

**REFLEXÕES ACERCA DAS PRODUÇÕES CIENTÍFICAS REALIZADAS COM A
Prosopis juliflora (Sw.) DC. (Leguminosae) E OS DESDOBRAMENTOS
SOCIOAMBIENTAIS DA SUA INSERÇÃO NO SEMIÁRIDO NORDESTINO**

Reflections on scientific productions carried out with *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Leguminosae) and the socio-environmental consequences of its insertion in the Northeastern Semi-arid

Reflexiones sobre las producciones científicas realizadas con *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Leguminosae) y las consecuencias socioambientales de su inserción en el semiárido nordestino

Philippe Damasceno Pedreira
Universidade Estadual de Feira de Santana
philipe.geo@gmail.com

Jocimara Souza Britto Lobão
Universidade Estadual de Feira de Santana
juci.lobao@gmail.com

Rodrigo Nogueira de Vasconcelos
Universidade Estadual de Feira de Santana
rnvufsppgm@gmail.com

Resumo

O Semiárido brasileiro possui características marcantes nos seus aspectos socioambientais, em destaque as questões climáticas e hídricas, além do fenômeno das secas e do processo de desertificação que se materializa na interface da relação entre a sociedade e a natureza. Ainda neste sentido, tem-se o setor das atividades financeiras influenciadas pelo poder das oligarquias locais. No entanto, políticas públicas são exercidas na região, entre tais políticas, cita-se o incentivo à introdução da espécie vegetal, *Prosopis juliflora* (Sw.)DC., com inserção influenciada pelas suas características como o alto potencial forrageiro e a adaptabilidade de manter-se verde em pleno período seco, o que seria assim, a espécie “salvadora” e com alternativas socioeconômicas ao Semiárido. No entanto, passadas décadas da inserção das algarobeiras surgiram pesquisas acerca do seu comportamento como espécie invasora, com estudos que demonstraram relações da espécie com diminuição da riqueza da fitodiversidade da Caatinga, entre outros impactos, que muitas vezes conduzem à desertificação. Visto a dualidade que a espécie representa, buscou-se analisar as produções científicas acerca das percepções e da sua trajetória, que vai desde o aporte sociopolítico de sua inserção ao seu enquadramento como problemática ambiental. Para isso, aplicou-se a análise de produções científicas regidas em princípios estatísticos que utilizam de indicadores bibliométricos. Assim o estudo veio a demonstrar as tendências e correntes das produções a nível global e

regional, retratando todo o histórico de introdução da espécie e dissertando acerca da sua relevância socioeconômica e do seu comportamento como espécie invasora e impactos ambientais.

Palavras-chave: Semiárido; Bibliometria; Plantas invasoras; *Prosopis*; Caatinga

Abstract

Brazilian semi-arid region has remarkable characteristics in its socioenvironmental aspects, in particular, the climatic and water issues, besides to the phenomenon of droughts and desertification process that materializes at the interface of the relationship between society and nature. Also, there is the sector of financial activities influenced by the power of local oligarchies. Despite of this, public policies are exercised in the region. Among such policies, there is an incentive to introduce an invasive plant species, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., with insertion was influenced by its features such as the high forage potential and its green foliage even in the middle of the drought period, what would it be like the “saving” species and a socioeconomic alternatives to the Semi-Arid. However, decades after the insertion of the carob trees, research on its behavior as an invasive species emerged, with studies that demonstrated the species' relationship with biodiversity losses, a decrease in the richness of the Caatinga's phytodiversity, among other impacts, which often lead to desertification. Given the duality that the species represents, we sought to analyze the scientific productions about the perceptions and their trajectory, that goes from the socio-political contribution of its insertion to its framing as an environmental problem. For this, the analysis of scientific productions governed by statistical principles using bibliometric indicators was applied. Thus, the study came to demonstrate the production trends at global and regional level, representing the entire history of introduction of the species and talking about its socioeconomic relevance and its behavior as invasive species and its environmental impacts.

Keywords: Semi-arid; Bibliometric; Invasive Plants; Mesquite; Caatinga

Resumen

La región Semiárida brasileña tiene características sorprendentes en relación a sus aspectos socioambientales, en las cuales se destacan los temas climáticos e hídricos, además del fenómeno de las sequías y el proceso de desertificación que se materializa en la interfaz de la relación entre la sociedad y la naturaleza. En ese sentido, se tiene el sector de actividades financieras influenciado por el poder de las oligarquías locales. Sin embargo, políticas públicas son ejercidas en la región, entre tales políticas, se menciona el incentivo para introducir la especie de planta, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., inserción influenciada por sus características de alto potencial de forraje y la adaptabilidad del mantenerse verde en pleno período seco, con el propósito de ser una especie "salvadora" y además como alternativa socioeconómica al Semiárido. Sin embargo, décadas después de la inserción de las algarobearas, han surgido investigaciones sobre su comportamiento como especie invasora, con estudios que han demostrado relaciones de la especie con una disminución en la riqueza de la fitodiversidad de La Caatinga, entre otros impactos, que a menudo conducen a la desertificación. Dada la dualidad que representa la especie, se buscó analizar las producciones científicas sobre las percepciones y su trayectoria, que van desde la contribución sociopolítica de su inserción hasta su participación como un problema ambiental. Para esto, se realizó un análisis de investigaciones científicas utilizando indicadores bibliométricos los cuales están regidos por principios estadísticos. Es así, que el presente estudio llegó a demostrar las tendencias y líneas de producción a nivel mundial y regional, relatando toda la historia de la introducción de la especie, explicando la relevancia socioeconómica, y por último, su comportamiento como especie invasora y sus impactos ambientales.

Palabras clave: Semiárido; Bibliometría; Plantas Invasoras; Algarrobo; Caatinga

Introdução

A *Prosopis Juliflora*, popularmente conhecida como algaroba ou algarobeira, compreende uma espécie vegetal, encontrada em ambientes áridos e semiáridos, com áreas de ocorrência natural em regiões do México, América Central, norte da América do Sul (RIBASKY *et al.* 2009), além de África e Ásia (MUNIZ, 2009). Este vegetal tem sido manuseado para diversas finalidades, tais como: alimentação animal e humana, reflorestamento, paisagismo urbano e produção madeireira (LIMA, 2005) o que tem despertado interesse econômico em diferentes países. No Brasil, a algarobeira foi inserida de maneira inicial no estado de Pernambuco, na década de 1940 (LIMA, 2005), sobre ideais que perpassavam na promoção da espécie como “planta salvadora” para o Semiárido e que viria para contribuir ao desenvolvimento regional (CUNHA; SILVA, 2012).

Os discursos iniciais salientaram a algarobeira de acordo as suas características adaptativas, como resistência à seca, capacidade de manter-se verde em período seco e pela multiplicidade dos seus usos (LIMA, 2005; AMADOR, 2013), sobretudo, em servir de forragens para alimentação ao gado em pleno período de estiagem e reflorestamento em áreas desmatadas do bioma Caatinga (LIMA, 2005).

Durante as décadas iniciais de inserção da algarobeira no Brasil foram investidas pesquisas de incentivo ao seu desenvolvimento, por meio de programas no âmbito federal, estadual e municipal (CUNHA; SILVA, 2012). E com estes incentivos, a espécie foi sendo disseminada pelo Nordeste, com plantios realizados pela população e também pela regeneração ocorrida com a dispersão de sementes nas fezes dos animais (LIMA, 2005).

De fato, desde a inserção da algarobeira no Semiárido brasileiro, essa tornou-se alvo de pesquisas com reflexões acerca do potencial de sua utilização (DRUMOND, 1992; CAMPELO, 1997; LIMA, 1984; RIBASKY, 1986). Porém, mais recentemente, a algarobeira veio a ser estudada segundo fatores negativos (LIMA, 2005; PEGADO *et al.* 2006; ANDRADE *et al.* 2009), que relacionam à espécie a invasão biológica e com efeitos maléficis que podem conduzir o já frágil ambiente semiárido à desertificação.

As algarobeiras possuem percepções científicas marcantes, com desdobramentos que vão desde seus aspectos negativos e/ou positivos. Essa é uma dualidade exposta em estudos, primeiro que almejam salientar a sua importância, principalmente, com seu uso para a socioeconomia e noutro contexto pesquisas que dão ênfase aos impactos ambientais ocasionados ao bioma Caatinga.

Nesse sentido, buscou-se por meio desta pesquisa, contribuir com reflexões acerca da potencialidade socioeconômica da algarobeira e da sua representação como espécie invasora, além de compor a trajetória com os principais acontecimentos ideológicos e políticos que

culminaram na inserção da espécie no Semiárido nordestino. Para isso, utilizou-se do aporte metodológico da bibliometria, visto que, possui um potencial para análise das produções científicas. A bibliometria fornece um ferramental estatístico que permite mapear, dimensionar e avaliar informações sobre a produtividade científica (GUEDES; BORSHIVER, 2005; CAFÉ; BRASCHER, 2008). Essa ferramenta se apresenta como de relevância para o conhecimento do estado da arte sobre determinado conteúdo permitindo análises temporais, autorais e temáticas.

Sendo assim, com o presente estudo, objetivou-se refletir acerca das produções científicas, por meio da bibliometria com o intuito de realçar tendências e correntes dos estudos realizadas com a algarobeira. Ainda cabe ressaltar que não foram encontrados estudos bibliométricos com a espécie, o que justifica analisar a produtividade científica, pois contribuirá para a compreensão das duas principais percepções, primeiro acerca dos benefícios da espécie e segundo do seu comportamento como invasora, bem como dos desdobramentos socioambientais que sucedeu em problemáticas na interface da sociedade com a natureza.

O estudo reúne uma revisão com análise das produções a nível global e dos estudos enfatizados no contexto do Brasil. Destacou-se ainda a cronologia da evolução teórica com os principais autores, afiliações, periódicos, áreas do conhecimento e países que publicaram sobre a temática. Procurou-se também abordagens relacionadas ao monitoramento e pesquisas acerca do contexto ambiental para com as algarobeiras.

Materiais e métodos

A pesquisa foi conduzida com fluxo operacional iniciado em levantamento de materiais bibliográficos que deram sustentação teórica e metodológica. Foram analisados conteúdos relacionados a bibliometria, *Prosopis juliflora*, invasão biológica, questões socioambientais, espécies exóticas no Semiárido nordestino e sensoriamento remoto, extraídos de publicações em periódicos, teses, livros e endereços eletrônicos.

As principais bibliografias representadas por livros foram adquiridas no âmbito da Biblioteca Central Julieta Carteadó e no acervo do Programa de Pós-Graduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente (PPGM), ambos da Universidade Estadual de Feira de Santana-BA (UEFS). A referida biblioteca faz parte do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade Estadual de Feira de Santana (SISBI-UEFS) e está vinculada ao Sistema Nacional de bibliotecas oferecendo também serviço de comutação bibliográfica na Rede Nacional de Bibliotecas. Afim de propiciar a compreensão do desenvolvimento deste

trabalho foram sintetizados os procedimentos metodológicos no fluxograma abaixo (Figura 1) e de modo subsequente são percorridas as etapas com maiores detalhes.



Figura 1 - Fluxograma com os procedimentos metodológicos da pesquisa

Com posse do levantamento bibliográfico inicial foram definidas as temáticas que fomentaram as discussões acerca de *P. juliflora*, e em consonância com o propósito desta pesquisa, surgiu a possibilidade da aplicação da bibliometria para analisar as contribuições científicas que tiveram como alvo a espécie. Na análise bibliométrica escolheu a plataforma Scopus como base de dados científica, disponível no endereço eletrônico <www.scopus.com>, por ser hoje uma das maiores bases mundiais de periódicos e selecionada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES para qualificar os periódicos no Sistema Nacional de Avaliação.

Inicialmente, utilizou da busca por palavras-chave na plataforma para delineamento das produções, o que possibilitou refinar as publicações de acordo com os anos, autores, áreas científicas, países e tipos de documento. Uma etapa essencial neste processo foi a escolha das palavras-chave que geralmente são mineradas por meio dos títulos, *abstract* e *keywords*, para assim determinar o conteúdo das publicações expostos pela *Scopus*.

A estrutura lógica da *Scopus* demonstra que a busca pode ser realizada por única palavra-chave como também em palavras agregadas, utiliza-se então, o conectivo “OR” que indica que o resultado deverá conter a junção das publicações do primeiro conjunto e do segundo conjunto de dados e no uso do conectivo “AND” que unem também os resultados, porém as palavras necessariamente devem ser citadas numa mesma publicação. Desta maneira as palavras-chave empregadas nesta pesquisa são discernidas na (Tabela 1).

Tabela 1 - Pesquisa das palavras-chave na base de dados da *Scopus*.

Palavras-Chave	Ano	Total
<i>Prosopis</i>	1882 – Out/2018	3.636
<i>Prosopis juliflora</i>	1948 - Out/2018	983
<i>Prosopis AND Remote Sensing</i>	1982 - Out/2018	85
<i>Prosopis AND Mapping</i>	1982 - Out/2018	55
<i>Prosopis AND Remote Sensing AND Mapping</i>	1982 – Out/2018	30
<i>Prosopis AND "Remote Sensing" OR "Mapping"</i>	1982 – Out/2018	110
<i>Prosopis AND Biological Invasion</i>	1991 – Out/2018	98
<i>Prosopis AND Invasive Species</i>	1990 - Out/2018	215
<i>Prosopis AND Biological Invasion AND Invasive Species</i>	2004 - Out/2018	38
<i>Prosopis AND "Biological Invasion" OR "Invasive Species"</i>	1991 – Out/2018	177

Realizado a pesquisa das publicações na plataforma *Scopus* foram exportados arquivos em formato (CSV) que continham títulos, autores, anos, resumos, afiliações e outros dados primordiais para as análises bibliométricas. Sequencialmente, confeccionou mapas, gráficos, tabelas e redes bibliométricas. Com o aporte de um *software* GIS foram aplicados os dados referentes ao quantitativo de publicações por países, os quais foram classificados manualmente por ajuste do histograma de frequências, na tentativa de melhor apresentar os valores dispostos nos mapas temáticos. Utilizou-se também de *software* de planilha eletrônica para confecção de gráficos e tabelas e do programa *VOSviewer* para confecção das redes.

As redes bibliométricas produzidas no *VOSviewer* utilizam de princípios relacionados a mineração de texto (ECK; WALTMAN, 2010), o que permite minerar termos presentes nos arquivos em formato (CSV). Neste passo, foram realizadas análises sobre as relações de cocitação entre publicações, pesquisadores, periódicos e das palavras-chave. As representações gráficas expressas nas redes relacionam a proporcionalidade de similaridades e co-ocorrências de termos nas publicações. Na rede, quanto menor for a distância entre dois termos, mais forte os termos são correlacionados (ECK; WALTMAN, 2010).

Em propriedade dos produtos bibliométricos sobre as produções com a *P. juliflora*, conduziu a pesquisa para três vertentes principais, primeiro sobre o histórico de inserção da algaroba no Nordeste, segundo nas pesquisas que tangem a espécie atribuída ao comportamento invasor e por fim acerca de abordagens relacionadas ao monitoramento da espécie. Na etapa para os dados referente ao monitoramento da espécie e a relação com comportamento invasor foi realizada uma leitura dos títulos e dos resumos para distinção das publicações que de fato incluíam os assuntos requeridos, assim foram consideradas apenas estas publicações para fins de elaboração dos gráficos e mapas.

Na perspectiva da introdução da espécie no Nordeste, buscou salientar as questões políticas e ambientais com considerações teóricas sobre os desdobramentos socioambientais provenientes desta inserção para o Semiárido. Por fim, com o auxílio do repositório *online* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e do acervo *online* da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), foi realizado um levantamento bibliográfico que auxiliou traçar o perfil histórico com principais fatos referentes a inserção das algarobeiras e destacar tendências temáticas e metodológicas das pesquisas das últimas décadas.

Resultados e discussão

A análise das produções científicas com aplicação de técnicas bibliométricas permitem contextualizar múltiplas interpretações sobre determinada temática. No estudo proposto, tem-se como desígnio as pesquisas engendradas com *Prosopis*, em especial *P. juliflora*, para assim, suceder nas reflexões sobre as contribuições científicas derivadas das publicações com esta espécie em termos espaciais e temporais e os desdobramentos socioambientais para a Região Semiárida.

Análise bibliométrica dos estudos com *Prosopis*: reflexões acerca das produções científicas globais

Prosopis é uma espécie arbórea considerada de usos múltiplos que encontra-se numa dimensão geográfica ampla e com registros de ocorrências nos continentes da América, Ásia e África (RIBASKY *et al.* 2009), o que lhe confere caráter global e facilitador para ser estudado por pesquisadores de variados continentes. Além disso, a espécie contém características dicotômicas que lhe atribuem a benefícios e malefícios para a sociedade e o meio ambiente.

A amplitude de possibilidade de estudos atribuídos a *Prosopis* tem proporcionado a produções científicas globais concentradas em áreas diversificadas das ciências. Dentre as pesquisas agregadas a base *Scopus*, observa que as publicações científicas estão inseridas na sua maioria, no contexto das Ciências Agrícolas, Biológicas e Ambientais, e em menor proporção, nas áreas de Bioquímica, Genética, Biologia Molecular, Farmacologia, Veterinária, Medicina, Ciências Sociais, dentre outras.

Assim, a (Figura 2) intenta revelar a distribuição geográfica das produções científicas, destacando o montante de publicações por países dos últimos trinta e seis anos relacionadas a *Prosopis*. Com isso foi possível constatar a liderança dos Estados Unidos com novecentos e cinquenta estudos, seguido de Índia e Argentina. Destaca-se também os países do México, Brasil, Reino Unido e Paquistão que possuem entre 101 a 470 publicações.

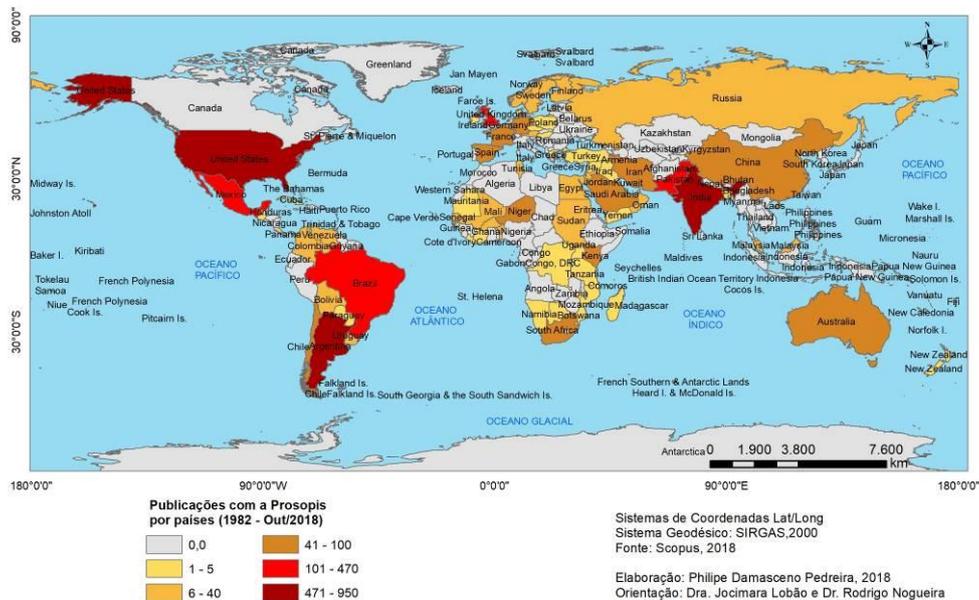


Figura 2 - Distribuição geográfica de estudos em *Prosopis* por países/território na base de dados Scopus (1882 - Out/2018).

A distribuição geográfica das mais de três mil publicações (Figura 2) permitiu inferir sobre o engajamento de quase cem países dispostos no desenvolvimento de estudos correlacionado a *Prosopis*, o que denota a relevância e o interesse dos cientistas em instituições na pesquisa da espécie a nível global.

A (Figura 3) corrobora ao entendimento do cenário das dez principais afiliações, ou seja, das associações científicas que possuem o maior quantitativo de publicações sobre a *Prosopis*. O Estados Unidos possui representatividade nas afiliações, pois das dez principais afiliações, seis são de instituições e órgãos do país (Figura 3), isso reflete no país que obtém o maior número de publicações (Figura 2).

Em segunda posição no montante de publicações (Figura 2) tem a Índia com notoriedade de pesquisas interligadas as Ciências Agrárias, Biológicas e Ambientais, mas também que somam trabalhos produzidos nas áreas da saúde com ensaios em farmacologia, toxicologia, imunologia, produção de remédios e bioquímica.

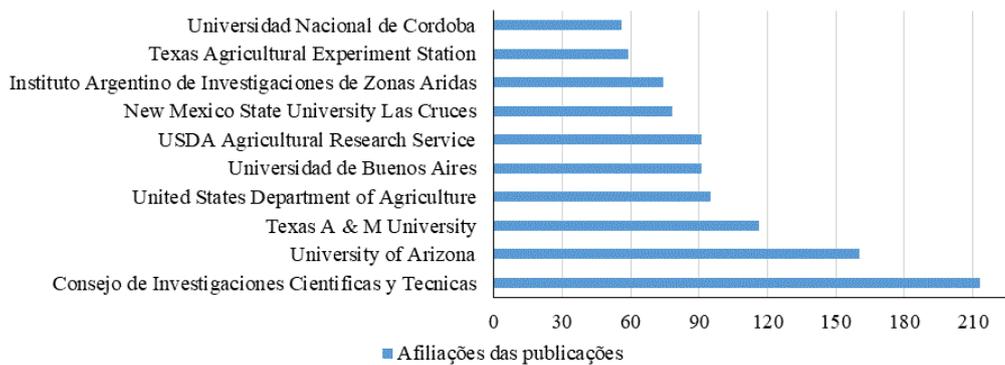


Figura 3 – As dez principais afiliações das publicações com a *Prosopis* na base de dados *Scopus* (1882 – Out/2018)

Observa-se que na liderança das afiliações (Figura 3) está o *Consejo Nacional de Investigaciones Cientificas y Técnicas* que corresponde a agência promotora de pesquisas científicas na Argentina e que exerce certa influência juntamente com a *Universidad de Buenos Aires*, *Universidad Nacional de Cordoba* e o *Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Aridas* para que o país também tenha posição de destaque em publicações.

Para as colaborações científicas engendradas com a *Prosopis juliflora* destacam-se os estudos mais citados na base *Scopus*, subsidiadas pela técnica *VOS* que permitiu criar a rede de cocitação (Figura 4) que evidenciou as centralidades e similaridades das temáticas e dos pesquisadores mais cocitados.

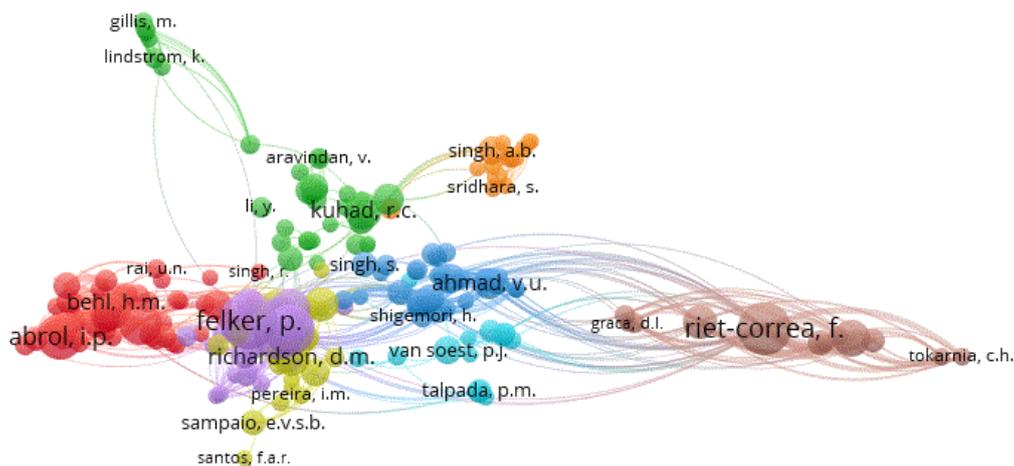


Figura 4 – Autores mais cocitados com estudos relacionados a *Prosopis Juliflora* na base de dados *Scopus* (1948-2018) - (Foram utilizados dados até Out/2018)

Ao observar os pesquisadores que publicaram artigos que desfrutaram do alvo *P. juliflora* (Figura 4), tem-se Peter Felker como protagonista das pesquisas mais citadas nas últimas décadas, sobretudo, em citações que ocorreram na década de 2000. Este pesquisador debruçou em estudos sobre o grau de variabilidade genética, cultivos em sistemas

hidropônicos e tolerância aos ambientes salinos pelas diferentes *Prosopis* encontradas no mundo, como *P. articulata*, *P. chilensis*, *P. juliflora*, *P. glandulosa*, *P. alba* e *P. tamarugo*.

Entre as pesquisas realizadas com *Prosopis*, têm-se a observação do potencial de crescimento das espécies quando submetidas a meios com altas salinidades (RODHES; FELKER, 1988); aplicação de técnicas de enxerto inter-espécies para o conhecimento da alcalinidade, produção de árvores para o reflorestamento e resistência de pragas (WOJTUSIK; FELKER, 1993); análise de solos com pH alto e a relação dos micronutrientes, fósforo, cálcio, magnésio, potássio com o crescimento vegetativo (VELARD *et al.* 2005); e trabalhos com clonagens para ensaio sobre o desempenho e melhoramento genético (ALBAN *et al.* 2002). Rodhes e Felker (1988) relatam que em decorrência das características ambientais, como a baixa pluviosidade dos semiáridos, existem a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que visem o cultivo de árvores para o fornecimento de alimentos, lenhas e forragem, destacando a *Prosopis*.

Outro pesquisador que se apresentou em posição de destaque na rede de citações com estudos sobre a espécie foi Franklin Riet Correa Amaral, que teve na década de 2010 o auge de cocitação. Este autor, possui produções acadêmicas que detém como área de estudo o Semiárido brasileiro, sobretudo, com pesquisas relacionadas a patologia, plantas tóxicas e doenças de ruminantes e equinos. As pesquisas desenvolvidas por Riet-Correa demonstram que a redução de alimentos para bovinos, caprinos, equinos e ovinos durante o período de estiagem no Semiárido brasileiro, fazem com que as vagens de *Prosopis* sejam apreciadas pelos animais. No entanto, *Prosopis* quando consumida em quantidade comprometem a função nervosa o que acarreta até em mortes de animais (RIET-CORREA *et al.* 2012).

RIET-CORREA *et al.* (2017) salientam que o consumo das vagens ocasiona maior intoxicação aos bovinos e em menor frequência aos caprinos e ovinos. Essas intoxicações causam danos ao sistema nervoso, com alterações nos neurônios, degeneração do nervo craniano, atrofia de músculos, obstrução intestinal e outros impactos nos animais.

Nas décadas de 1980 e 1990 os estudos realizados pelo pesquisador Inder Pal Abrol estiveram entre os mais cocitados. Este pesquisador se dedicou ao estudo de técnicas de plantios e recuperação de solos sódicos para a produção agrícola (SINGH *et al.* 1988, 1989, 1990; GILL; ABROL, 1991; SINGH; ABROL, 1994) temáticas que explicam a proximidade dos *clusters* com o Peter Felker.

Numa de suas pesquisas mais citada, houve a aplicação da gipsita (gesso) em solos sódicos, com o intuito de avaliar o desempenho de crescimento de *Prosopis* e como resultados ocorreram modificações das propriedades do solo, como o pH, melhora da taxa de infiltração de água, aumento de fertilidade e das atividades biológicas (Singh *et al.* 1989). Destaca-se

que no plantio com o solo sódico não alterado, 48% das mudas de algaroba morreram dentro de 2 anos, enquanto nos solos com gesso a mortalidade foram de 12% a 8% das espécies (SINGH *et al.* 1989).

Noutra abordagem Viqar Uddin Ahmad tem suas pesquisas interligadas aos constituintes químicos encontrados em *Prosopis juliflora*, como os alcaloides denominados juliflorina, julifloricina, juliprosopina e julifloridina. As pesquisas destacaram a potencialidade dos valores medicinais destes alcaloides que são relacionados a propriedades antibacteriana, anti-inflamatória e antifúngica (AHMAD *et al.* 1978; AHMAD *et al.* 1985). O *cluster* de Ahmad tem interligação relevante com o pesquisador Riet Correa em decorrência de similaridades das investigações referentes as substâncias químicas que afetam os animais e para com os valores medicinais. Quanto aos trabalhos atuais, publicados na década de 2010, ressalta-se os realizados pelo indiano Ramesh Chander Kuhad na rede de cocitação, principalmente, com trabalhos sobre a utilização da *Prosopis* na produção de bioetanol.

Breve histórico da introdução de *P. juliflora* e os desdobramentos sobre a importância da espécie para o Semiárido Brasileiro

As inserções realizadas de maneira antrópica fizeram com que *P. juliflora* esteja distribuída em variadas regiões áridas e semiáridas do mundo (BURKART, 1976; PASIECZNIK *et al.* 2001). A exemplo disso, ocorreram introduções em porções do Sudão, Sahel, África do Sul e Índia, que estiveram relacionadas a alta adaptabilidade ao ambiente e intencionalmente ao reflorestamento para servir de forragens e madeiras (RIBASKY *et al.* 2009). No Brasil, não foi diferente, as intenções para inserção ocorreram contextualizadas a adaptação e no sentido de compor alternativa as características socioeconômicas e ambientais do Semiárido (PEGADO *et al.* 2006).

O Semiárido nordestino apresenta-se com particularidades marcantes no contexto climático, hidrológico e ecológico, possui forte insolação, temperaturas altas e o regime de chuvas destacada pela escassez e irregulares temporais, com precipitações médias anuais entre 268 e 800 mm no Nordeste seco (AB'SÁBER, 2003). As características intrínsecas deste ambiente como as decorrentes secas e o processo da desertificação, representam fatores que influenciam no desenvolvimento de atividades socioeconômicas e na execução de políticas públicas.

Entre essas políticas destaca o próprio incentivo à introdução de *Prosopis*, que foram utilizadas no intuito de reflorestar e recuperar a região semiárida, principalmente por suprir como alimentação ao gado durante o período de estiagem (PEGADO *et al.* 2006). Os fundamentos que incorporaram a sua inserção inicial foram alusivos as potencialidades da

espécie, como permanecerem verdes e frutificarem nos períodos mais secos do ano, suas vagens apresentarem rico valor alimentício, seus troncos serem utilizados para produção de estacas, lenhas e carvão e as flores darem suporte a apicultura, assim, tornaram a algaroba como relevante para a indústria e pecuária na região (LIMA, 2005).

A algaroba está inserida na família Leguminosae, subfamília Caesalpinoideae, clado "mimosóide", onde encontra-se 85 gêneros e mais de 3000 espécies. O gênero *Prosopis*, que apresenta cerca de 45 espécies, caracteriza-se por possuírem alturas entre 6 a 15 metros e copas entre 8 a 12 metros de diâmetro, na sua grande maioria possuem espinhos, folhas bipinadas, folíolos pequenos, frutos lomentos drupáceos, endocarpo dividido em compartimentos contendo uma semente em cada (RIBASKI *et al.* 2009). A frutificação inicia a partir do segundo ou terceiro ano da espécie, com variações de tamanhos, formas e teores de açúcares nos frutos (LIMA *et al.* 2005; RIBASKI *et al.* 2009). A produção de vagens é estimada em 2 a 8 t/ha/ano, o que depende das condições da região (LIMA, 2005).

Historicamente, registra-se que no semiárido brasileiro *Prosopis* foi introduzida de modo antrópico no ano de 1942 no município de Serra Talhada-PE com sementes advindas do Peru, além de registros de introduções no município de Angicos-RN em 1946 e 1948 (LIMA, 2005; RIBASKY *et al.* 2009). Os agentes responsáveis pela promoção da algaroba acreditavam na possibilidade de desenvolvimento regional efetivo para a Região Semiárida (CUNHA; Silva, 2012). Particularmente, a partir de 1960, difundiu-se para o Ministério da Agricultura os conhecimentos sobre a utilização de *Prosopis* em trabalhos de reflorestamento, o qual distribuiu mudas para os estados do Piauí, Ceará, Paraíba e Pernambuco (LIMA, 2005).

Entre 1970 e 1980, tem o auge dos processos de disseminação da espécie pelo Nordeste, em que entidades como o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) e a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) utilizavam do discurso que a plantação da algarobeiras seria a solução para minimizar a destruição da vegetação nativa da Caatinga (LIMA, 2005; CUNHA; SILVA, 2012).

Os principais acontecimentos que permearam a complexidade das introduções de algarobeiras no Semiárido, ocorreram por ações de massificação dos plantios, com subsídios financeiros advindos de órgãos públicos, como retratado na (Figura 5) e pelos próprios discursos proferidos na época.



Figura 5 – Principais acontecimentos que culminaram e incentivaram à inserção da algaroba no Nordeste Brasileiro com base nas publicações de AZEVEDO, 1982; LIMA, 2005, RIBASKY *et al.* 2009 e CUNHA; SILVA, 2012

Acredita-se que com influência dos acontecimentos sobrepostos, atualmente, existem mais de 500 mil hectares de área com algarobeiras, reflexo também da dispersão ocasionada pela alimentação das vagens pelos animais que disseminam as sementes nas áreas em que transitam (LIMA *et al.* 2005).

Dada a importância das algarobeiras para o semiárido nordestino, diversificados estudos foram empreendidos pelas ciências, sobretudo, no âmbito da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Esta organização de pesquisa, desenvolveu trabalhos que visou o desenvolvimento socioeconômico por meio da implantação de experimentos no Nordeste, que incluía propagação vegetativa, melhoramento genético, extração de sementes, técnicas de plantio, produtividade madeireira e de vagens, fertilização, pragas e agrossilviculturas com *Prosopis* (LIMA; GALVÃO, 1984).

Diante do exposto e reconhecido a relevância da Embrapa no desenvolvimento de pesquisas que perpassam pela inovação tecnológica, agricultura, pecuária e recursos naturais no Brasil, buscou-se com subsídio do acervo *online* de publicações da Embrapa, os posicionamentos científicos realizados pela organização e também pelos pesquisadores externos que usufruíram do alvo de estudo a algaroba nas últimas décadas (Tabela 2).

Tabela 1 - Análise das publicações sobre *Prosopis* no repositório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) por décadas (1980 – 2010).

DÉCADAS	DESCRIÇÃO
1980	Quantidade considerável dos estudos executados na década de 1980, retratam a espécie vegetal de Algaroba como alternativa socioeconômica para o Semiárido nordestino. Destacam-se nesta década, pesquisas relacionadas à potencialidade da espécie para reflorestamento, produção de madeiras, além de testes de propagação vegetal.
1990	Na década de 1990, acentuam-se os estudos voltados ao processo de germinação e melhoramento genético vegetal. Além de pesquisas relacionadas a utilização de farelo das vagens e utilização da espécie para recuperação de áreas degradadas na Caatinga.
2000	Dos estudos publicados no repositório para a década de 2000, observa-se que parcela considerável das pesquisas retratam a algaroba como uma espécie exótica que pode se comportar como invasão biológica.
2010	Entre os estudos mais recentes, destacam-se a utilização de <i>Prosopis</i> no reflorestamento em barragem de rejeitos da mineração (DRUMOND <i>et al.</i> 2011), dos impactos negativos (NASCIMENTO, 2011), o processo para a extração e utilização de galactomanana (OLIVEIRA <i>et al.</i> 2010; GOMES <i>et al.</i> 2013; SOUZA-FILHO <i>et al.</i> 2013), ensaio com avaliação nutricional e das características químico bromatológicas das silagens de leguminosas arbóreas adaptadas à Caatinga entre estas <i>Prosopis</i> (SILVA <i>et al.</i> 2015).

A partir das publicações acerca da algaroba (Tabela 2), fica compreensível a pluralidade dos pressupostos teóricos de acordo a cada período. Assim como nas indagações iniciais da inserção da espécie, a década de 1980 ficou marcada pelo discurso da sua potencialidade como alternativa socioeconômica e ambiental para a Região Semiárida. Nesta década, foram tracejados estudos (PIRES; FERREIRA, 1982; SOUZA *et al.* 1983; LIMA, 1984; LIMA, 1987; LIMA; GALVÃO, 1984; OLIVEIRA; PIRES, 1988), que em especial, ressaltaram as benesses da espécie no reflorestamento e no fornecimento de lenhas, estacas e carvão, com sua importância alicerçada na utilização das vagens para alimentação.

Na década seguinte foram empreendidas pesquisas com abordagens teóricas diversificadas. Destacam entre estas, temáticas relacionadas ao comportamento de *Prosopis* em sistemas agroflorestais, referindo a cultivos agrícolas e/ou criação de animais na mesma área (DRUMOND; COUTO, 1993, 1994; RIBASKI, 1994), evidenciam também a importância e o desempenho das suas vagens para alimentação animal (PINHEIRO *et al.* 1993), experimentos relacionados à sobrevivência, crescimento e produção de vagens (LIMA; SEITZ, 1998), além de técnicas de propagação vegetativa e produção de mudas na região (LIMA, 1993).

Nas técnicas de melhoramento genético e de processo germinativo, os resultados revelaram que existem alta velocidade de germinação das sementes nos meios ácidos e básicos, isso lhe confere um caráter adaptativo por não possuírem exigências fortes ao pH na germinação (PEREZ *et al.* 1991). Durante a década de 2000, múltiplos experimentos estiveram concatenados aos devidos usos de *Prosopis*. Entre os estudos, compararam a qualidade de madeiras de seis diferentes espécies, onde *P. juliflora* e *P. pallida*, sobressaíram como melhores para os fins madeireiros (PEREIRA; LIMA, 2002).

Utilizaram-se da sombra das algarobeiras para a produção de palmas, porém, essa aplicação denotou uma influência negativa, provavelmente, devido à competição por água (ALBUQUERQUE; RIBASKI, 2003). Noutras abordagens, aplicaram-se da algaroba para recomposição florestal de áreas degradadas (LIMA *et al.* 2003; ARAUJO-FILHO, 2007). Ainda nesta década, parcela considerável das publicações realizaram afirmações o quanto a representação da algaroba como espécie invasora que ameaça a biodiversidade da Caatinga.

Atualmente, observa-se posicionamentos científicos com a utilização de experimentos físico-químicos para evidenciar as potencialidades das vagens da algaroba. Foram agregadas publicações com associações de técnicas para extração de polissacarídeos galactomananas obtidos a partir das sementes, com potencial de serem utilizados nas indústrias têxtil, farmacêutica e biomédica (OLIVEIRA *et al.* 2010; SOUZA-FILHO *et al.* 2013; GOMES *et al.* 2013; CRUZ *et al.*, 2018) e também ensaios sobre os valores nutricionais para alimentação animal e digestibilidade (SILVA *et al.* 2015).

No entanto, além das potencialidades supracitadas, a algaroba está inserida nos desdobramentos das problemáticas da degradação e desertificação na Região Semiárida. Sendo possível realçar pesquisas sobre a sua representação espécie invasora (NASCIMENTO, 2011, NASCIMENTO *et al.* 2014), e que estas possuem efeitos adversos à vegetação nativa e para paisagem semiárida nordestina (PEGADO *et al.* 2006; ANDRADE *et al.* 2009). Nesta perspectiva, subseqüentemente, discorreu-se sobre as pesquisas que retratem os efeitos da invasão biológica para a biodiversidade.

Abordagem sobre as questões ambientais do Semiárido e a representação do comportamento invasor de *Prosopis juliflora*

As invasões biológicas decorrem de introduções de organismos, desde fauna e flora, num ecossistema diferente do seu originário, assim, os organismos potenciais se dispersam e alteram a dinâmica do ecossistema (ZILLER, 2001). As espécies que são definidas como invasoras representam a segunda maior ameaça mundial para a biodiversidade, além de afetar diretamente a economia e a saúde humana, se posiciona somente atrás da exploração

antrópica (ZILLER, 2001). A ameaça ocorre quando as espécies modificam os processos dos ciclos de nutrientes, a produtividade, a distribuição de biomassa nativa, o ciclo hidrológico, a fisionomia da vegetação e, sobretudo, aceleram a perda da biodiversidade (ZILLER, 2001).

A temática merece atenção da sociedade global, visto a tendência no aumento dos impactos ocasionados pelas espécies invasoras (LEÃO *et al.* 2011). Para isso, deve priorizar diagnósticos de identificação de espécies exóticas que contenham o potencial de causar prejuízos ao meio ambiente (LEÃO *et al.* 2011). Dentre as espécies com comportamento invasor, destaca-se a própria *Prosopis*, alvo deste estudo. Espécies de *Prosopis* foram introduzidos em diversos ambientes semiáridos do mundo (CAMPELO, 1997) com o intuito de servirem principalmente a produção de forragens e madeiras (RIBASKY *et al.* 2009). Desde então, *Prosopis* se diversificou pelos ambientes e globalmente pesquisadores a utilizam como objeto de estudo ressaltando a sua performance como invasão biológica (Figura 6).

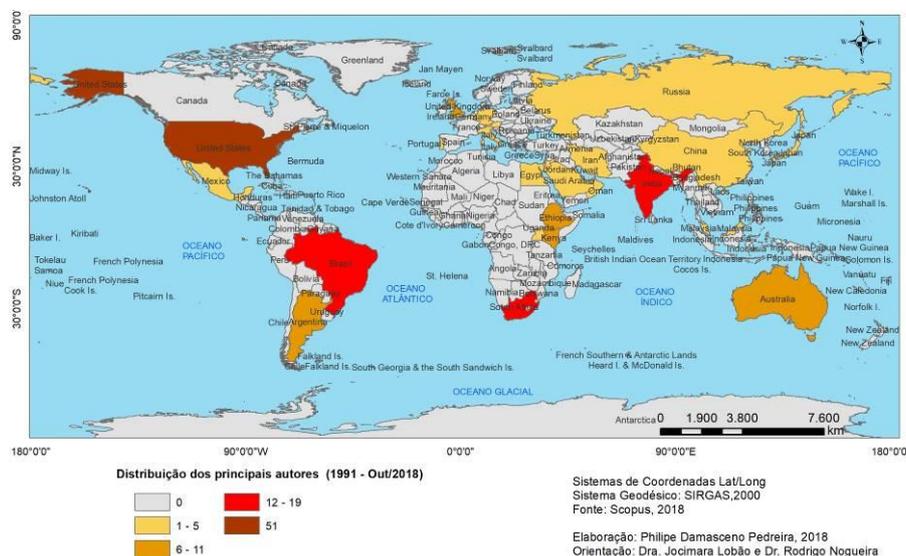


Figura 6 - Autores principais das publicações sobre *Prosopis* correlacionada a invasão biológica e/ou espécies invasoras por países na base *Scopus* (1991-Out/2018).

A (Figura 6) apresenta a distribuição geográfica por países dos autores principais em trabalhos extraídos e refinados da base *Scopus*. Optou-se por espacializar apenas a localização dos autores principais, visto que, algumas publicações possuem quantidades expressivas de coautores e, caso contrário, a representação ficaria distante do valor total de trabalhos, o que ocasionaria desvio e prejuízo na interpretação. Sendo assim, nos últimos vinte e sete anos, tem o Estados Unidos com o maior quantitativo de publicações sobre a espécie *Prosopis* no contexto do comportamento invasor, seguido da África do Sul, Brasil e Índia.

Numa análise temporal (1991-2018) de publicações (Figura 7) nota-se insignificância no quantitativo de publicações da temática supracitada no período inferior ao ano de 2003, com apenas uma publicação nos anos de 1991, 1994, 1999 e 2002, duas nos anos de 2001 e

2003 e três em 1998. Observa que entre 2004 e 2010 ocorre uma pequena ascensão no quantitativo, com oscilações entre quatro a sete publicações. O período mais produtivo ocorre de 2012 a 2018, no qual o ano de 2012 possui dezenove e o ano de 2017, vinte e nove publicações.

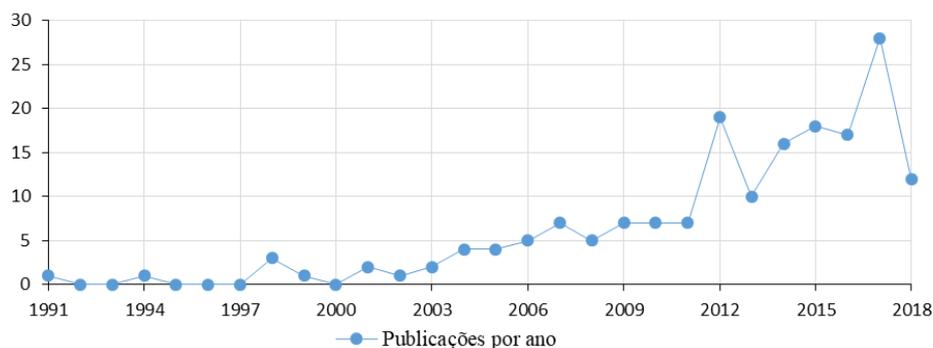


Figura 7 – Publicações que retratam a espécie *Prosopis* associada a invasão biológica e/ou espécies invasora por ano na base *Scopus* * Foram utilizados dados até Out/2018.

Entre as publicações mais citadas do período de 1991 a 2018 (Figura 7) estiveram Van Wilgen *et al.* (2012) com ensaio que apresenta análise do programa de controle de plantas exóticas na África do Sul, avaliando-a segundo custos, operações de controle e eficácia e o artigo de Henderson (2007) que analisou o estado e extensão da invasão de plantas, incluindo a *Prosopis* também para África do Sul.

No Brasil, Rafael Zenni e Sílvia Ziller, ambos com formação em engenharia florestal, estiveram com o trabalho mais citado segundo a plataforma *Scopus*. Zenni e Ziller (2011) objetivaram ampliar o conhecimento sobre as espécies invasivas, bem como a sua distribuição geográfica no país, salientando a ocorrência de 117 espécies reconhecidas, entre as quais, *P. juliflora* se insere entre as dez com maior número de ocorrências registradas.

No que se refere aos principais periódicos que difundiram as pesquisas sobre a temática do comportamento invasor (Figura 8), destacam-se o *Journal Of Arid Environments* com o maior quantitativo de publicações, num total de dezenove, seguido do *Rangeland Ecology & Management* com dez e *Arid Land Research And Management* com sete, sendo os dois primeiros periódicos com direitos da editora Elsevier.

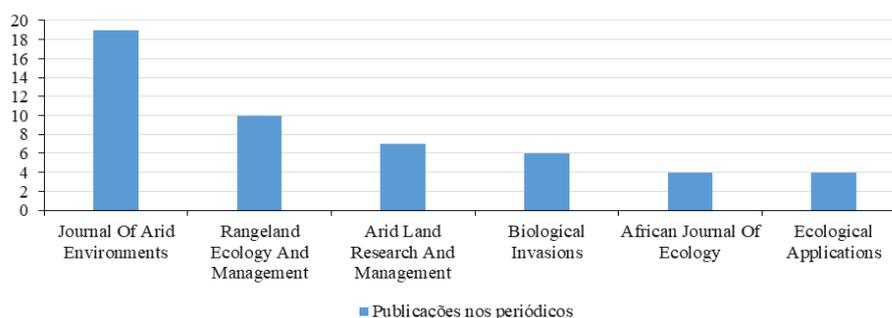


Figura 8 – Periódicos com maior quantitativo de publicações com *Prosopis* associada a invasão biológica e/ou espécie invasivas na base *Scopus* até Out/2018

Quando observa-se as linhas de pesquisas por meio dos *websites* dos principais periódicos que divulgaram a temática supracitada (Figura 8), têm-se o *Journal Of Arid Environments* com áreas de investigações acerca dos aspectos relacionados aos ambientes áridos e semiáridos, com estudos associados a clima, hidrologia, geomorfologia, pedologia, ecologia, antropologia, uso da terra e questões ambientais. Seguido do periódico *Rangeland Ecology & Management* que aceitam temáticas pautados na ecologia, gestão e socioeconomia, porém com pesquisas relacionadas a áreas de pastagens globais. Já para o *Arid Land Research And Management* tem o contexto aplicado a solos afetados pela aridez, assim abrangem ensaios sobre a química do solo, biologia, física e recuperação de terras degradadas.

No âmbito das pesquisas engendradas com a temática da invasão biológica no Brasil, fica perceptível que as espécies são pautas de discussões em estudos científicos e nos instrumentos legais. Leão *et al.* (2011) salientam que no Brasil devem ser estruturadas estratégias governamentais por meio de políticas públicas para conter o avanço dessas espécies, visando assim, a mitigação dos impactos destas sobre a natureza. As estratégias devem perpassar pelos componentes de prevenção, mitigação, sensibilização pública, base legal e capacitação técnica (LEÃO *et al.* 2011).

Sampaio e Schimdt (2013) relatam que recentes esforços estão sendo realizados para listar espécies invasoras e que existem a necessidade de estabelecer ações de monitoramento e de manejo, sobretudo, nas Unidades de Conservação (UCs) brasileiras. As estratégias legais sobre a problemática das espécies invasoras no Brasil são pautadas no decreto nº 4.339, de agosto de 2002, que relata diretrizes políticas para a biodiversidade. Neste decreto, destacam as questões da objetividade de nortear ações, como por exemplo: mapeando da distribuição das espécies; ações de controle e erradicação quando ameaçam a biodiversidade e a saúde humana; apoio ao desenvolvimento de metodologias de monitoramento dos componentes do ecossistema e estudo dos impactos ambientais causados pela introdução dessas espécies (BRASIL, 2002).

A resolução do CONABIO nº 5, de 21 de outubro de 2009, salienta a preocupação com espécies invasoras que se dispersam nos diferentes biomas brasileiros, o que representa uma ameaça real ao equilíbrio das características naturais das paisagens, com isso ações devem ser debatidas nos governos federal, estadual e municipal, além do setor empresarial e das organizações não-governamentais.

A algaroba, por exemplo, reduz a participação das espécies vegetais nativas, eliminando-as por competição (PEGADO *et al.* 2006), mas também, estão associadas a impactos na alteração das cadeias alimentares, diminuição da biodiversidade, extinção de espécies, alteração de processos geomorfológicos, alelopatia, dentre outros (LIMA, 2005).

A espécie afeta a diversidade autóctone da Caatinga, nos mais variados estratos, e torna áreas invadidas com sistemas de monodominância que compromete a regeneração da vegetação nativa (ANDRADE *et al.* 2010). Neste contexto dos impactos ecológicos das algarobeiras, buscou-se apontar as publicações das últimas décadas extraídas do repositório da EMBRAPA com a temática.

Nesse contexto, pesquisas enfatizam a partir da década de 2000, questões referentes ao comportamento invasor da algaroba para a Região Semiárida brasileira, principalmente, com abordagens em termos da sua distribuição espacial e da competição com a vegetação nativa. Marques *et al.* (2003) analisaram a estrutura florística de uma dada área, o que revelou o caráter invasor da espécie. Nascimento *et al.* (2006) abordaram a densidade da algaroeira numa área nas margens do rio São Francisco, concluíram que a espécie ocupa a planície de inundação e que isso impede o estabelecimento das matas ciliares. Noutro estudo, Nascimento *et al.* (2009) confirmaram a agressividade da algaroba nas plantas nativas e que poderia estar relacionado a alelopatia. Em atividades de campo realizadas pelo Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Caatinga da Bahia - CERBCAAT-BA, em municípios do Estado da Bahia, houveram diversos relatos de áreas produtivas que hoje são ocupadas por algarobas, principalmente localizadas em margens de rios temporários.

Lima *et al.* (2005) realizaram o trabalho intitulado “Manejo de Áreas Individuais de Algaroeira”, onde retratam informações para auxiliar planos de manejo para as áreas invadidas com a espécie no Nordeste. Nesse cenário da representação da algaroba com características de comportamento invasor, percebe que diversos estudos têm sido conduzidos, tanto na escala regional, que aqui refere a Região Semiárida do Nordeste Brasileiro, quanto na escala global, e que parcela significativa desses estudos enfatizam a necessidade de controle e erradicação da espécie. Lima e Pasiecznik (2006) destacam que programas de erradicação são praticados em países como Argentina, Índia, Paquistão e Sudão. Na África do Sul, a espécie é definida como a segunda espécie invasora que mais consome água, o que a torna como espécie prioritária para controle no país (LEÃO *et al.* 2011).

Na tentativa de subsidiar as pesquisas de controle, erradicação, monitoramento e principalmente estudos acerca da disseminação e distribuição da algaroba, vem sendo aplicadas proeminentes técnicas de sensoriamento remoto como será destacado adiante.

Considerações bibliométricas a respeito do Sensoriamento Remoto e do mapeamento de *Prosopis*

O sensoriamento remoto é compreendido como a ciência ou arte da aquisição de informações sobre objetos na superfície da Terra. A aquisição acontece por meio da captura da energia refletida ou emitida por esses objetos que entende-se por radiação eletromagnética (JENSEN, 2009). Essas informações são coletadas por sistemas sensores imageadores que fornecem como produto uma imagem, a exemplo dos scanners e câmeras fotográficas, e não imageadores, como os espectrorradiômetros que fornecem como produtos, gráficos e números (FOMAGGIO; SANCHES, 2017).

Cotidianamente são lançadas novas plataformas e sensores que captam a radiação eletromagnética (REM) emitida e/ou refletida por alvos da superfície terrestre como a vegetação, áreas urbanas, plantações e corpos d'água (FOMAGGIO; SANCHES, 2017). A radiação eletromagnética proveniente de um determinado alvo, por exemplo, advindo das espécies arbóreas, se comporta espectralmente de maneira diferenciada em razão das singularidades na resposta espectral, que por sua vez estão relacionadas as características físico-químicas e/ou biológicas das espécies (JENSEN, 2009).

Assim os dados provenientes do sensoriamento remoto são utilizados como subsídio ao mapeamento da espécie *Prosopis*, sendo realizados trabalhos em vários países (WALKIE *et al.* 2014; REMBOLD *et al.* 2015; MERONI *et al.* 2016; MOHARANA *et al.* 2016; ROBINSON *et al.* 2016; NG *et al.* 2016), como ressalta a (Figura 9), que distribui geograficamente os autores principais com produções acadêmicas relacionada ao mapeamento.

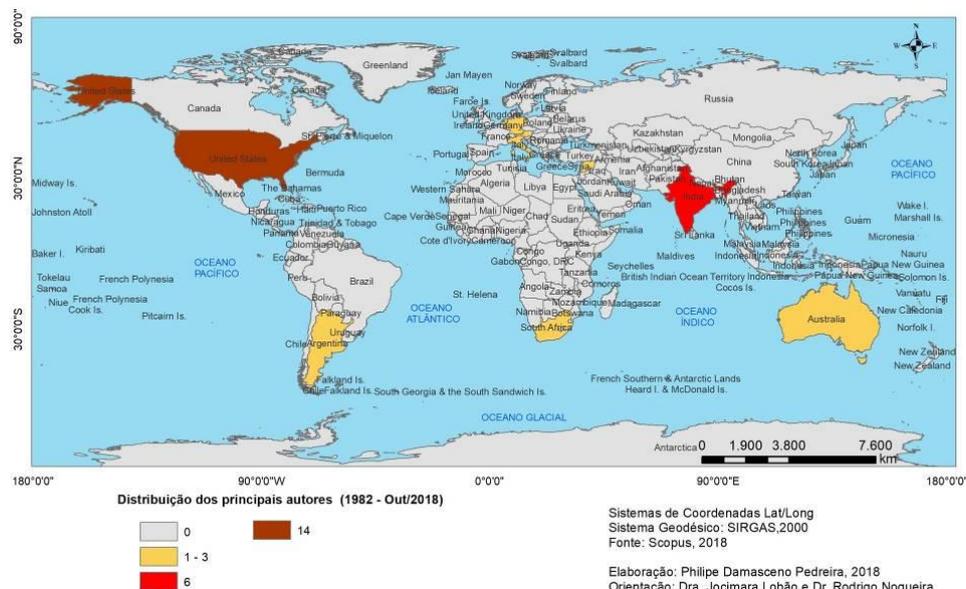


Figura 9 - Autores principais das publicações sobre *Prosopis* correlacionada ao sensoriamento remoto e mapeamento na base de dados Scopus por países (1982-Out/2018).

O Estados Unidos é o país com mais representatividade em autores principais, onde produziram um total de quatorze artigos científicos e em segundo lugar está a Índia com seis artigos. Dentre os pesquisadores que se destacam na quantidade de estudos como primeiro autor e como colaboração, tem Wai-Tim Ng do *Institute for Surveying, Remote Sensing and Land Information* da *University of Natural Resources and Life Sciences* da Áustria. Alguns estudos foram elaborados em cooperação científica entre países, para tanto, cabe ressaltar que foram verificadas publicações com autores brasileiros, porém esses não são veiculados na (Figura 9) por não serem os autores principais dos artigos.

Em relação ao quantitativo de publicações com o conteúdo do sensoriamento remoto e/ou mapeamento de *Prosopis* (Figura 10) verifica que ocorre considerável ampliação de publicações posterior a década de 2000, sobretudo, com período de maior produtividade ocorrida entre os anos de 2010 a 2017, havendo um pico com dezesseis produções no ano de 2016.

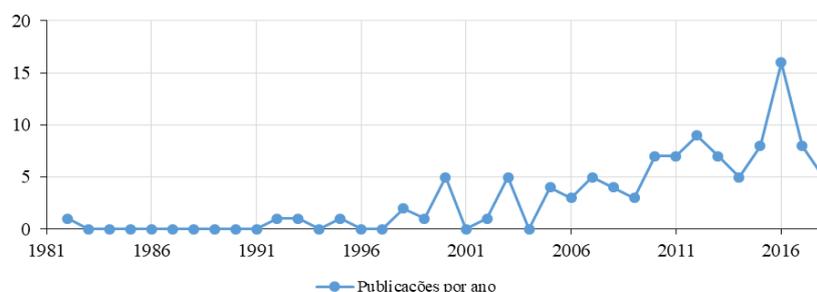


Figura 10 – Publicações com estudos sobre a espécie *Prosopis* correlacionada ao mapeamento e/ou sensoriamento remoto por ano na base de dados *Scopus* até Out/2018.

Para o ano de 2016, a publicação que obteve o maior número de citações foi a de Robinson *et al.* (2016) que salientaram a ameaça das plantas invasoras para a biodiversidade e a necessidade de esforços para o monitoramento, no qual aplicaram o sensoriamento remoto para apoiar o mapeamento e para atestar a capacidade do satélite *WorldView-2* para discriminar a espécie *Prosopis* no noroeste da região de Pilbara, na Austrália.

Neste cenário das produções acadêmicas com a *Prosopis* correlacionada ao mapeamento e a utilização do sensoriamento remoto, estiveram, na sua maioria estudos concentrados nas Ciências da terra, Ambientais, Agrárias e Biológicas. Isso pôde ser percebido por meio das publicações com maior quantitativo de pesquisas científicas e técnicas sobre eixos temáticos concatenados a essas áreas do conhecimento (Figura 11).

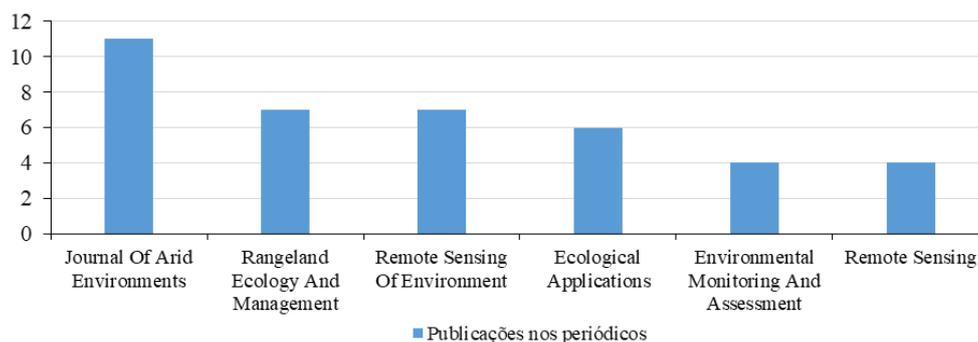


Figura 11 – Periódicos com maior quantitativo de publicações com a *Prosopis* relacionada ao sensoriamento remoto e mapeamento na base *Scopus* até Out/2018.

Diferentemente dos periódicos associados a invasão biológica e/ou espécie invasivas os periódicos *Arid Land Research And Management*, *Biological Invasions* e *African Journal Of Ecology* veio substituir pelos periódicos com temáticas mais interligadas ao sensoriamento remoto tais como: *Remote Sensing Of Environment*, *Environmental Monitoring And Assessment* e *Remote Sensing*. Estes últimos periódicos possuem como eixos de admissão temas interdisciplinares que utilizam das técnicas do sensoriamento remoto, sobretudo, nos trabalhos voltados ao monitoramento e avaliação ambiental de recursos naturais.

Considerações finais

A investigação conduzida com aplicações bibliométricas para análise dos estudos relacionados a espécie arbórea *P. juliflora*, veio a contribuir na identificação das instituições, periódicos, temas correlatos, países, autores, áreas do conhecimento e da evolução quantitativa de publicações que tiveram como objeto de estudo a espécie. Esta pesquisa permitiu apresentar as potencialidades atribuídas a espécie como a capacidade de servir ao reflorestamento, recursos energéticos na forma de lenhas e madeiras, alimentação animal e humana, indústrias têxteis, possuir propriedades medicinais, mas também, destacar os seus aspectos negativos, como por exemplo o comportamento agressivo e invasor que atribuem em impactos ao meio ambiente.

Os procedimentos metodológicos adotados foram satisfatórios para alçar o objetivo proposto, sobretudo, a aplicação da bibliometria que viabilizou explorar indicadores de produção científica com ênfase nas tendências e na cronologia da evolução teórica dos estudos com *Prosopis*. Ressalta-se aqui a celeridade no levantamento de trabalhos correlacionando a espécie e a determinados conteúdos, isso facilitou de modo global levantar pesquisas que aplicaram técnicas de sensoriamento remoto no mapeamento da espécie.

Conclui-se ainda que a aplicação da bibliometria viabilizou a concepção de possíveis abordagens para a espécie, mas que os estudos que apontam os problemas causados pela

espécie invasora, são recentes e necessitam de aprofundamento. Logo, aponta-se a necessidade de estudos que possibilitem verificar a relação da inserção da espécie com de processos de desertificação e com a possível perda de produção e/ou produtividade, principalmente relacionada aos pequenos produtores, que em geral, são dependentes da sazonalidade climática.

Referências bibliográficas

AB'SABER, A. N. *Os domínios da natureza no Brasil: Potencialidades paisagísticas*. São Paulo, Ateliê Editora, 2003. 160p.

AHMAD, V.U.; BASHA, A.; HAQUE, W.Z. New alkaloids from *Prosopis juliflora*. *Naturforsch Ser*, v.33, 347-348, 1978.

AHMAD, V.U.; QAZI, S. Studies on the structure of julifloricine. *Journal Chemistry Society of Pakistan*, v.7, 347-350, 1985.

ALBAN, L.; MATOREL, M.; ROMERO, J.; GRADOS, N.; CRUZ, G.; FELKER, P. Cloning of elite, multipurpose trees of the *Prosopis juliflora/pallida* complex in Piura, Peru. *Agroforestry Systems*, v.54, 173–182, 2002.

AMADOR, M. B. M. *Abordagem geográfica de antigas áreas algarobadas através do estudo sistêmico dos processos superficiais da paisagem e sua influência na biota local: Monteiro/PB*. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2013. 149p.

ANDRADE, L. A.; FABRICANTE, J. R.; OLIVEIRA, F.X. 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 Botânica Brasílica*, v.23, 935-943, 2009.

ARAÚJO, C, A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. *Em Questão*, v.12, 11-32, 2006.

ARAÚJO-FILHO, J. A.; SOUSA, F. B. DE.; SILVA, N. L.DA.; BEZERRA, T. S. Avaliação de leguminosas arbóreas, para recuperação de solos e repovoamento em áreas degradadas, Quixeramobim-CE. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, 1-4, 2007.

AZEVEDO, G. De. Como e porque a algaroba foi introduzida no Nordeste. In: *ANAIS DO I SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA*. Natal, 1982. 5-7p.

BRASIL. *Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002*. Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade. DOU de 23/08/2002.

BURKART, A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoidae). *Journal of the Arnold Arboretum*, v.57, 219-249, 1976.

CAFÉ, L.; BRASCHER, M. Organização da informação e bibliometria. *Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, n. esp, 54-75. 2008.

CAMPELO, C. R. *Algaroba: planta mágica*. Recife: Edições Edificantes, 1997. 84p.

CRUZ, M. R. DA.; MORAIS, J. P. S.; MUNIZ, C. R.; ROSA, M. F.; SOUZA FILHO, M. S.; AZEREDO, H. M. C. Mesquite seed gum and Nile tilapia fish gelatin composite films with cellulose nanocrystals. *Pesq. Agropecuária Brasileira*, v.53,495–503. 2018.

CUNHA, L. H.; SILVA, R. A. G. A trajetória da algaroba no semiárido nordestino: dilemas políticos e científicos. *Raízes*, v.1(32), 72-95, 2012.

DRUMOND, M. A. Algarobeira: Uma alternativa para a região Semi-árida. Petrolina-PE.: *Comunicado Técnico - Embrapa Semi-Árido*, Petrolina - PE, v.51, 1-2, 1992.

DRUMOND, M. A.; COUTO, L. Alternativas agrofloretais para recuperação de áreas degradadas na região semi-árida do Nordeste brasileiro. In: *ANAIS DO CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO*. Curitiba, 1993. 7-7p

DRUMOND, M. A.; COUTO, L. Uso da agrosilvicultura em áreas degradadas na região Nordeste. In: *ANAIS DO CONGRESSO FLORESTAL*. Porto Velho, RR, 1, 1994. 1-7p.

DRUMOND, M. A.; SA, I. B.; CUNHA, T. J. F.; CALIXTO JÚNIOR, J. T.; MELO, V. C.. In: *ANAIS DO SIMP. DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. 1-6p.

ECK, N.J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, v.84(2), 523–538, 2010.

ECK, N.J.; WALTMAN, L. VOSviewer. *ISSI Newsletter*, v.7(3), 50-54, 2011.

FORMAGGIO, A. R.; SANCHES, I. D. *Sensoriamento remoto em agricultura*. São Paulo: Oficina de Textos, 2017. 288p.

GILL, H. S.; ABROL, I. P. Salt affected soils, their afforestation and its ameliorating influence. *International Tree Crops Journal*, v.6(4), 239–260, 1991.

GOMES, L. K. S.; TOSTES, B. V. A.; DUARTE, D. S.; OLIVER, N. C.; DEON, M. D.; LIMA, M. A. C.; BRITTO, D. Preparação e caracterização de filmes nanocompósitos à base de galactomanana e argilominerais para fotoproteção em frutas. In: *ANAIS DA II JORNADA DE INTEGRAÇÃO DA EMBRAPA SEMIÁRIDO*. Fortaleza-CE, 2013. 343-349p.

GUEDES, V. L. S.; BORSCHIVER, S. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. In: *ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO*. Salvador: ICI/UFBA, 2005. 1-18p.

HENDERSON, L. Invasive, naturalized and casual alien plants in southern Africa: a summary based on the Southern African Plant Invaders Atlas (SAPIA). *Bothalia*, v.37, 215–248, 2007.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R.; DECHOUM, M.; ZILLER, S. R. *Espécies Exóticas Invasoras no Nord. do Brasil: Contextualização, Manejo e Pol. Púb.*. Recife, PE. 2011. 99 f.
LIMA, P.C.F. Algaroba uma das Alternativas do Nordeste. *Brasil Floresta*, 58, 47-84, 1984.

LIMA, A.Q.; LIMA, P. C. F.; DRUMOND, M. A. Recuperação de áreas degradadas da mineração Carabá In: ANAIS DO SEMINÁRIO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA MINERAÇÃO, Salvador: SICM/COMIN, 2003. 73-78p.

LIMA, P.C.F.; GALVAO, A.P.M. *A pesquisa com algarobeira desenvolvida pela EMBRAPA/IBDF no Nordeste semi-arido*. Brasília: Embrapa, 1984. 21p.

LIMA, P. L. F. *Manejo de áreas individuais de Algaroba..* Petrolina: MMA/ PROBIO. Embrapa Semi-Árido, 2005. 157p.

LIMA, P. C. F.; PASIECZNIK, N. M. Algaroba - planta invasora ou recurso florestal valioso?. *Embrapa Semiárido*, 2006. 1-2p.

LIMA, P.C.F. Produção de vagens de algaroba. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, v.1(2), 151-170, 1987.

LIMA, P. C. F. Seedling production of *Prosopis juliflora* in Northeastern Brazil. In: Puri, S.; Khosla, P. K. (Orgs.) *Nursery technology for agroforestry: application in arid and semiarid regions*. New Delhi: Oxford & IBH Publishing, 1993.

LIMA, P. C. F. SEITZ, R. A. Comportamiento silvicultural de especies de algarrobo en Petrolina-PE, region semiarida de Brasil. In: ANAIS DO CONGRESO LATINOAMERICANO IUFRO, Valdivia: IUFRO, Chile, 1998.

MARQUES, F. J.; LIMA, P. C. F.; ANDRADE, L. A.; KIILL, L. H. P. Estrutura da vegetação de uma área invadida por algaroba *Prosopis juliflora* (SW) DC. no município de Taperoá-pb. In: ANAIS DO 54º CONG. NACIONAL DE BOTÂNICA, Belém, 2003. 1-1p.

MERONI, M.; NG, W.-T.; REMBOLD, F.; LEONARD, U.; ATZBERGER, C.; GADAIN, H., SHAIYE, M. Mapping *Prosopis juliflora* in west Somaliland with Landsat 8 satellite imagery and ground information. *Land Degradation and Development*, v.28, 494–506, 2016.

MOHARANA, P.C.; NAGDEV, R.; BURMAN, U. J. Utilizing Geo-information Tools for Mapping Spatio-temporal Changes in Population of *Prosopis cineraria* (khejri) in System of Arid Western Rajasthan. *Indian Soc Remote Sens*. v.46, 431–442, 2017.

MUNIZ, M. B. *Processamento das vagens de algaroba* (*Prosopis juliflora*) para produção de bioprodutos. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos), Paraíba, Brasil, 2009. 145 f.

NASCIMENTO, C. E. de S. *Invasão da algarobeira: Impactos negativos*. Cartilha. Petrolina: Embrapa Semiárido. 2011. 2f.

NASCIMENTO, C. E. de S.; SILVA, C. A. D. da. Crescimento de mudas de espécies lenhosas da caatinga em parcelas puras e mistas com algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.). In: ANAIS DO CONG. NORD. DE ECOLOGIA. Recife, Pernambuco, 2009. 1-4p.

NASCIMENTO, C. E. DE S.; TABARELLI, M.; LIMA, P. C. F.; LEAL, I. R. Densidade e composição florística de vegetação de caatinga em áreas ocupadas por algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) em Petrolina, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA. In: ANAIS DA REUNIÃO NORD. DE BOTÂNICA., Mossoró, Rio Grande do Norte, 2006. 1-1p.

NASCIMENTO, C. E. de S.; TABARELLI, M.; SILVA, C. A. D. da; LEAL, I. R. Efeitos da competição de mudas de algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) em plantas da caatinga. In: ANAIS DO CONGRESSO NORDESTINO DE ECOLOGIA, Pernambuco, 2009. 1-4p.

NASCIMENTO, C. E. de S.; TABARELLI, M.; SILVA, C. A. D. DA; LEAL, I. R.; TAVARES, W. de S.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C. The introduced tree *Prosopis juliflora* is a serious threat to native species of the Brazilian Caatinga vegetation. *Science of the Total Environment*, v.481, 108-113, 2014.

NG, W.-T.; MERONI, M.; IMMITZER, M.; BÖCK, S.; LEONARDI, U.; REMBOLD, F.; ATZBERGER, C. Mapping *Prosopis* spp. with Landsat 8 data in arid environments: Evaluating effectiveness of different methods and temporal imagery selection for Hargeisa, Somaliland. *Inter. Journal of Applied Earth Observation and Geo*, v.53, 76-89, 2016.

OLIVEIRA, T. I. da S.; PEREIRA, A. L. S.; CAVALCANTE, S. L. M.; MACEDO, A. A. M.; ROSA, M. de F.; SOUZA FILHO, M. de S. M. de. *Definição de fluxograma para a extração de galactomananas de sementes de algaroba* [*Prosopis juliflora*]. 69-70, 2010.

OLIVEIRA, V. R. de; PIRES, I. E. Pollination Efficiency of *P. juliflora* (Sw) DC in Petrolina, Pernambuco. In: *anais da International conference on prosopis*. The current state of knowledge on *Prosopis juliflora* Rome: FAO, 233-239, 1988.

PASIECZNIK, N.; FELKER, P.; HARRIS, P.J.C.; HARSH, L.N.; CRUZ, G.; TEWARI, J.C.; CADORET, K.; MALDONADO, L.J. *The Prosopis juliflora - Prosopis pallida Complex: A Monograph*. Coventry: Henry Doubleday Research Association, Coventry, UK, 2001. 162p.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A.; FELIX, L. P.; PEREIRA, I. M. 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 Bot. Bras.*, v.20(4), 887- 898, 2006.

PEREIRA, J. C. D.; LIMA, P. C. F. Comparação da qualidade da madeira de seis espécies de algarobeira para a produção de energia. *Bol. Pesq. Florestal.*, Colombo, v. 45, 99-107, 2002.

PEREZ, S. C. J. G. de A.; MORAES, J. A. P. V. de. Influência do Estresse Hídrico e do pH no Processo Germinativo da Algarobeira. *Pesq. Agro. Bras.*, Brasília, v.26, 981-988, 1991.

PIRES, I. E.; FERREIRA, C. A. *Potencialidade do Nordeste do Brasil para reflorestamento*. Curitiba: Embrapa, URPFCS, 1982. 30p.

REMBOLD, F.; LEONARDI, U.; NG, W.-T.; GADAIN, H.; MERONI, M.; ATZBERGER, C. Mapping areas invaded by *Prosopis juliflora* in Somaliland on Landsat 8 imagery. *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology*. 9637, 1-11, 2015.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M.A.; OLIVEIRA, V.R.; NASCIMENTO, C.E.S. *Algaroba (Prosopis juliflora): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira*. Colombo: Embrapa, 2009. 8p.

RIBASKI, J. Sobrevivência e desenvolvimento da algaroba, plantada com e sem proteção em área de capim-búfel sob pastejo. *Comunicado Técnico*. Petrolina - PE, v.48, 1-4, 1986.

RIET-CORREA, F.; ANDRADE, R. M. F.; CARVALHO, K. L.F.; TABOSA, M, I.; GALIZA, J.G.; BERNARDINO, N. J.; SIMÕES, D.V.S. Utilização de vagens de *P. juliflora* na alimentação de ovinos e caprinos. *Pesq Vet Bras.* v.32, 987-989, 2012.

RIET-CORREA, F; MEDEIROS, M.T.R.; PFISTER, A.J.; MENDONCA, S. F. Plantas tóxicas que afetam o sistema nervoso de ruminantes e equinos no Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.37(12), 1357-1368, 2017.

RHODES, D.; FELKER, P. Mass screening of *Prosopis* seedlings for growth at seawater salinity concentrations. *Forest Ecol. and Management.* v. 24, 169–176, 1988.

ROBINSON, T.P.; WARDELL-JOHNSON, G.W.; PRACILIO, G.; BROWN, C.; CORNER, R.; VAN KLINKEN, R.D. Testing the discrimination and detection limits of imagery on a challenging invasive plant target. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation.* 23–30, 2016.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. *Biodiversidade Brasileira.* v.3(2), 32-49, 2013.

SINGH, G.; ABROL, I. P.; CHEEMA, S. S. Agroforestry on alkali soil: effect of planting methods and amendments on initial growth, biomass accumulation and chemical composition of mesquite (*Prosopis juliflora* (SW) DC) with inter-space planted with and without Karnal. *Agroforestry Systems.* v.7(2), 135–160, 1988.

_____. Effects of gypsum application on mesquite (*Prosopis juliflora*) and soil properties in an abandoned sodic soil. *For. Ecol. Manage.* v.29, 1-14, 1989.

_____. Effects of irrigation on *Prosopis Juliflora* and soil properties of an alkali soil. *International Tree Crops Journal*, v.6, 81–99, 1990.

SINGH, G.; SINGH, N. T.; ABROL, I. P. Agroforestry techniques for the rehabilitation of degraded salt-affected lands in India. *Degradation and Development*, v.5(3), 223–242, 1994.

SILVA, M. D. A.; CARNEIRO, M. S. S.; PINTO, A. P.; POMPEU, R. C. F. F.; SILVA, D. S.; COUTILHO, M. J. F.; Fontenele, R. M. Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do Semiárido brasileiro. *Semina: Ciências Agrárias*, v.36(1), 571-578, 2015.

SOUZA-FILHO, M. S. M.; NASCIMENTO, R. M. DO.; CAVALCANTE, F. L.; ROSA, M. DE F.; MORAIS, J. P. S.; FEITOSA, J. P. DE A.; MELO, E. F. DE.; CRUZ, M. R.; ALEXANDRE, L. C. Extração e caracterização de galactomanana de vagens de Algaroba (*Prosopis juliflora*). *Comunicado Técnico.* Fortaleza-CE, 209, 1-7 2013.

SOUZA, S. M.; LIMA, P. C. F.; ARAÚJO, M. S. Sementes de algaroba: métodos e custos de beneficiamento. *Revista Brasileira de Sementes.* v.5(3), 51-61, 1983.

VAN WILGEN, B.W.; FORSYTH, G.G.; LE MAITRE, D.C.; WANNENBURGH, A.; KOTZÉ, J.D.F.; VAN DEN BERG, E.; HENDERSON, L. An assessment of the effectiveness of a large, national-scale invasive alien plant control strategy in South Africa. *Biol Conserv.* v.148, 28–38, 2012.

VELARDE, M.; FELKER, P.; GARDINER, D. Influence of elemental sulfur, micronutrients, phosphorus, calcium, magnesium and potassium on growth of *Prosopis alba* on high pH soils in Argentina. *Journal of Arid Environments*. v.62, 525-539, 2005.

WAKIE, T.T., EVANGELISTA, P.H., JARNEVICH, C.S., LAITURI, M. Mapping current and potential distribution of non-native *P. juliflora*. *PLoS One*. v. 9, 1- 9, 2014.

WOJTUSIK, T.; FELKER, P. Interspecific graft incompatibility in *Prosopis*. *Forest Ecology and Management*, v.59(3-4), 329–340, 1993.

ZENNI, R. D.; ZILLER, S. R. Visão geral das plantas exóticas invasoras no Brasil. *Rev. bras. Bot.* v.34 (3), 431-446, 2011.

ZILLER, S. R. Plantas exóticas invasoras: a ameaça da contaminação biológica. *Ciência Hoje*, v.30(178), 77-79, 2001.