voltados para a distribuição e intensidade de invasão dessa espécie nessa região. Assim, é preciso saber de fato quais espécies tem maior distribuição, assim como qual a intensidade de invasão por essas espécies para que se possa articular ações de manejo e conservação da biodiversidade visando mitigar os danos ambientais causados por essas invasoras.

Diante desse cenário, nossa hipótese é que ambas as espécies coocorrem no nordeste brasileiro, sendo a *C. madagascariensis* com maior distribuição e intensidade de invasão, devido a sua alta plasticidade fenotípica de conseguir crescer em ambientes com variação de precipitação e altitude, permitindo-lhe colonizar uma maior diversidade de ecossistemas com diferentes níveis de precipitação e altitude, enquanto *C. grandiflora* ocorre em ambientes com menor variação de precipitação e altitude, limitando sua área de distribuição assim como ocorre em Madagascar (Klackenber, 2001).

Assim, nosso estudo foi guiado por três perguntas: Qual das espécies tem maior distribuição no Nordeste do Brasil, qual é a mais ocorrente nos bosques de *C. prunifera*, elas coocorrem? Nossa hipótese é que *C. madagascariensis* possui maior distribuição e intensidade de invasão no Nordeste do Brasil, devido a sua alta plasticidade fenotípica de conseguir crescer em ambientes com variação de precipitação e altitude, permitindo-lhe colonizar uma maior diversidade de ecossistemas com diferentes níveis de precipitação e altitude, enquanto *C. grandiflora* ocorre em ambientes com menor variação de precipitação e altitude, podendo assim limitar sua área de distribuição (Klackenber, 2001).

Portanto, saber distribuição geral e intensidade de invasão dessas espécies contribui para tomada de ações atuais e futuras de gerenciamento de invasões biológicas, oferecendo dados essenciais para os proprietários, empresas e entidades governamentais e não-governamentais envolvidas com a economia de *C. prunifera*,

pesquisas na áreas de biologia das invasões, evitando maiores danos por espécies invasoras podem ser cerca de 13 vezes maiores do que os gastos para controlar invasões (Diagne et al., 2021). Visto que o problema social, ambiental e econômico se agrava com a presença dessa planta invasora no Nordeste do Brasil, objetivou investigar a distribuição e a intensidade de invasão das populações de *Cryptostegia* spp. em ecossistemas no Nordeste brasileiro.

Metodologia

Caracterização e Distribuição das espécies

Espécies do gênero *Cryptostegia* são caracterizadas por serem lianas ou arbustos escandentes, laticíferos, caule, lenticelados, inflorescência em cimas terminais, coronas infundibuliformes simples em *C. madagascariensis* e bifidos em *C. grandiflora*, cinco lóbulos da corona, dois folículos divergentes, com numerosas sementes com tufo de pelos que ajudam na dispersão (Acevedo-Rodríguez, 2005). Em Madagascar, *C. grandiflora* ocorre em ambientes com precipitação anual inferior a 600 mm, ocorrendo naturalmente em áreas sazonalmente inundadas, solo de laterítico e com altitude que variam desde o nível do mar até 600 m, enquanto que *C. madagascariensis* é comum em ambientes com distúrbios, sazonalmente ou permanentemente alagadas, com precipitação anual entre 600 e 1800 mm, solo de laterítico e com altitude que variam desde o nível do mar até 700 m, e ainda há uma espécie híbrida que ocorre em áreas de simpatria entre *C. grandiflora* e *C. madagascariensis* (Marohasy & Forster, 1991; Klackenberg, 2001).

Área de estudo

O estudo se concentrou em quatro estados produtores de cera da *C. prunifera* do Nordeste, que são Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba (IBGE, 2019). De acordo com a classificação climática de Köppen o clima predominante da região é o semiárido, quente e seco ou BSh, havendo variações como o BShw, com chuvas de verão, entre outros (Alvares et al., 2013). Para registrar a ocorrência das espécies foram feitas 15 expedições de campo, onde foram percorridos cerca de 25.000 km no período de 2018-2019.

As expedições foram concentradas no Ceará devido ao reconhecido impacto de *C.*

madagascariensis em áreas de Caatinga do estado (Rebouças Filho et al., 2021), além do elevado interesse de entidades não-governamentais como: sindicatos, associações e agência de desenvolvimento do estado nos danos causados por essa espécie invasora em bosques de *C. prunifera*, mas também foram percorridos municípios adjacentes nos estados do Rio Grande do Norte, Piauí e Paraíba, pois são estados reconhecidos pela ocorrência de *C. prunifera*, planta que é altamente importante para economia da região e que se encontra ameaçada pela presença da invasora (Barbosa et al., 2019).

Coleta de dados

Durante as expedições foram feitas coletas de cinco flores de indivíduos diferentes em todos os ambientes invadidos por *Cryptostegia* spp. em três estratos diferentes: margens das rodovias, bosque intermediário (10 metros das margens) e bosque interno (30 metros das margens).

Análise dos dados

A identificação das espécies foi feita através de chaves de identificação para o gênero *Cryptostegia* que consideram as flores como principal característica diferencial entre as espécies (Polhamus et al., 1934; Marohasy & Forster, 1991; Klackenberg, 2001; Acevedo-Rodríguez, 2005). Além disso, os ambientes infestados foram visualmente observados e classificados quanto a sua intensidade da invasão, sendo: baixo, poucos indivíduos dispersos no ambiente, intermediário, população da invasora aparentemente equiparada a vegetação nativa, alto, quando a população de *Cryptostegia* é nitidamente dominante, e muito alto quando se observa uma homogeneidade da infestação com pouquíssimas ou nenhuma espécie nativa.

Resultados

Após percorrer 25.000 km nos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba, foram visitados 120 municípios, sendo 102 no Ceará, seis no Rio Grande do Norte, cinco na Paraíba e sete no Piauí. No total, constatamos que há presença de espécie do gênero *Cryptostegia* em pelo menos 68 municípios dos municípios visitados, sendo que 64 ocorrências são no estado do Ceará, cinco no Piauí, dois no Rio Grande do Norte e dois na Paraíba (Figura 1).

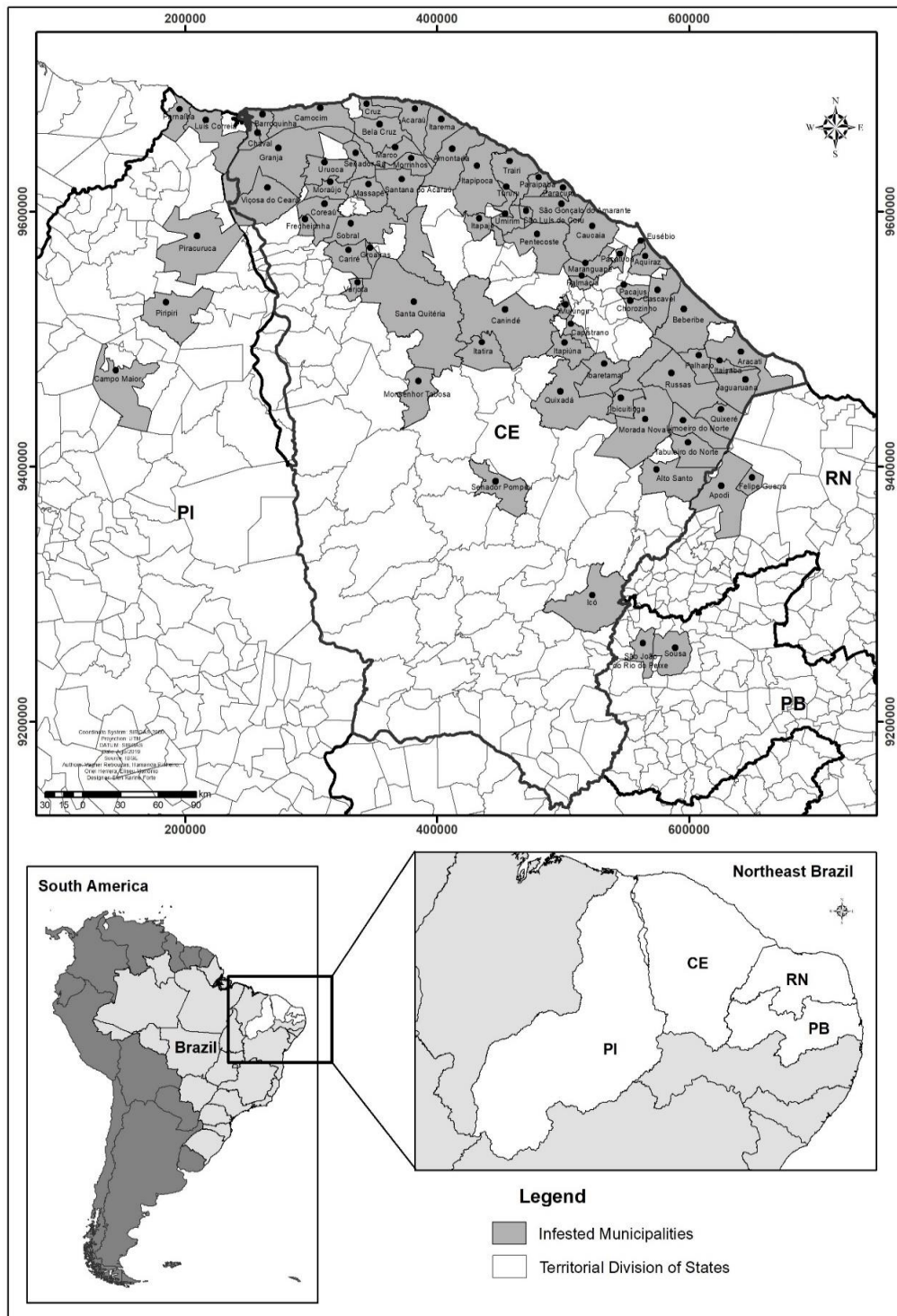


Figura 1. Municípios infestados com espécies do gênero *Cryptostegia* em quatro estados do Nordeste do Brasil.

Durante as expedições de campo, percebemos que no Ceará as matas ciliares junto às margens de rios, lagos e açudes ou áreas sazonalmente alagadas são as mais invadidas por *Cryptostegia* spp. Foi possível notar também que

essa invasora também se estabelece com facilidade em ambientes degradados, principalmente em solos compactos desprovidos de vegetação nativa (Figura 2). Os municípios localizados nas serras, sobre maiores altitudes

como na região centro-oeste, sul e centro-leste do estado do Ceará apresentaram baixa ou nenhuma infestação dessa invasora como podemos observar no mapa de infestação apresentado anteriormente. Isso acontece devido ao padrão de distribuição encontrado nesse estudo que indica que essa invasora tem maior ocorrência em baixas

altitudes, porém consegue se estabelecer ainda em altitudes que variam de 9 a 800 m acima do nível do mar. A ocorrências de *Cryptostegia* spp. foram registradas em 73 municípios visitados, e sua intensidade de invasão variou de pouco a muito infestado (Tabela 1).



Figura 2. Infestação de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer em diferentes ecossistemas no Ceará. Solos compactos de caatinga (a); Florestas de *C. prunifera* em diferentes estágios de desenvolvimento (b); Manguezal (c); Margens do rio (d).

Muitos desses municípios citados acima são grandes produtores de cera, pó e fibra da *C. prunifera* e estão sofrendo altos níveis de infestação. Em geral, pode-se observar que os que estão com maior grau de infestação estão localizados em altitudes mais baixas como os municípios de Caucaia, Granja, Chaval, São Gonçalo do Amarante e Jaguaruna, entre outros.

Já os municípios com menor infestação estão em altitudes mais elevadas como Palmácia, Mulungu, Senador Pompeu e Monsenhor Tabosa.

Os impactos causados por esta espécie nas florestas de *C. prunifera* são tão graves que durante as expedições de campo, em conversas com vários agricultores e trabalhadores da carnaúba, foi relatado que a *Cryptostegia* sp., teve

Tabela 1. Áreas infestadas estimadas (em hectares) com *Cryptostegia* spp. em 73 municípios de quatro estados da região Nordeste do Brasil (Ceará-CE, Piauí-PI, Paraíba-PB, Rio Grande do Norte-RN).

Municípios	Coordenadas	Altitude (msm)	Área infestada (em ha)	Intensidade de infestação
Ceará				
Acaraú	02°53' 23"S 40°06' 31"W	24	5	▲
Alto Santo	05°24'06"S 38°16'25"W	81	25	▲ ▲ ▲
Amontada	03°16'19"S 39°54'52"W	45	35	▲ ▲ ▲
Aquiraz	03°57'07"S 38°27'15"W	32	45	▲ ▲ ▲ ▲
Aracati	04°34'59"S 37°46'49"W	10	10	▲ ▲
Barroquinha	03°01'49"S 41°06'07"W	10	25	▲ ▲ ▲
Beberibe	04°32'07"S 38°17'37"W	103	30	▲ ▲ ▲
Bela Cruz	03°07'39"S 40°09'05"W	26	30	▲ ▲ ▲
Camocim	03°01'42"S 41°05'41"W	10	30	▲ ▲ ▲
Canindé	04°20'57"S 39°18'33"W	161	13	▲ ▲ ▲
Capistrano	04°29'43"S 8°53'09"W	216	5	▲
Cariré	03°56'36"S 40°28'55"W	149	3	▲
Cascavel	04°11'07"S 38°13'07"W	14	30	▲ ▲ ▲
Caucaia	03°39'09"S 38°49'21"W	49	60	▲ ▲ ▲ ▲
Chaval	03°02'40"S 41°14'11"W	9	50	▲ ▲ ▲ ▲
Chorozinho	04°17'07"S 38°30'03"W	50	20	▲ ▲
Coreaú	03°38'06"S 40°37'32"W	127	8	▲ ▲
Cruz	02°54'09"S 40°10'19"W	15	5	▲
Eusébio	03°53'25"S 38°27'50"W	26	15	▲ ▲
Freicheirinha	03°46'07"S 40°49'27"W	123	5	▲
Granja	03°19'12"S 40°59'11"W	77	50	▲ ▲ ▲ ▲
Groaíras	03°54'31"S 40°22'46"W	70	5	▲
Ibaretama	04°45'13"S 38°44'07"W	115	40	▲ ▲ ▲
Ibicuitinga	05°00'24"S 38°33'06"W	9.7	3	▲
Icó	06°18'09"S 38°43'09"W	203	5	▲
Itaiçaba	04°42'27"S 37°50'40"W	18	20	▲ ▲
Itapagé	03°45'31"S 39°28'04"W	247	6	▲
Itapipoca	03°31'05"S 39°29'36"W	87	6	▲
Itapiúna	04°37'35"S 38°55'08"W	149	5	▲
Itarema	03°14'51"S 39°54'53"W	42	4	▲
Itatira	04°41'53"S 39°27'47"W	355	5	▲
Jaguaruana	04°42'27"S 37°50'40"W	18	50	▲ ▲ ▲ ▲
Limoeiro do Norte	05°06'06"S 38°03'58"W	47	45	▲ ▲ ▲ ▲
Maranguape	04°00'08"S 38°56'39"W	96	5	▲
Marco	03°07'39"S 40°09'05"W	26	40	▲ ▲ ▲
Massapê	03°24'44"S 40°15'45"W	77	2	▲
Monsenhor Tabosa	04°47'22"S 40°03'38"W	710	3	▲
Morada Nova	05°06'06"S 38°15'17"W	82	15	▲ ▲

Moraújo	03°25'59"S	40°40'44"W	60	5	▲
Morrinhos	03°14'20"S	40°07' 00"W	42	40	▲ ▲ ▲
Mulungu	04°18'20"S	38°59'47"W	801	1	▲
Pacajus	04°13'49"S	38°28'06"W	66	5	▲
Pacatuba	04°00'18"S	38°35'09"W	69	45	▲ ▲ ▲ ▲
Palhano	04°46'33"S	38°02'09"W	66	30	▲ ▲ ▲
Palmácia	04°15'13"S	38°84'07"W	704	1	▲
Paracuru	03°34'57"S	39°01'08"W	28	20	▲ ▲
Pentecostes	03°47'21"S	39°17'50"W	43	10	▲ ▲
Quixadá	04°57'15"S	39°01'07"W	24.6	35	▲ ▲ ▲
Quixeré	05°04'09"S	37°59'07"W	50	15	▲ ▲
Russas	04°57'48"S	37°59'08"W	47	40	▲ ▲ ▲
S. G. do Amarante	03°36'08"S	38°57'08"W	39	50	▲ ▲ ▲ ▲
Santa Quitéria	03°59'46"S	40°05'07"W	181	10	▲
Santana do Acaraú	03°26'18"S	40°13'08"W	61	5	▲ ▲
São Luiz do Curu	03°40'46"S	39°15'04"W	88	35	▲ ▲ ▲
Senador Pompeu	05°31'06"S	39°28'03"W	316	8	▲
Senador Sá	03°20'48"S	40°28'05"W	139	2	▲
Sobral	03°57'58"S	40°03'33"W	70	15	▲ ▲
Tabuleiro do Norte	05°11'08"S	38°07'23"W	53	5	▲
Tairi	03°16'40"S	39°16'08"W	18	5	▲
Tururu	03°35'58"S	39°26'44"W	136	5	▲
Umirim	03°40'30"S	39°14'31"W	40	25	▲ ▲ ▲
Uruoca	03°18'58"S	40°31'56"W	149	1	▲
Varjota	04°14'40"S	40°26'27"W	183	5	▲
Viçosa do Ceará	03°24'07"S	41°00'34"W	98	2	▲
Piauí					
Campo Maior	04°46'51"S	42°06'57"W	120	2	▲
Luís Correia	02°53'47"S	41°39'33"W	13	15	▲ ▲
Parnaíba	02°54'14"S	41°46'35"W	398	10	▲
Piracuruca	03°55'41"S	41°42'42"W	76	15	▲ ▲
Piripiri	04°20'13"S	41°47'44"W	150	20	▲ ▲
Paraíba					
S. J. Rio do Peixe	06°46'08"S	38°28'06"W	326	5	▲
Sousa	06°43'52"S	38°15'40"W	38	5	▲
Rio Grande do Norte					
Apodi	05°35'06"S	37°49'08"W	120	10	▲
Felipe Guerra	05°31'23"S	37°38'30"W	100	5	▲
Total				1265	

Um ▲ triângulo, risco baixo (0 – 5 ha); dois ▲▲, risco médio (6 – 10 ha); três ▲▲▲, alto risco (11 – 20 ha); quatro ▲▲▲▲, risco extremo (20 – 40 ha). msm = metro sobre o nível do mar.

um impacto direto e significativo e reduziu o corte de folhas e conseqüente produção de cera porque

as plantas impedem o acesso às palmeiras. Isso resulta em danos à economia local, regional,

nacional e internacional.

Quando as florestas de *C. prunifera* estão livres de seringueira (Fig. 3a), elas são capazes de produzir a cera que é extraída das folhas quando desidratadas. Nessas condições, os trabalhadores conseguem remover o material vegetal com mais facilidade e em maior quantidade, pois não terão que lidar com populações densas da planta invasora presentes na base e na coroa da palmeira (Fig. 3b).

Após análises florais e comparações com chave de identificação, registramos a ocorrência

da *C. madagascariensis*, *C. grandiflora* e ainda de uma espécie híbrida com características florais intermediárias entre as duas espécies citadas. *C. madagascariensis* está distribuída em todos os municípios estudados. *C. grandiflora* possui uma distribuição mais restrita, somente em dois municípios, ambos no Ceará (Aquiraz e Pacatuba). A espécie híbrida foi encontrada em dez municípios, nove deles no Ceará e um na Paraíba (São João do Rio do Peixe) (Figura 4).



Figura 3. Florestas de *Copernicia prunifera* (Mill.) H.E.Moore no Ceará sem infestação (a); com infestação de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer (b).



Figura 4. Arbusto de *C. madagascariensis* com flores e frutos (a); Flor pentâmera (b); Flor tetrâmera (c); Frutos de *C. madagascariensis* (d) *C. grandiflora* (e).

As espécies registradas não crescem de

forma isolada, ou seja, onde há populações de *C.*

madagascariensis pode haver também no mesmo local indivíduos de *Cryptostegia grandiflora* e a da espécie híbrida. A diferenciação das espécies é feita por meio de caracteres morfológicos relacionados aos elementos da coroa das flores

que estão presentes durante o ano todo, *C. grandiflora* possui todos os elementos da coroa bífidos, enquanto a *C. madagascariensis* são todos simples, e a espécie híbrida contém simples e bífidos como mostra a Figura 5.

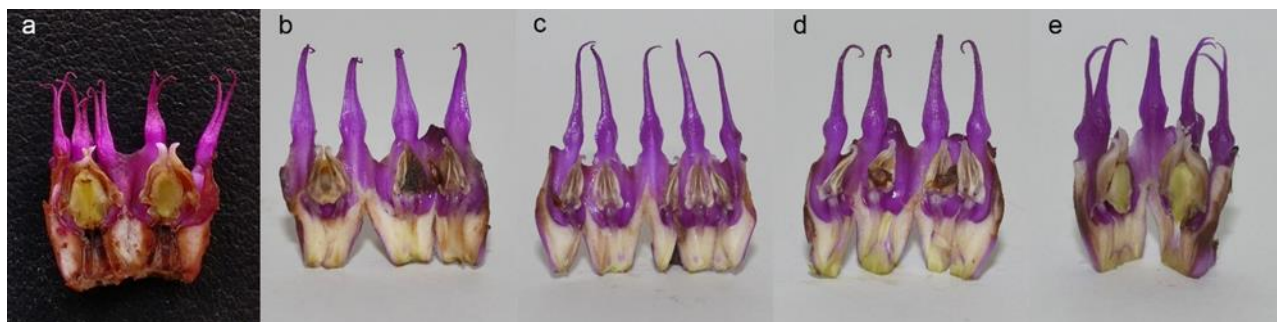


Figura 5. Elementos da coroa das flores das espécies registradas. Flor pentâmera da *C. madagascariensis* (a); Flor de tetrâmera de *C. madagascariensis* (b); Flor pentâmera da *C. grandiflora* (c); Flor de tetrâmera da *C. grandiflora* (d); Flor de pentâmera da espécie híbrida (e).

Além dos caracteres botânicos morfológicos, também foram encontrados parâmetros numéricos nas estruturas reprodutivas que se baseiam em caracteres específicos como lenticelas, folhas, flores, frutos e sementes. A biometria dessas partes permitiu estabelecer valores médios numéricos para cada espécie. Por exemplo, frutos de *C. madagascariensis* tinham em média 8 cm de comprimento, frutos de *C. grandiflora* 8,4 cm de comprimento e frutos da espécie híbrida, 8,3 cm de comprimento. Quanto ao número de sementes por fruto, *C. madagascariensis* teve em média 104, *C. grandiflora* 122 e o híbrido 114. Quanto ao número de lenticelas em hastes de 20 cm, *C. madagascariensis* teve 58, *C. grandiflora* 62, e o híbrido teve 54.

Apesar das análises de todos os caracteres botânicos numéricos e morfológicos para diferenciação entre as plantas estudadas, o principal fator de diferenciação foi relacionado à morfologia floral, especificamente os elementos Corolline coroa. Os demais parâmetros analisados apresentaram grande variabilidade morfológica e numérica, sendo, portanto, complementares na diferenciação de cada espécie do gênero *Cryptostegia*.

Discussão

Os resultados indicam *Cryptostegia madagascariensis* como uma espécie invasora

com alta intensidade de invasão e distribuição nos ambientes estudados, já *C. grandiflora* ainda não pode ser considerada invasora devido a sua baixa distribuição e intensidade de invasão, enquanto a espécie híbrida.

Sousa et al. (2016), relataram a presença da *C. madagascariensis* no semiárido cearense, causando impactos negativos a vegetação nativa da Caatinga por meio do seu hábito de crescimento, formando grandes maciços populacionais. Contudo o estudo não mostra uma caracterização botânica da espécie. Os indivíduos crescem entremeados ou se projetam sobre a copa das árvores nativas. Dessa forma, a invasora acaba prejudicando a absorção de luz pelas outras espécies, levando-as assim ao tombamento.

Além do estado do Ceará, há evidências de que infestações generalizadas ocorrem em muitas áreas de Nordeste do Brasil, inclusive nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte (Medeiros et al., 2018). As áreas mais comuns de se encontrar essa espécie com densas populações são em ecossistemas de Caatinga e/ou áreas alagadas após a estação de chuvas de maio e junho. No que diz respeito a *C. madagascariensis*, foi possível perceber que essa espécie possui uma grande área de abrangência geográfica, causando impacto em vários estados do nordeste do Brasil, principalmente em bosques naturais da palmeira endêmica *C. prunifera*. Brito et al. (2015), estudaram as modificações de crescimento de acordo com a disponibilidade de luz da espécie

invasora *C. madagascariensis*, e constataram que essa planta possui um investimento maior em altura ou na formação de ramos laterais, essas características conferem a essa planta a capacidade de escalar e se sobrepor às espécies nativas e consequentemente provocar a morte dessas por sombreamento, como acontece com muitas populações de *C. prunifera* causando assim danos ecológicos, econômicos e sociais.

Harris e Gallagher (2011), afirmaram que espécies vegetais exóticas trepadoras representam o grupo mais agressivo de plantas invasoras devido ao seu hábito de escalar outros indivíduos, conseguindo assim explorar ambientes com maior luminosidade como áreas abertas ou bordas de ecossistemas naturais e com boa disponibilidade hídrica, a exemplo das matas ciliares causando sufocamento da planta hospedeira levando-as a morte. A atividade invasora da *C. madagascariensis* pode ser observada ocupando desde os ambientes com déficit hídrico ou mais secos aos mais alagados, principalmente em áreas de matas ciliares. Sousa et al. (2017) mostrou que essa planta, inclusive afeta o banco de sementes do solo, impedindo a regeneração natural de espécies nativas da Caatinga.

Além de provocar alterações na composição florística e na estrutura das comunidades vegetais da Caatinga, a espécie *C. madagascariensis* apresenta-se ainda como uma ameaça à fruticultura, pois ela serve de hospedeira para a cochonilha *Orthezia praelonga* (Sousa et al., 2016). No Brasil, *O. praelonga* é considerada como sendo a principal cochonilha que ataca os *Citrus* spp., assumindo uma grande importância como praga nos últimos anos na citricultura e também na floricultura. No Ceará, por exemplo, existem vários municípios que estão envolvidos com o mercado da produção da cera vegetal da *C. prunifera* como: Granja, Camocim, Moraújo, Santana do Acaraú, Morrinhos e Cariré, Russas, Morada Nova, Aracati, Itarema, Canindé, São Gonçalo do Amarante, Pacatuba e Sobral. No Piauí, os municípios de Campo Maior, Piripiri e Paranaíba são os principais polos econômicos produtores da cera dessa palmeira (Ximenes Neto et al., 2019). Já no Rio Grande do Norte, os municípios mais representativos nesse mercado, é o Apodi e Felipe Guerra (Queiroga et al., 2017). Todos os municípios citados acima foram visitados e comprovados que grande parte dos bosques de *C. prunifera* estão com infestação da invasora, fato que é extremamente preocupante

para a economia da região (Tabela 1).

As variações morfológicas observadas nas folhas das três espécies de *Cryptostegia* podem aumentar a captação de luz solar e as mudanças na alocação de biomassa entre os diferentes órgãos determinam o sucesso dessa planta invasora durante o crescimento inicial (Brito et al., 2015). Essa capacidade de variações morfológicas confere a essa planta um grande potencial de colonização nos mais diversos tipos de climas e solos como ocorreu em outros países como no México (Rodríguez-Estrella et al., 2010) e Etiópia (Luizza et al., 2016). Nos estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, os picos de floração da *C. madagascariensis* ocorrem principalmente durante a estação chuvosa, de fevereiro a maio (FUNCEME, 2019), e os frutos maduros podem ser observados cerca de seis meses depois; contrário ao observado por Vieira et al. (2004) que indicou que a floração se dá nos meses de novembro e dezembro para o estado de Minas Gerais situado da região sudeste do Brasil.

A presença dessas espécies na região Nordeste do Brasil poderá trazer futuramente danos catastróficos não somente para a biodiversidade nativa, mas também para economia local, regional, nacional e internacional, de forma similar ao que já aconteceu na Austrália (Mcfadyen & Marohasy, 1990). No caso da economia gerada em torno da cera vegetal da *C. prunifera*, de acordo com a GRV (2019), os subprodutos da *C. prunifera*, por exemplo, possuem uma grande relevância mundial, visto que os cosméticos representaram mais de 24% do volume de consumo em 2015 devido à alta demanda pela cera como agente de revestimento em cores para lápis labial, condicionadores e géis para cabelo. A demanda crescente pelo produto na fabricação de cosméticos, devido à sua natureza orgânica, deve impulsionar o crescimento da indústria.

Os impactos de espécies do gênero *Cryptostegia* tem causado sérios danos a biodiversidade nativa não somente no Brasil, mas também em vários outros países do mundo (Tomley & Evans, 2004). No norte da Austrália, a *C. grandiflora* tem afetado negativamente os ninhos de crocodilianos como ocorreu com a espécie *Crocodylus porosus* Schneider 1801, superando a vegetação mais adequada para a construção de ninhos (Somaweera et al., 2018). Na Etiópia, a *C. grandiflora* é abundante e está se espalhando rapidamente na margem oeste do

Parque Nacional Awash, onde está sufocando espécies nativas de acácia e deslocando espécies valiosas de forragem, representando uma ameaça à pecuária na região (Luizza et al., 2016).

Em Porto Rico e nas Ilhas Virgens, as florestas costeiras com a presença de grandes populações de *C. madagascariensis* se espalham rapidamente, escalando árvores na periferia da floresta e lentamente se introduzem pelo interior do bosque (Gracia et al., 2019). Igualmente, os mesmos autores citam que na Colômbia, a *C. madagascariensis*, está formando matas densas e impenetráveis, está subindo e cobrindo árvores, e aos poucos vai substituindo a vegetação nativa existente nas dunas. Na Baja Califórnia – México, a *C. grandiflora*, cobre densamente árvores e arbustos de mais de 20 espécies de plantas, algumas endêmicas como é o caso da palmeira *Washingtonia robusta* e também de outras plantas-chave para aves endêmicas e migratórias, como a *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud) (Gracia et al., 2019). Marohasy e Forster (1991), concluíram que espécies desse gênero parecem estarem limitadas a regiões com precipitação abaixo de 1800 mm e altitude abaixo de 600 m. *C. madagascariensis* consegue crescer e se desenvolver comumente em áreas abaixo de 500-600 m de altitude, onde a precipitação anual varia de 400 a 2400 mm, sendo capaz de estender seu alcance em áreas mais secas com 400 mm ou menos de precipitação anual (ISSG, 2010).

Em Madagascar, a *C. madagascariensis* é encontrada em habitats semelhantes às de *C. grandiflora*, podendo ser encontrada em altitudes a partir do nível do mar até 700 m alt., geralmente em pleno sol, crescendo desde florestas secas, savanas, pastagens perturbadas, em solo laterítico e areia, muitas vezes em leitos de rios, enquanto *C. grandiflora* é distribuída principalmente nos domínios mais secos, crescendo ao nível do mar até 600 m alt., geralmente em pleno sol (Klackenberg, 2001). Os ambientes citados acima estão de acordo com os registros dessas espécies nesse estudo, o que sugere que o padrão de distribuição aqui no Brasil é semelhante aos de outros países.

No nosso registro também observamos que espécies desse gênero tiveram ocorrência no semiárido brasileiro onde a média de precipitação está entre 280 a 800 mm, porém a ocorrência dessa espécie chegou a ser em altitudes acima de 800 m, o que indica que essas espécies podem ter uma maior distribuição no Nordeste do Brasil. De

acordo com a descrição dos ambientes citados acima onde a *C. madagascariensis* está distribuída, pode-se inferir que o semiárido brasileiro é uma região propícia para o seu estabelecimento uma vez que, tem alta incidência solar, possui florestas secas e savanas como a Caatinga, presença de rios intermitentes e áreas de pastagens perturbadas (Souza et al., 2017).

Em Madagascar, ambas as espécies possuem uma estreita relação genética e de ocupação de habitats semelhantes. A *C. madagascariensis* pode superar *C. grandiflora* em ambientes mais úmidos, porém na ausência desta competição, a *C. grandiflora* pode persistir em condições úmidas. Em nosso estudo, encontramos as espécies em condições semelhantes às apresentadas acima, em ambientes úmidos e secos foi encontrado um domínio das populações de *C. madagascariensis*, e a *C. grandiflora* foi registrada em áreas úmidas e restritas, sem competição com a *C. madagascariensis*.

Nossos resultados indicam ainda que a *C. madagascariensis* está mais amplamente distribuída do que a *C. grandiflora* nos ambientes estudados do Nordeste do Brasil. Brito et al. (2006), Lorenzi e Souza (2010), Siqueira Filho (2012), Zenni e Ziller (2011), Leão et al. (2011), Souza e Lorenzi (2019), afirmaram que a *C. grandiflora* é mais frequente nas regiões semiáridas no Nordeste do Brasil. Contudo, nosso trabalho mostra o contrário, a ocorrência da *C. grandiflora* se deu em apenas 6% das áreas estudadas, a *C. madagascariensis* em 62% e a espécie híbrida 32%. Dessa forma, comprovamos que a distribuição da *C. grandiflora* nos ambientes visitados é bastante restrita, sendo a *C. madagascariensis* e a híbrida as espécies que estão mais distribuídas nessa região.

Na família Apocynaceae, a estrutura floral conhecida como coroa é uma das características mais frequentemente utilizadas para identificação e classificação de táxons (Liede & Kunze, 1993). Coronas são localizadas nos seios das pétalas, são encontradas em algumas Apocynaceae (Kunze, 1990). Nas espécies do gênero *Cryptostegia* estudadas, identificamos a presença da coroa com duas formas diferentes: simples e bífidas (Figura 3). *C. madagascariensis* visualmente é semelhante a *C. grandiflora*, mas diferem principalmente na morfologia das flores e frutos. *C. madagascariensis* tem flores com lobos de coroa simples e folículos com 5,8 a 13 cm de comprimento. Por outro lado, *C. grandiflora*

possui flores com uma coroa com lobos bífidos e folículos de 10 a 15,4 cm de comprimento (Acevedo-Rodríguez, 2005). Contudo, híbridos formados entre *C. grandiflora* e *C. madagascariensis* foram relatados para Madagascar. Estes híbridos podem ser distinguidos pela morfologia floral intermediária (Marohasy & Forster, 1991). Tais aspectos foram mostrados nesse trabalho, onde foi possível registrar essas três variações morfológicas da coroa nos ambientes visitados, entretanto a morfologia dos frutos foi bastante variável não sendo possível distingui-las dessa forma.

Além disso, espécies do gênero *Cryptostegia* são caracterizadas por apresentarem cálice de cinco sépalas, corola com cinco pétalas e coroa de cinco lóbulos (Acevedo-Rodríguez 2005). Com tudo, nossos resultados mostraram que pode haver variações relacionadas a quantidade dessas estruturas, podendo variar de quatro a cinco, sendo que cinco é a mais comum de ser encontrada nas áreas estudadas (Figura 6 e 7). Polhamus et al. (1934), afirmaram que a *C. madagascariensis* e a espécie híbrida possuem lenticelas em pequena quantidade e largas, enquanto que a *C. grandiflora* tem muitas e de tamanho pequeno. Acevedo-Rodríguez (2005), também confirmou que a *C. grandiflora* possui maior quantidade de lenticelas em relação a *C. madagascariensis*. Nossos resultados estão de acordo com os autores apresentados acima, uma vez que a *C. grandiflora* possui uma maior quantidade de lenticelas quando comparada *C. madagascariensis* e a espécie híbrida.

Em relação ao comprimento do fruto, Marohasy e Foster (1991) indicaram que a *C. madagascariensis* possui folículos que de 5.8-9.9 cm, enquanto que a *C. grandiflora* varia de 10-15.4 cm de comprimento. Polhamus et al. (1934), apresentaram para *C. grandiflora* 11-12.5 cm e 7.5-9 cm para *C. madagascariensis*. Por fim, Klackenberg (2001), apontaram para *C. grandiflora* valores entre 10-15.4 cm 5.8-9.9 cm e 8-13.5 cm (5-)7-9 cm para *C. madagascariensis*. Neste estudo, o comprimento médio dos frutos de *C. madagascariensis* foi de 8 cm, concordando com os autores acima. Já *C. grandiflora* apresentou um comprimento de 8,4 cm, inferior ao encontrado pelos autores citados.

Vieira et al. (2004), encontrou valores médios de 96,5 sementes por fruto da *C. madagascariensis*, mostrando-se uma quantidade inferior à que foi apresentada em este estudo, o

qual a *C. madagascariensis* obteve uma média 104. Grice (1996) registrou 279 sementes por fruto, no presente estudo a *C. grandiflora* apresentou uma média de 122 sementes por fruto. Curtis (1946), registrou 668 sementes por fruto em *C. grandiflora*, 194 em *C. madagascariensis* e 470 na espécie híbrida. As diferenças podem estar relacionadas ao que os autores consideraram como fruto: ou cada um dos folículos produzidos por uma flor, ou se os dois folículos por flor; Vieira et al. (2004). Neste estudo, consideramos como fruto cada um dos folículos produzidos por uma flor.

Conclusões

A espécie invasora causa a morte de milhares de indivíduos adultos de *Copernicia prunifera* e impede a regeneração natural da palmeira e de outras plantas nativas da Caatinga.

Nos ambientes estudados foram registradas as ocorrências de *C. madagascariensis* em todos os estados visitados, *C. grandiflora* apenas no Ceará e ainda de uma espécie híbrida na Paraíba e Ceará, que até então não havia sido registrada para o Brasil. Além disso, nossos resultados indicaram que há uma variação morfológica floral em *C. madagascariensis* e *C. grandiflora*, onde foram encontradas flores pentâmeras, como já foi descrito na literatura, mas também flores tetrâmeras, até então não relatados na literatura. A área estimada invadida por essas espécies nos municípios dos estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba é de cerca de 1.265 hectares, mas é bem provável que esse número seja muito maior e com expectativa de aumento nos próximos anos devido à falta de de gestão e controle dessas plantas.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela bolsa de pós-graduação; à Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE) e à Associação Caatinga por financiar as expedições de campo necessárias para a realização deste trabalho.

Referências

Acevedo-Rodríguez, P. (2005). Vines and Climbing Plants of Puerto Rico and the Virgin

- Islands. Washington, DC: Smithsonian Institution 51, 483.
- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., & Spararovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift* 22, 711-728.
- Araújo, H.T.N., Brito, S.F., Pinheiro, C.L., & Medeiros-Filho, S.M. (2017). A alelopatia aumenta o potencial invasor de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.?. *Enciclopédia Biosfera* 14, 1-12.
- Barbosa, E.M., Bonilla, O.H., Lucena, E.M.de.P., Araújo, L.M.A., & Oliveira, S.R. (2019). Estrutura de um Fragmento de Caatinga Infestado por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer. *Revista Brasileira de Geografia Física* 12, 1952-1966.
- Brito, A.E.R.M., Madeira, Z.R., Costa, F.A.P.da., Nunes, E.P., Matias, L.Q., & Silva, F.H.M. Vegetação costeira do Nordeste semi-árido: Guia ilustrado. *Fortaleza: Edições UFC* 1, 274.
- Brito, S.F.de., Pinheiro, C.L., Nogueira, F.C.B., Filho, S.M., & Matos, D.M.S. (2015). Influence of light on the initial growth of invasive *Cryptostegia madagascariensis* Bojer in the Brazilian semiarid region. *Acta Scientiarum Biological Sciences*. 37, 385-392.
- Curtis, J.T. (1946). Some factors affecting fruit production by *Cryptostegia*. *American Journal of Botany* 33, 763-769.
- Diagne, C., Leroy, B., Vaissière, A.C., Gozlan, R.E., Roiz, D., Jaric, I., Salles, J.M., Bradshaw, C.J.A., & Courchamp, F. (2021). High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature* 1, 1-18.
- Gracia, A.C., Rangel-Buitrago, N., & Castro-Barros, J.D. (2019). Non-native plant species in the Atlantico Department Coastal Dune Systems, Caribbean of Colombia: A new management challenge. *Marine Pollution Bulletin*, 141, 603-610.
- Grice, A.C., (1996). Seed production, dispersal and germination in *Cryptostegia grandiflora* and *Ziziphus mauritiana*, two invasive shrubs in tropical woodlands of northern Australia. *Australian Journal of Ecology* 21, 324-331.
- GVR. Grand View Research, (2019). Carnauba Wax Market Size Worth \$334.9 Million By 2024 [Online]. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-carnauba-wax-market>>. Acesso em: 19 de set. 2019.
- Harris, C.J., & Gallagher, R.C., (2011). Vines and Lianas. University of California Press s/v, 680-684.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (2019). Extração vegetal e Silvicultura [Online]. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/0?localidade1=23&localidade2=22>>. Acesso em: 21 de nov. 2019.
- ISSG. Invasive Species Specialist Group, (2010). *Cryptostegia madagascariensis* (vine, climber) [Online]. Disponível em: <<http://issg.org/database/species/ecology.asp?si=1628&fr=1&sts=&lang=EN>>. Acesso em 22 de set. 2019.
- Klackenberg, J., (2011). Revision of the genus *Cryptostegia* R. Br. (Apocynaceae, Periplocoideae). *Adansonia* 23, 205–218.
- Kunze, H., (1990). Morphology and evolution of the corona in Asclepiadaceae and related families. Stuttgart: Steiner Verlag, 51.
- Leão, T.C.C., Almeida, W.R.de., Dechoum, M.de.S., & Ziller, S.R. (2011). Espécies exóticas invasoras do Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. *Recife: Cepan*, 101.
- Liede, S., & Kunze, H.A. (1993). descriptive system for corona analysis in Asclepiadaceae and Periplocaceae. *Plant Systematics and Evolution* 185, 275-284.
- Lorenzi, H., & Souza, H.M.de. (2010). Plantas Ornamentais no Brasil: Arbustivas, herbáceas e trepadeiras. *Nova Odessa: Instituto Plantarum* 2, 1087.
- Luizza, M.W., Wakie, T., Evangelista, P.H., & Jarnevich, C.S. (2016). Integrating local pastoral knowledge, participatory mapping, and species distribution modeling for risk assessment of invasive rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*) in Ethiopia's Afar region. *Ecology and Society* 21, 1-22.
- Marohasy, J., & Forster, P.I. (1991). A taxonomic revision of *Cryptostegia* R. Br. (Asclepiadaceae: Periplocoideae). *Australian Systematic Botany* 4, 571-577.
- McFadyen, R.E., & Marohasy, J.J. (1990). A leaf feeding moth, *Euclasta whalleyi* [Lep.: Pyralidae] for the biological control of *Cryptostegia grandiflora* [Asclepiadaceae] in Queensland, Australia. *Entomophaga* 35, 431-435.

- Medeiros, J.dos.S.de., Mesquita, F.de.O., Andrade, L.A.de., Oliveira, C.J.de., Souza, E.M., & Souza, J.K.C.de. (2018). Invasão biológica por *Cryptostegia madagascariensis*: uma abordagem voltada para estresses abióticos. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza* 2, 36-47.
- Medeiros, J.dos.S.de., Mesquita, F.de.O., Andrade, L.A.de., Oliveira, C.J.de., & Souza, E.M.de. (2019). Potencial da espécie invasora *Cryptostegia madagascariensis* em solos salinizados. *Research and Teaching in Exact and Natural Sciences* 3, 1-11.
- Novoa, A., Richardson, D.M., & Wilson, J.R.U. (2020). Invasion syndromes: a systematic approach for predicting biological invasions and facilitating effective management. *Biological Invasions* 22, 1801-1820.
- Papp, L., Leeuwen, B.V., Szilassi, P., Tobak, Z., Szatmári, J., Árvai, M., Mészáros, J., & Pásztor, L. (2021). Monitoring Invasive Plant Species Using Hyperspectral Remote Sensing Data. *Land* 1, 1-29.
- Polhamus, L.G., HILL, H.H., & Elder, J.A., (1934). The rubber content of two species of *Cryptostegia* and of an interspecific hybrid in florida. *WASHINGTON, D.C.: Department of Agriculture* 457, 35.
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kuhn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., Kleunen, M.V., Vilà, M., Wingfield, M.J., & Richardson, D.M. (2020). Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95, 1511-1534.
- Queiroga, V.de.P., Assunção, M.V., Almeida, F.de.A.C., & Albuquerque, E.M.B.de. (2017). Carnaubeira: tecnologias de plantio e aproveitamento industrial. *Campina Grande: A Barriguda* 2, 261.
- Redding, D.W., Pigot, A.L., Dyer, E.E., Sekercioglu, Ç.H., Kark, S., & Blackburn, T.M. (2019). Location-level processes drive the establishment of alien bird populations worldwide. *Nature* 571, 103-106.
- Silva, M.L.M.da., Andrade, L.A.de., Souza, E.M.de., & Silva, P.C.da.C. (2017). Aspectos reprodutivos e potencial de emergência de plântulas de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. *Ciência Florestal* 4, 1297-1309.
- Simberloff, D., Barney, J.N., Mack, R.N., Carlton, J.T., Reaser, J.K., Stewart, B.S., Tabor, G., Lane, E.M., Hyatt, W., Malcom, J.W., Buchanan, L., & Meyerson, L.A. (2020). U.S. action lowers barriers to invasive species. *Science* 6478, 636-636.
- Siqueira Filho, J.A., (2012) Flora das Caatingas do Rio São Francisco: História Natural e Conservação. *Andrea jakobsson*, 552.
- Somaweera, R., Brien, M.L., Platt, S.G., Manolis, C., & Webber, B.L. (2018) Direct and indirect interactions with vegetation shape crocodylian ecology at multiple scales. *Freshwater Biology* 64, 257-268.
- Sousa, F.Q.de, Andrade, L.A.de., & Xavier, K.R.F. (2016). *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 11, 39-45.
- Sousa, F.Q.de., Andrade, L.A.de., Silva, P.C.C., Sousa, B.C.Q.de., Xavier, K.R.F. (2017) Banco de sementes do solo de caatinga invadida por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. *Brazilian Journal Of Agricultural Sciences* 12, 220-226.
- Sousa, R.F.de., Silva, R.A.R., Rocha, T.G.F., Santana, J.A.da.S., & Vieira, F.de.A. (2015). Etnoecologia e etnobotânica da palmeira carnaúba no semiárido brasileiro. *Cerne* 21, 587-594.
- Souza, M.P.de, Coutinho, J.M.da.C.P., Silva, L.S.da., Amorim, F.S., & Alves, A. (2017). Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 12, 210-217.
- Souza, V.C., & LORENZI, H., (2019). Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG IV. *Instituto Plantarum* 4, 768.
- Tomley, A.J., & Evans, H.C., (2004). Establishment of, and preliminary impact studies on, the rust, *Maravalia cryptostegiae*, of the invasive alien weed, *Cryptostegia grandiflora* in Queensland, Australia. *Plant Pathology* 53, 475-484.
- Vieira, M.F., Leite, M. S. de. O., Grossi, J.A.S., & Alvarenga, E.M. (2004). Biologia reprodutiva de *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. (Periplocoideae, Apocynaceae),

espécie ornamental e exótica no Brasil.
Bragantia 63, 325-334.

Ximenes Neto, F. R. G.; Crispin, F. S. P.; Braga,
P. E. T. (2019). Processos produtivos de

trabalhadores rurais no extrativismo da palha
de carnaúba. *Interações*, v. 20, n. 4, p. 1263-
1273. Doi:

<http://dx.doi.org/10.20435/inter.v20i4.1880>

Zenni, R.D., & Ziller, S.R., (2011). An overview
of invasive plants in Brazil. *Revista Brasileira
de Botânica* 34, 431-446.