



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS - CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**LARISSA BARBOSA DA SILVA**

**VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA NOS TRAÇOS FOLIARES IMPULSIONADA  
PELA PLASTICIDADE E ONTOGENIA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC**

**CAMPINA GRANDE  
2019**

LARISSA BARBOSA DA SILVA

**VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA NOS TRAÇOS FOLIARES IMPULSIONADA  
PELA PLASTICIDADE E ONTOGENIA DE *Prosopis juliflora* (Sw.) DC**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado a/ao Coordenação  
/Departamento do Curso de Ciências  
Biológicas da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Ciências Biológicas.

**Orientador:** Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes.  
**Coorientador:** Me. Gilbevan Ramos de Almeida

**CAMPINA GRANDE  
2019**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586v Silva, Larissa Barbosa da.  
Variação intraespecífica nos traços foliares impulsionada pela plasticidade e ontogenia de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC [manuscrito] / Larissa Barbosa da Silva. - 2019.  
26 p. : il. colorido.  
Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2019.  
"Orientação : Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes ,  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."  
"Coorientação: Prof. Me. Gilbevan Ramos de Almeida ,  
Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CCBSA."  
1. Ecologia vegetal. 2. Traços foliares. 3. Algaroba. I. Título  
21. ed. CDD 581.7

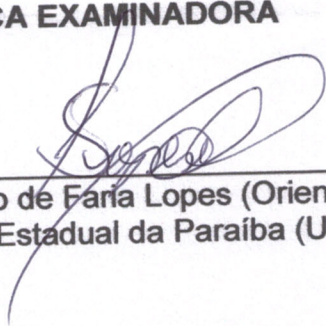
LARISSA BARBOSA DA SILVA

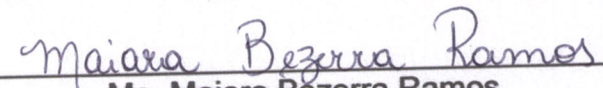
VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA NOS TRAÇOS FOLIARES IMPULSIONADA  
PELA PLASTICIDADE E ONTOGENIA DE *Prosopis juliflora* (SW.) DC

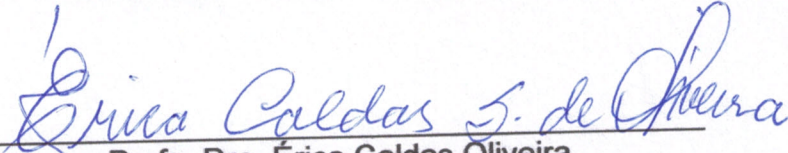
Trabalho de Conclusão de Curso  
(Artigo) que foi apresentado a/ao  
Coordenação /Departamento do  
Curso Ciências Biológicas da  
Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do  
título de Bacharel em Ciências  
Biológicas.

Aprovada em: 29 / 11 / 2019

**BANCA EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Me. Maiara Bezerra Ramos  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Érica Caldas Oliveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A meu pai Paulo Ronaldo da Silva e  
minha mãe Maria Delma Barbosa da  
Silva. Que sempre acreditaram no meu  
potencial.

Dedico...

A Deus e Nossa Senhora pela calma  
em meio à turbulência.

Ofereço...

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	07
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	09
2.1	Traços funcionais de plantas .....	09
2.2	A ontogenia e sua relação com os traços funcionais .....	11
2.3	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC .....	12
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	13
4	RESULTADOS .....	17
5	DISCUSSÃO .....	19
6	CONCLUSÃO .....	21
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	22

**VARIAÇÃO INTRAESPECÍFICA NOS TRAÇOS FOLIARES IMPULSIONADA  
PELA PLASTICIDADE E ONTOGENIA DE *Prosopis juliflora* (SW.) DC**

**INTRASPECIFIC VARIATION IN LEAF TRAITS DRIVEN BY PLASTICITY AND  
ONTOGENY OF *Prosopis juliflora* (SW.) DC**

Larissa Barbosa da Silva

**RESUMO**

Características funcionais dos vegetais determinam as estratégias ecológicas das plantas frente à fatores ambientais e, estas podem ser modificadas também devido à ontogenia das plantas. Os traços foliares são frequentemente estudados na ecologia vegetal, devido sua plasticidade e maior resposta a variação ambiental. Este estudo teve como objetivo analisar a influência da ontogenia na variação dos traços funcionais foliares de *Prosopis juliflora* (Sw.) em diferentes ambientes. Foram mensurados quatro traços foliares: espessura foliar (EF); área foliar (AF); área foliar específica (AFE) e conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) em seis áreas do semiárido paraibano, sendo três pertencentes ao ambiente urbano e três a ambientes rurais. Para a diferenciação do estágio ontogenético foi verificado a altura e o diâmetro a nível do solo dos indivíduos. Observou-se que apenas a área foliar apresentou diferenças significativas quanto ao estágio ontogenético e ao tipo de ambiente. Indivíduos adultos estudados possuem uma elevada área foliar em comparação aos jovens e um aumento em ambiente urbano em relação ao rural. Com isso, os resultados evidenciaram a baixa plasticidade dos atributos funcionais de *P. juliflora* tanto em relação ao estágio ontogenético, quanto em ambientes contrastantes.

**Palavras-chave:** Traços funcionais. Semiárido. Área foliar (AF). Ambientes contrastantes.

## ABSTRACT

Functional characteristics of plants determine the ecological strategies of plants against environmental factors, and these can also be modified due to the ontogeny of plants. Leaf traits are often studied in plant ecology due to their plasticity and greater response to environmental variation. This study aimed to analyze the influence of ontogeny on the variation of leaf functional traits of *Prosopis juliflora* (Sw.) In different environments. Four leaf traits were measured: leaf thickness (PE); leaf area (AF); specific leaf area (EFA) and leaf dry matter content (CMSF) in six areas of Paraíba semi-arid, three belonging to the urban environment and three to rural environments. For the differentiation of the ontogenetic stage was verified the height and the diameter at ground level of the individuals. Only the leaf area showed significant differences regarding the ontogenetic stage and the type of environment. Adult individuals studied have a higher leaf area compared to young people and an increase in urban compared to rural environment. Thus, the results showed the low plasticity of *P. juliflora* functional attributes both in relation to the ontogenetic stage and in contrasting environments.

**Keywords:** Functional traits. Semiarid. Leaf area (AF). Contrasting environments.



## 1 INTRODUÇÃO

As características funcionais vegetais representam estratégias ecológicas e determinam como as plantas respondem aos fatores ambientais, afetam outros níveis tróficos e influenciam as propriedades do ecossistema (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Sendo assim, um traço funcional se caracteriza por ser qualquer característica morfológica, fisiológica ou fenológica mensurável em nível de indivíduo (VIOLLE et al. 2007), com influência significativa no estabelecimento, sobrevivência ou *fitness* de uma espécie em seu ambiente natural (REICH et al., 2003).

Em ambientes contrastantes se esperam mudanças significativas em seus traços foliares, para a sobrevivência ou adequação em um ambiente natural (REICH et al., 2003) ou antropizado. Segundo Albert et al (2010), a variabilidade de traços funcionais deve influenciar e modular a resposta de espécies as mudanças ambientais, além de prever as respostas da vegetação a essas perturbações no ambiente (SILVA; BATALHA, 2009; FREITAS et al., 2012).

Além de ser influenciada por fatores ambientais, a expressão dos traços também é modificada devido à ontogenia das plantas (MITCHELL et al., 2014), que é definida como uma sequência unidirecional de etapas de desenvolvimento durante seu ciclo de vida, conhecido como estágios ontogenéticos. Cada estágio é caracterizado por mudanças discretas e descontínuas dos traços funcionais (GATSUK et al., 1980).

Segundo Larcher (2003), as plantas em estágios iniciais de ontogenia, passam por fases de alongamento e crescimento celular, o que as leva à imaturidade fisiológica para lidar com o estresse abiótico, tornando-as extremamente sensíveis a danos, por outro lado, indivíduos adultos são estrategicamente mais adaptados a essas alterações abióticas.

As diferenças ontogênicas na variabilidade dos traços são importantes para estrutura e função das comunidades (MITCHELL et. al, 2014), podendo levar à divisão de nicho temporal, facilitando a manutenção da biodiversidade por meio da teoria da similaridade limitante (DÍAZ et al., 2001), que defende que espécies que coexistem devem apresentar alguma diferença morfológica, que por sua vez, refletirá em diferenças ecológicas no uso de recursos. Desse modo, pode ser que indivíduos em diferentes estágios possuam diferenças entre seus traços para

coexistirem. Além disso, a variação temporal dos traços da planta pode exacerbar ou mediar os impactos dos filtros abióticos, podendo também proporcionar uma compreensão mais clara da dinâmica da comunidade e da população e uma extrapolação mais precisa aos processos e funções do ecossistema (MITCHELL et al., 2014).

Os traços foliares são abundantemente utilizados na ecologia vegetal (REICH et al., 2003), devido a sua importância fisiológica relacionada a fotossíntese (MONTEIRO et al., 2005). Dentre eles, a área foliar (AF), a área foliar específica (AFE), a espessura foliar (EF) e o conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) são os mais estudados, por serem importantes ferramentas para prever e/ou explicar a estrutura das comunidades e suas respostas às condições ambientais (REICH et al., 2003). Além disso, estes traços são de fácil mensuração e baixo custo (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Neste estudo, foram avaliados traços funcionais foliares em *Prosopis juliflora* (Sw.), espécie arbórea amplamente distribuída na Caatinga (bioma que cobre a maior parte do semiárido da região nordeste do Brasil) (GUEDES, 2012). Esta é uma espécie exótica invasora da Caatinga (PEGADO et al., 2006; GUEDES et al., 2012), seu sucesso reprodutivo nesse ecossistema provavelmente se deve a suas características fisiológicas e funcionais, que promovem uma alta capacidade de sobrevivência em áreas com baixa pluviosidade e períodos de seca prolongados (PASIECZNIK et al., 2001). Além disso, essa espécie possui características morfológicas foliares similares de algumas espécies endêmicas da Caatinga, como folhas bipinadas, comumente com poucos pares de pinas opostas; folíolos pequenos e oblongos (RIBASKI et al., 2009) que são estratégias adaptativas ao estresse hídrico desse ambiente.

Espécies presentes em locais mais perturbados (ambiente urbano), com recursos escassos, pode a ter uma maior AFE (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013), devido a necessidade de traços foliares com maior poder aquisitivo de nutrientes para proporcionar crescimento rápido (CHAZDON et al., 2007). Além disso, espera-se que haja uma maior variabilidade dos traços em indivíduos de estágios ontogenéticos mais avançados presentes em ambiente urbano. Estudos como os realizados por Mitchell et al. (2014) e Mediavilla e Escudero (2004) apontam que indivíduos de estágios ontogenéticos iniciais possuem uma menor variabilidade nos traços funcionais em comparação aos demais estágios, o que os

tornam mais suscetíveis ao estresse abiótico. A variabilidade aumentada em plantas mais antigas pode amortecer a população contra mudanças abióticas. Com isso, esse trabalho tem por objetivo analisar a influência da ontogenia na variação dos traços funcionais foliares de *Prosopis juliflora* (Sw.) em diferentes ambientes. A hipótese é de que ocorra uma menor AFE em indivíduos de ambientes rurais pela sua menor perturbação e por possuírem abundância de recursos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Traços funcionais de plantas**

Da antiguidade até os tempos atuais, cientistas vêm investindo em estudos voltados à Ecologia Funcional, principalmente devido a crença generalizada de que a distribuição dos organismos não é aleatória, que sua função no ambiente está atrelada a sua distribuição em habitats contrastantes (DUARTE, 2007).

As funções desempenhadas pelas plantas no ambiente, estão atreladas a expressão de seus traços funcionais, que sofrem influências abióticas, obtendo uma resposta plástica as condições do ambiente, independente da diversidade genética (MITCHELL et al., 2014). Além disso, esses traços também são capazes de quantificar uma ampla gama de processos naturais e humanos, incluindo mudanças na biodiversidade e os impactos causados pela invasão de espécies (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Os traços funcionais são variáveis intra e interespecificamente (ALBERT, 2010), havendo uma menor variação intraespecífica em resposta a fatores ambientais (KICHENIN, 2013), influenciando na amplitude da distribuição espacial de uma espécie (LAVOREL et al., 2007). Tais fatores ambientais podem ser importantes na variação intraespecífica dos traços das espécies para a coexistência na comunidade (ALBERT et al., 2010; JUNG et al., 2010; RICHARDSON et al., 2013).

Dentre os traços funcionais mais estudados na ecologia, têm-se os traços funcionais foliares. Segundo Monteiro (2015), o estudo dos traços funcionais foliares é importante principalmente para investigar sua adaptação ecológica a novos ambientes, isso devido à folha possuir todo o aparato fotossintético da planta, o que

leva a trazer respostas concretas quanto a sua adaptação ambiental (ALMEIDA, 2015).

A área foliar (AF), a área foliar específica (AFE), a espessura foliar (EF) e o conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) são as métricas mais utilizadas na ecologia vegetal para determinação das características funcionais das espécies, pois estão envolvidos em processos de diferenciação de nicho e filtragem de habitat. A medição dessas características requer uma padronização, sendo proposto por alguns autores que as folhas amostradas fossem retiradas de posições de plena luz e sem danos graves a herbívoros e patógenos (REICH et al., 1999, CORNELISSEN et al., 2003).

A área foliar específica (AFE) é a área unilateral de uma folha fresca dividida pela sua massa seca (CORNELISSEN et al., 2003; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; GARNIER et al., 2001) e está relacionada positivamente com a taxa fotossintética (PESCADOR et al., 2015) e com a concentração de Nitrogênio Foliar (N), além de ser fortemente afetada pela intensidade da luz (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Estudos realizados por Reich et al. (2003) e Garnier et al. (2004) afirmaram que espécies expostas ao aumento da intensidade e frequência dos distúrbios no ecossistema, sofrem aumento nos valores médios de AFE da comunidade vegetal. Além disso, a área foliar específica também varia de acordo com a aridez do ecossistema, isso devido sua sensibilidade a intensidade luminosa (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Reich et al. (1999) realizaram um estudo comparando um deserto com uma floresta úmida, e obteve como resultados uma diminuição significativa de AFE no deserto em comparação com a floresta.

Um dos principais componentes da AFE é a espessura foliar (EF), desempenhando um papel fundamental na determinação da força física das folhas (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; CORNELISSEN, 2003). Folhas com maior EF são mais resistentes a herbivoria e a dessecação, portanto, devem ser vantajosas em ambientes onde os recursos são limitantes (VEMDRAMMI, 2014), além disso, são essenciais na proteção contra a radiação UV-B (TURUNEN et al., 2005; PESCADOR et al., 2015).

O CMSF é a massa seca de uma folha dividida pela sua massa fresca saturada de água (CORNELISSEN et al., 2003; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; GARNIER et al., 2001) e está relacionado à tenacidade e resistência a riscos

físicos (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; PESCADOR et al., 2015). O CMSF e AFE estão relacionados com o espectro de economia da folha (PESCADOR et al., 2015). Estes dois traços podem ser inversamente proporcionais quando acompanhadas de baixa AF (CORNELISSEN et al., 2003).

A área foliar (AF) é definida como a área unilateral ou projetada de uma folha individual (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). O tamanho da folha tem consequências importantes para o balanço energético e hídrico das folhas. Além disso, estresses por calor, frio, seca ou radiação tendem a selecionar folhas relativamente pequenas (CORNELISSEN et al., 2003). O aumento nos valores de AF implicam uma maior exposição à luz e com maior perda de água por evaporação e maior custo energético e nutricional (LAMBERS et al., 2008), além de maior susceptibilidade a herbivoria. Dessa forma, prejudiciais onde os recursos são limitantes.

## **2.2 A ontogenia e sua relação com os traços funcionais**

A ontogenia é definida por Gatsuk et al. (1980) como uma sequência de fases de desenvolvimento de um indivíduo. Diversas características morfológicas, anatômicas, fisiológicas e mudanças bioquímicas ocorrem no curso da ontogenia, de modo a serem usados para categorizar plantas quanto ao seu estágio ontogenético (SILVEIRA et al., 2012).

Diferentes estágios ontogenéticos têm diferentes propriedades ecológicas, possuindo assim dinâmicas específicas e desempenhando diferentes papéis tanto na população quanto na comunidade (SMIRNOVA; BOBROVSKII, 2001). No decorrer desses estágios, os indivíduos expressam diferentes arquiteturas que posteriormente irão revelar o modelo arquitetônico da espécie (HALLÉ et al., 1978). Tal arquitetura refere-se à forma e posição das estruturas vegetais no espaço, que resultam de um compromisso entre as necessidades e restrições da planta, e que permitem o forrageamento da luz, o crescimento da altura do dossel e a reprodução (IIDA et al., 2011; POORTER et al., 2005, 2006). No entanto, dado que as questões ambientais podem variar muito, indivíduos diferentes podem alcançar certos estágios ontogenéticos em diferentes momentos (GATSUK *et al.* 1980).

A ontogenia influencia a expressão dos traços funcionais que variam de acordo com a adaptação às condições locais e a plasticidade. A importância de

determinar como os traços variam de forma ontogenética está atrelada a sua função no ecossistema (DÍAZ et al., 2001), e as diferenças temporais na expressão do traço da planta podem facilitar a coexistência de espécies e a manutenção da biodiversidade (VIOLLE et al., 2011).

Segundo Mitchell et al. (2014) e Díaz et al. (2001), as diferenças de características ontogenéticas podem levar à divisão de nicho temporal, facilitando a manutenção da biodiversidade, além de levar a uma maior palatabilidade, facilitando assim patógenos e a herbivoria, alterando a expressão dos traços funcionais. Além disso, a incorporação de valores de traços de plantas em diferentes estágios ontogênicos proporciona uma compreensão da dinâmica da comunidade e da população e uma extrapolação mais precisa aos processos e funções do ecossistema (MITCHELL et al., 2014).

### **2.3 *Prosopis juliflora* (Sw.) DC**

Popularmente conhecida no Brasil como algaroba ou algarobeira (RIBASKI et al., 2009), *Prosopis juliflora* está classificada na família Fabaceae (APG IV, 2016). O gênero *Prosopis* possui mais de 40 espécies distribuídas em diversas regiões áridas e semiáridas do globo (NASCIMENTO, 2008), tendo sua especiação originária no continente africano.

*Prosopis juliflora* é uma planta xerófita, arbórea, espinhosa, presente em solos rochosos e arenosos (MAYDELL, 1978), podendo ser encontrada em regiões com precipitação anual variando de 150 a 750 mm (GOOR; BARNEY, 1976). Essa espécie pode chegar a atingir seus 18 metros de altura, apresentando um sistema radicular axial ou pivotante, capaz de alcançar grandes profundidades em busca de água e nutrientes (RIBASKI, 1987). Além disso, possui um tronco ramificado com diâmetro a altura do peito (DAP) variando de 40 a 80 centímetros e copa com 8 a 12 metros de diâmetro (RIBASKI et al., 2009).

No Brasil, sua introdução ocorreu a partir de 1942, em Serra Talhada, Pernambuco, com sementes oriundas de Piura, no Peru (NASCIMENTO, 2008; RIBASKI et al, 2009, RIBASKI et al., 2002). Nesse sentido, *P. juliflora* foi uma espécie que se adaptou muito bem ao nordeste brasileiro, principalmente devido às condições edafoclimáticas do semiárido e a sua elevada rusticidade e resistência à seca. Seu sucesso nessa região brasileira está intimamente atrelado ao fato de ser

utilizada na produção de vagens forrageiras, que são usadas como suplementação alimentar na pecuária regional. Estima-se, no Nordeste, uma produção média de 6.000 quilos de frutos por hectare, para plantios com cinco anos de idade (SILVA, 1986). *P. juliflora* apresenta, ainda, a característica de frutificar na época mais seca do ano, quando os estoques de forragens naturais geralmente estão escassos ou não disponíveis (RIBASKI et al., 2002).

*Prosopis juliflora* é considerada invasora em diversos países do mundo, ocupando milhões de hectares na África do Sul, Austrália, litoral da Ásia e norte da Índia e do Sudão. O que contribuiu para o processo de invasão foi a dispersão das sementes nos estercos, pois os animais não são capazes de digerir totalmente as vagens, disseminando assim suas sementes no decorrer do pasto. (RIBASKI et al., 2009).

Devido a necessidade de se manter essa exploração racional como fonte de recurso natural para as regiões semiáridas, a erradicação dessa espécie é extremamente difícil (PASIENCZNIK et al., 2001). O controle da invasão de *Prosopis* pode ser feito por meio de poda de árvores, capina e coleta manual das vagens maduras, cerco das áreas invadidas para evitar pastejo direto dos animais ou processamento das vagens para servir aos animais no cocho, e controle biológico, pelo ataque do caruncho às sementes (PASIENCZNIK et al., 2001).

Estudos voltados para ontogenia e expressão de traços funcionais foliares de *P. juliflora* são escassos. Salazar et al. (2018) foram a um dos poucos a realizar estudos de traços funcionais foliares para uma espécie de mesmo gênero (*P. pallida*) e obteve como resultado uma alta variabilidade de características foliares, seguindo as tendências gerais do espectro econômico, com relações negativas da massa foliar por área.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

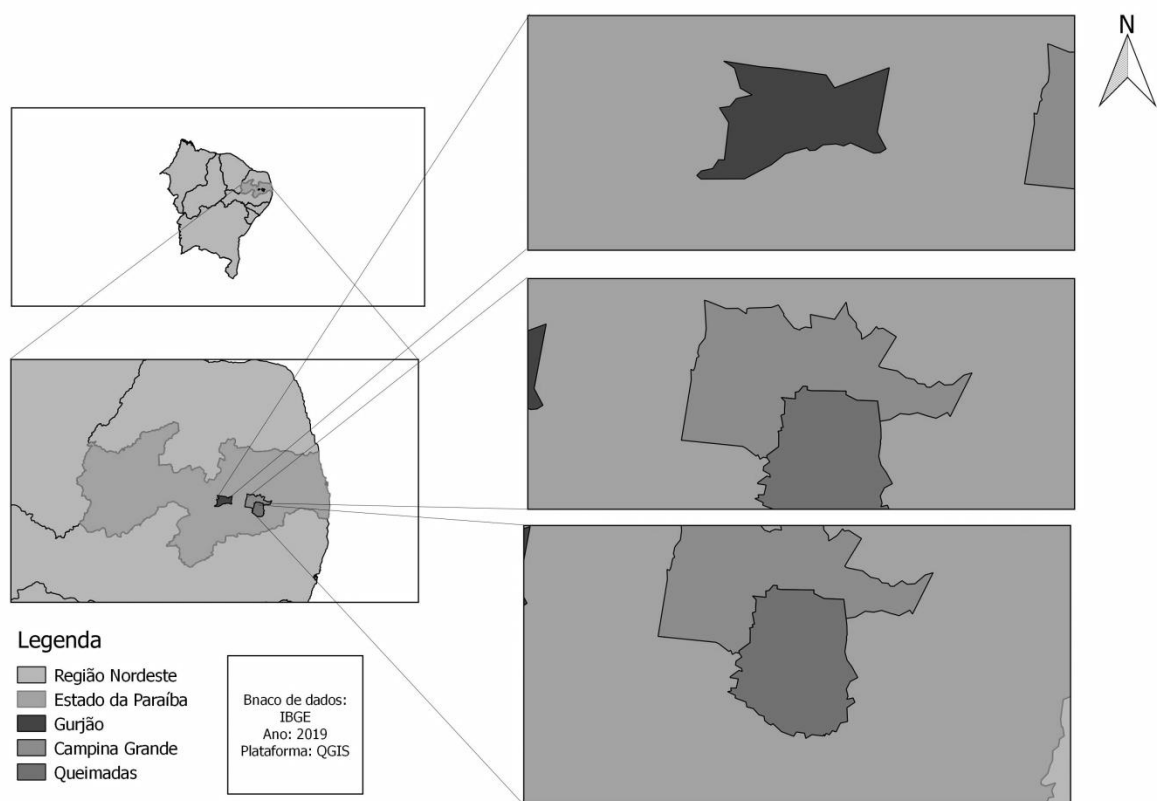
#### **3.1 Áreas de estudo**

A pesquisa foi desenvolvida em seis áreas do semiárido paraibano, sendo três localizadas em ambientes rurais e três em ambientes urbanos. Para os ambientes rurais, os pontos de coleta estão localizados próximo as cidades de: Gurjão (7°14'24.2"S, 36°28'55.2"O), Campina Grande (7°15'13.2"S, 35°56'40.9"O) e

Queimadas (7°22'11.4"S, 35°54'50.3"O), devido à alta abundância de *Prosopis juliflora* (Sw.) (Figura 1).

As três áreas urbanas que tem ocorrência da espécie estudada, estão localizadas em dois bairros de Campina Grande, Paraíba: Bodocongó (7°12'38.6"S, 35°54'50"O), Dinamérica (7°14'38.9"S, 35°54'40.6"O) e um bairro do município de Queimadas, Paraíba: Ligeiro (7°17'12.9"S, 35°53'23.6"O) (Figura 1).

**Figura 1.** Mapa de localização geográfica das áreas de estudo, segundo IBGE (2019).



As coletas foram realizadas entre os meses de agosto a outubro de 2019, período que compreende um dos pontos máximos da floração e frutificação de *P. juliflora* (RIBASKI, 2000) (Figura 2), coincidindo com o período de estiagem (FRANCISCO; SANTOS, 2017). Além disso, a Paraíba é caracterizada por possuir uma homogeneidade na distribuição da temperatura média no trimestre mais quente, com média de 21,7°C (FRANCISCO; SANTOS, 2017).



**Figura 2.** Espécie estudada: *Prosopis juliflora* (Sw.) DC



**Tabela 1.** Detalhamento das áreas quanto a precipitação, temperatura (BIOCLIMATIC, 2017) e solo (EMBRAPA SOLOS, 2006), referentes ao ambiente urbano: Bodocongó (A1) e dinâmérica (A2) em Campina Grande e Ligeiro (A3) em Queimadas, e ao ambiente rural: Gurjão (A4), Campina Grande (A5) e Queimadas (A6).

Áreas	Municípios	Precipitação	Temperatura	Solo
A1	Campina Grande	455 mm	23°C	Solonetz solodizado
A2	Campina Grande	671 mm	22°C	Solonetz solodizado
A3	Queimadas	655 mm	23°C	Solonetz solodizado
A4	Gurjão	728 mm	22°C	Bruno não cálcico
A5	Campina Grande	685 mm	22°C	Bruno não cálcico
A6	Queimadas	709 mm	22°C	Vertissolo

As áreas rurais possuem valores de precipitação variando de 455 mm a 671 mm, com temperatura média anual com variação de 22°C a 23°C (BIOCLIMATIC, 2017) (Tabela 1). Os solos predominantes nessas regiões são classificados como Solonetz solodizado (EMBRAPA SOLOS, 2016). Já as áreas urbanas a precipitação varia de 685 mm a 728 mm, com temperatura média anual de 22°C (BIOCLIMATIC,

2017) e tipos de solo predominantes denominados bruno não cálcico e vertissolo (EMBRAPA SOLOS, 2016).

### **3.2 Seleção de indivíduos**

Foram selecionados 10 (dez) indivíduos de *P. juliflora* em cada área de estudo, sendo cinco em estágio inicial de ontogenia, considerados jovens (de 30 centímetros a 2 metros de altura e menor que 15,0 centímetros de diâmetro do caule no nível do solo), e cinco indivíduos adultos (maiores que 2 metros de altura e maiores que 15,0 centímetros de diâmetro no nível do solo).

Para mensurar o estágio ontogenético foi utilizado um paquímetro para medir o diâmetro do caule ao nível do solo de indivíduos em estágio inicial e uma fita métrica para medir circunferências do caule maiores que 15,0 cm. As medidas de circunferência foram posteriormente convertidas em diâmetro (SILVEIRA, 2012).

Foram coletadas folhas sem sinais evidentes de herbívora ou patógenos e totalmente expostas ao sol (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013), com auxílio de um podão ou tesoura de poda. Posteriormente, as folhas foram acondicionadas em um papel toalha umedecido dentro de um saco plástico, e armazenadas em uma caixa térmica até o laboratório de Ecologia & Conservação de Florestas Secas (EcoTropics), localizado na Universidade Estadual da Paraíba, *campus I*, Campina Grande, onde foram refrigeradas para a posterior análise dos traços funcionais.

### **3.3 Traços funcionais foliares**

Para mensuração dos traços, as folhas foram reidratadas em água destilada durante seis horas, condicionadas em um ambiente escuro e com temperatura ambiente até a completa saturação (CORNELISSEN et al., 2003).

Foram analisados quatro traços funcionais foliares: Conteúdo de Matéria Seca Foliar (CMSF), Área Foliar (AF), Área Foliar específica (AFE), Espessura foliar (EF). Para mensurar a EF foi utilizado um paquímetro digital. A espessura foi calculada evitando atingir a nervura central, bem como não exercer elevada pressão sobre a folha ao ponto de danificá-la (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). *P. juliflora* possui folhas compostas, sendo assim, foram mensuradas três espessuras em

folíolos distintos. A EF total nesses casos foi obtida pela soma das três espessuras dividida por três:  $EF (Total) = [(EF1 + EF2 + EF3) / 3]$  (ALMEIDA et al, 2016).

A Área Foliar foi obtida após a digitalização das folhas e calculadas usando o programa Image J v.1 (RASBAND, 2019), considerando o pecíolo. Já a AFE foi mensurada a partir da área foliar dividida pela sua massa seca (obtida pela secagem durante 72 h a 70°C em estufa) (PÉREZ-HARGUINDEGUT et al., 2013). O CMSF foi quantificado pela razão da Massa Seca Foliar (Mg)/Massa Fresca Foliar (g) (PÉREZ-HARGUINDEGUT et al., 2013).

### 3.4 Análises de dados

Foram utilizados modelos lineares generalizados (GLM) para verificar os efeitos dos estágios ontogenéticos e ambientes (rural e urbano) nos atributos foliares de *P. juliflora*. Um modelo foi construído para cada variável resposta (atributos foliares), considerando o estágio ontogenético e ambientes como efeito fixo. Quando necessário, os dados foram transformados utilizando log10 para atender aos pressupostos de normalidade, homocedasticidade e reduzir o possível efeito dos *outliers*. Todas as análises foram realizadas usando o software R 3.6.1 (R Development Core Team 2019).

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos quanto ao estágio ontogenético mostram uma variação no diâmetro no nível do solo, conforme a tabela 2. No ambiente rural, o diâmetro dos indivíduos adultos variou de 16,0 cm a 59,87 cm; já os jovens a média foi de 0,5 a 9,0 centímetros de diâmetro no nível do solo. Para o ambiente urbano, os indivíduos adultos obtiveram uma média de 21,15 cm e 54,14 cm de diâmetro, já os jovens variaram de 0,5 a 15,0 centímetros de diâmetro.

**Tabela 2.** Médias dos traços funcionais foliares (EF, AF, AFE, CMSF) com seus respectivos desvios padrão (DP), coeficientes de variação (%CV) e diâmetros, referentes a 60 indivíduos de *Prosopis juliflora* em dois diferentes estágios ontogenéticos (adulto e jovem), coletados em ambientes rurais e urbanos no Estado da Paraíba, Brasil.

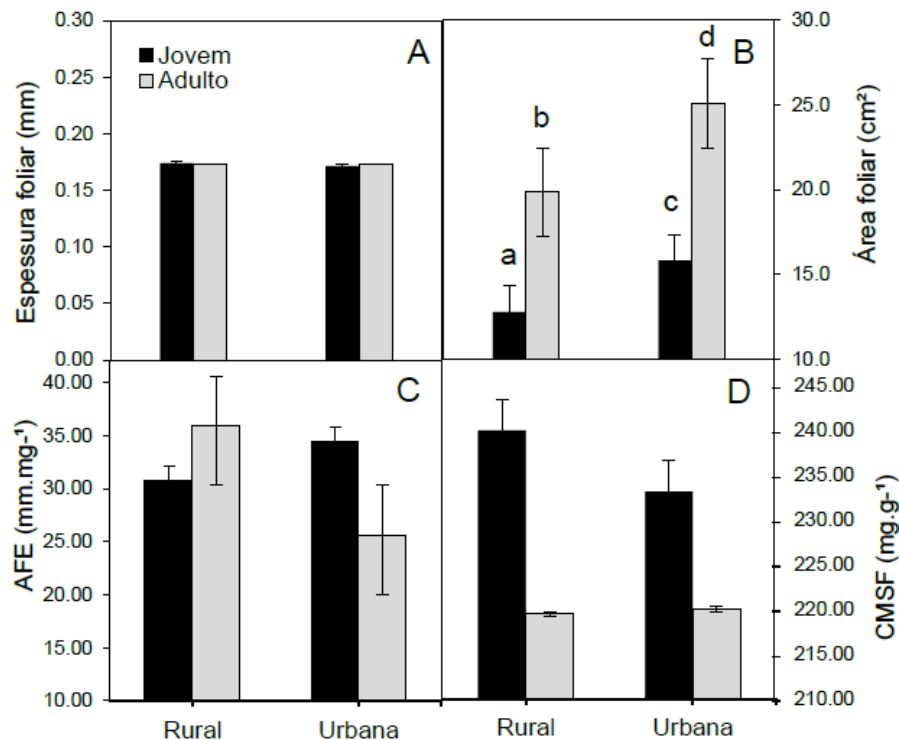
		Ambiente		Estágio*			
		Rural	Urbana	Adulto	Jovem		
Estágio Ontogenético		Adulto	Jovem	Adulto	Jovem	Adulto	Jovem
Altura (m)		> 2	> 0,30 < 2	> 2	> 0,30 < 2	> 2	> 0,30 < 2
Diâmetro (cm)		(16,0 - 59,87)	(0,5 - 9,0)	(21,15 - 54,14)	(0,5 - 15,0)	(16,0 - 59,87)	(0,5 - 15,0)
EF (mm)	MÉDIA	0,21	0,27	0,17	0,17	0,19	0,17
	DP	0,51	0,13	0,03	0,03	0,36	0,03
	%CV	240,2%	49,3%	15,4%	15,6%	190,1%	19,1%
AF (mm <sup>2</sup> )	MÉDIA	1610,41	1276,09	2506,14	1986,39	1798,40	1891,11
	DP	715,79	751,02	1035,58	912,09	995,48	906,74
	%CV	44,4%	58,9%	41,3%	45,9%	55,4%	47,9%
AFE (mm <sup>2</sup> .mg <sup>-1</sup> )	MÉDIA	36,62	30,73	25,60	34,65	31,11	32,59
	DP	45,15	31,8	34,52	46,89	40,50	40,32
	%CV	123,3%	103,5%	134,9%	135,3%	130,2%	123,7%
CMSF (mg.g <sup>-1</sup> )	MÉDIA	226,69	219,46	237,85	267,65	247,17	228,65
	DP	125,18	142,80	83,14	240,97	106,23	202,65
	%CV	55,2%	65,1%	35,0%	90,0%	43,0%	88,6%

\*valores gerais independentes dos ambientes (urbano e rural).

Os valores médios dos traços funcionais foliares com variação mais significativa foram os da área foliar (AF), conforme a tabela 2. Para o ambiente rural, a média foi de 1610,41 mm<sup>2</sup> para adultos (CV=44,4%) e de 1276,09 mm<sup>2</sup> para jovens (CV=58,9%). Já para o ambiente urbano os indivíduos adultos obtiveram uma média de 2506,14 mm<sup>2</sup> (CV=45,9%) e os jovens 1986,39 mm<sup>2</sup> (CV=41,3%).

Em geral, observou-se que as respostas dos traços funcionais foliares quanto ao estágio ontogenético e a ambientes contrastantes (rural e urbano) foram significativas apenas para a área foliar (AF), com  $p < 0,05$ . Os valores referentes a EF, AFE e CMSF não foram significativos ( $p > 0,05$ ) (Figura 3).

**Figura 3.** Atributos foliares de *P.juliflora* em diferentes estágios ontogenéticos e ambientes (rural e urbano). As barras  $\pm$  SE com letras diferentes são significativamente diferentes  $p < 0.05$  e barras que não apresentam letras não são significativamente diferentes.



## 5 DISCUSSÃO

Em resposta a hipótese, os resultados evidenciaram que não houveram diferenças significativas de AFE para os tipos de ambientes e estágios ontogenéticos. o que contrasta com outros estudos que relatam um aumento desse traço em ambientes de perturbação (REICH et al., 2003; WRIGHTHT et al., 2004; GARNIER et al., 2001). Isso se deve possivelmente a capacidade adaptativa da espécie estudada para o ambiente, tendo em vista que se trata de uma espécie exótica invasora (RIBASKI et al., 2009) e que apresenta uma densidade muito elevada de regeneração (LIMA et al., 2002).

Para EF também não houve mudanças significativas entre ambientes e estágios ontogenéticos. Apesar da estabilidade nas variáveis apresentadas, seus números são considerados elevados, isso possivelmente ocorre devido ao aumento desse atributo estar relacionado com a determinação da força física das folhas (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013) e ao caráter invasor da espécie estudada, tendo em vista que invasões biológicas podem causar impactos em nível de

indivíduo quanto a morfologia, o comportamento, a mortalidade e o crescimento (Nascimento, 2008).

Quanto ao CMSF, houveram respostas negativas a variabilidade desse traço entre ambientes rurais e urbanos e entre estágios ontogenéticos. Porém, ainda assim, por mais que não seja estatisticamente significativo, os indivíduos jovens tiveram um maior CMSF em comparação a adultos. Isso possivelmente está atrelado ao fato desse traço estar associado a vulnerabilidade a danos físicos como herbivoria e exposição de ventos e maior longevidade foliar (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013) e essa seria uma estratégia ecológica de proteção adotada por indivíduos invasores de estágios ontogenéticos iniciais.

Diferenças significativas entre estágios ontogenéticos e ambientes só foi possível para AF. Indivíduos adultos possuíram uma elevada área foliar em comparação aos jovens (Figura 3), isso possivelmente está associado ao fato de plantas em estágios iniciais de ontogenia possuírem uma imaturidade fisiológica por estarem em fases de alongamento e crescimento celular (LAMBERS et al., 2008) e, portanto, não estarem bem adaptadas a variações abióticas.

Quanto os ambientes, houve aumento maiores valores de AF para ambientes urbanos, isso se explica com a menor exposição ao sol que esses indivíduos não possuem devido a presença de construções civis do seu entorno. Com uma maior área foliar, eles possuem uma maior captação de luz e maior taxa fotossintética (CORNELISSEN et al., 2003; PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Em ambientes rurais esses indivíduos estão mais expostos a radiação solar, isso explica a diminuição significativa de AF para essas localidades. Não é vantajoso para *P. juliflora* possuir uma grande AF nesses ambientes, pois implicaria em uma maior exposição à luz, uma maior perda de água por evaporação, um maior custo energético e nutricional (LAMBERS et al., 2008), além de uma maior susceptibilidade a herbivoria.

## 6 CONCLUSÃO

Apesar da maior parte dos estudos revelarem uma maior variabilidade de traços funcionais foliares associados as condições ambientais, para *Prosopis juliflora* (Sw.) essas estatísticas foram diferentes, tanto a nível de atributos funcionais quanto a parâmetros ontogenéticos. Caso explicado provavelmente pela sua disseminação invasora perante o semiárido paraibano e suas capacidades adaptativas. A baixa variabilidade de traços funcionais foliares para essa espécie mudou apenas para AF, onde os valores estatísticos obtiveram diferenças significativas, refutando a hipótese de que se teriam resultados mais significativos quanto a AFE, ou seja, de que ocorreria uma menor AFE em indivíduos de ambientes rurais e que haveria uma maior variabilidade dos traços em indivíduos de estágios ontogenéticos mais avançados presentes em ambientes urbanos, pois a variação está limitada em apenas um dos quatro traços mensurados.

Para a espécie estudada, estes resultados foram pioneiros em estudos ontogenéticos e de traços funcionais, portanto, faz-se necessário aumentar o acervo quanto a essas informações, visto que se trata de uma planta que ameaça a riqueza e biodiversidade do semiárido paraibano, devido seu caráter invasivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT, Cécile Hélene et al. Intraspecific functional variability: extent, structure and sources of variation. **Journal of Ecology**, p.604–613, 2010.
- ALMEIDA, G. R. et al. Traços funcionais foliares de espécies arbustivas - arbóreas de um fragmento de Caatinga no Semiárido paraibano. 2016. In: Congresso Internacional de Diversidade do Semiárido, 1., Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: CONIDIS, 2016.
- ALMEIDA, Gilbevan Ramos de. **Traços funcionais foliares de espécies arbustivas - arbóreas em um gradiente de elevação no semiárido brasileiro.** 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.
- APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**. 181: 1-20, 2016.
- CORNELISSEN, J. H. C. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 51, p. 335-380, 2003.
- BIOCLIMATIC VARIABLES. **Dados climáticos gratuitos para modelagem ecológica e SIG**, 2017. Disponível em: <https://www.worldclim.org/bioclim>. Acesso em: 22 de novembro de 2019.
- CHAZDON, R. L. et al. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forest following major disturbances. **Philosophical Transaction o the Royal Society B**, v. 362, p. 273-289, 2007.
- DIAZ S, Cabido M. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. **Trends Ecol**, v. 16, p. 646–655, 2001.
- DUARTE C.M. 2007. Methods in comparative Functional Ecology. **Functional plant ecology**, v. 2, p. 1-6.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2006.
- FRANCISCO, PAULO ROBERTO MEGNA; SANTOS, DJAIL. **Climatologia do Estado da Paraíba.** Campina Grande: EDUFPG, 2017.
- FREITAS, JR et al. Functional diversity, soil features and community functioning: a test in a cerrado site. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 3, p. 463-470, 2012.
- GARNIER, E. et al. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. **Functional Ecology**, v.15, p. 688-695, 2001.
- GATSUK, L.E. et al. Age states of plants of various growth forms: a review. **Journal of Ecology**, v. 68, p. 675-696, 1980.
- GOOR, A.Y.; BARNEY, C.W. Forest tree planting in arid zone. New York: **The Ronald**, v. 2, p. 504, 1976.



- GUEDES, R. S. et al. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**: Mossoró, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.
- HALLE F., OLDEMAN R. A. A., TOMLINSON P. B. Tropical trees and forests. **Springer Verlag**: Berlin, p. 441, 1978.
- HAMMER, O. et al. PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Paleontologia Electronica**, v. 4, p.1-9, 2001.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019. **Resultado dos Dados Preliminares do Censo – 2000**.
- IIDA, Y . et al. Arquitetura de árvores e estratégias de história de vida em 200 espécies de árvores tropicais que co-ocorrem. **Ecologia Funcional**, v. 25, p. 1-9, 2011.
- JUNG, V. et al. Intraspecific variability and trait-based community assembly. **Journal Ecology**, v. 98, p. 1134-1140, 2010.
- KICHENIN, E. et al. Contrasting effects of plant inter-and intraspecific variation on community-level trait measures along an environmental gradient. **Functional Ecology**, v.27, p. 1254–1261, 2013.
- LAVOREL, S. et al. Plant functional types: Are We Getting Any Closer to the Holy Gray?. Terrestrial Ecosystems in a Changing World. **Springer- Verlag**, Berlin Heidelberg, p. 149-164, 2007.
- LAMBERS, H. et al. **Plant physiological Ecology**. v. 2, p. 605, 2008
- LARCHER, W. Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Group. **Springer-Verlag**, 2003.
- LIMA P. C. F. et al. Regeneração natural em área degradada por mineração de cobre, no semi-árido brasileiro. 2002. In: Congresso Nacional de Botânica, 53. **Anais...** Recife, PE: SSB, pp 377-377, 2002.
- MEDIAVILLA, S, ESCUDERO, A. Stomatal responses to drought of mature trees and seedlings of two co-occurring Mediterranean oaks. **For Ecol Manage**, v. 187, p. 281–294, 2004.
- MAYDELL, H.F. Tree and shrub species for agroforestry systems in Sahelian zone of Africa. In: World Forestry Congress, 8., 1978. Hamburg. **Anais...** Jakarta: 1978.
- MITCHELL, Rachel M; BAKKER, Jonathan D. Intraspecific Trait Variation Driven by Plasticity and Ontogeny in *Hypochaeris radicata*. **Plos One**, 2014.
- MONTEIRO, J. E. B. A. et al. Estimacao da area foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.
- NASCIMENTO, CLÓVIS EDUARDO DE SOUZA. **Comportamento invasor da algarobeira *Prosopis juliflora* (sw) dc. nas planícies aluviais da caatinga**. 2018. Tese de doutorado em Biologia Vegetal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.
- PEGADO, Cláudia Maria Alves, et al. 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**, p. 887-898, 2006.

PASIECZNIK NM, et al. The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* complex: a monograph. **HDRA**, Coventry, 2001.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 61, n. 3, p. 167-234, 2013.

POORTER, L. et al. Arquitetura de 54 espécies de árvores da floresta úmida: características, trade-offs e grupos funcionais. **Ecology**, v. 87, p. 1289-1301, 2006.

POORTER, L. et al. Além da fase de regeneração: diferenciação das trajetórias altura-luz entre espécies de árvores tropicais. **Journal of Ecology** **93**: 256-267, 2005.

REICH P. B. et al. Generality of leaf trait relationships: a test across six biomes. **Ecology**, v. 80 p.1955–1969, 1999.

REICH, P. B. et al. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. **International Journal of Plant Sciences**, v. 164, p. 143-164, 2003.

RICHARDSON, S. J. et al. Intraspecific relationships among wood density, leaf structural traits and environment in four co-occurring species of *Nothofagus* in New Zealand. **PLOS ONE**, v.8, p.1-13, 2013.

R Core Team (2019). R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>, acesso em: 22 de outubro de 2019.

RASBAND, W. ImageJ 1.8. **National Institutes of Health**. Disponível em: <http://imagej.nih.gov/ij/>. Acesso em 10 fev. 2019.

RIBASKI, J. **Influência da algaroba (*Prosopis juliflora* SW.) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.) na região semi-árida brasileira**. 2000. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Curitiba, 2000.

RIBASKI, Jorge, et al. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): Árvore de Uso Múltiplo para a Região Semiárida Brasileira**. EMBRAPA, Colombo, 2009.

RIBASKI, J. Comportamento da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) e do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris*) em plantio consorciado na região de Petrolina, PE. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, v.1, n.2, p.171-225, 1987.

RIBASKI, J; MENEZES, E. Disponibilidad y calidad del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un sistema silvopastoril con algarrobo (*Prosopis juliflora*) en la región semi - árida Brasileña. **Agroforestería en las Américas**, v. 9 p. 8 - 13. 2002.

SALAZAR, Pablo C. et al. Intraspecific leaf functional trait variability of eight *Prosopis pallida* tree populations along a climatic gradient of the dry forests of northern Peru. **Journal of Arid Environments**, 2018.

- SILVEIRA, Andrea Pereira; ARAÚJO, Francisca Soares. Are tree ontogenic structure and allometric relationship independent of vegetation formation type? A case study with *Cordia oncocalyx* in the Brazilian caatinga. **Acta Oecologica**, p.126-133, 2012.
- SILVA, IA, BATALHA, MA. Phylogenetic overdispersion of plant species in southern Brazilian savannas. **Brazilian journal of biology**, v. 69, n. 3, p. 843-849, 2009.
- SILVA, S. *Prosopis juliflora* (Sw) DC in Brazil. In: International Conference on Prosopis, 2., 1986, Recife. **Anais...** Recife: 1988.
- SMIRNOVA, O.V., BOBROVSKII, M.V. Tree ontogeny and its reflection in the structure and dynamics of plant and soil covers. **Russian Journal of Ecology**, v. 32, p. 159-163, 2001
- TURUNEN, M.; LATOLA, K. UV-B radiation and acclimation in timberline plants. **Environ Pollut.** 2005.
- VEMDRAMMI, J. L. **Diversidade funcional em floresta de restinga.** 2014. Dissertação de Mestrado (Ecologia de Ecossistemas terrestres e aquáticos), Universidade de São Paulo, 2014.
- VIOLLE Cyrille. et al. Let the concept of trait be functional!. **Oikos** 116: p. 882-892, 2007.
- VIOLLE, C. et al. Phylogenetic limiting similarity and competitive exclusion. **Ecol. Lett.**, v. 14, p. 782-787, 2011.
- WRIGHT, I.J, et al. The world-wide leaf economics spectrum. **Nature**, London, v. 428, p. 821-827, 2004.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma me deram forças para concluir mais essa etapa da minha vida. Que um dia eu consiga retribuir a cada um tudo o que fizeram por mim. Muito obrigada!

A Deus e Nossa Senhora por terem guiado meus passos e me abençoado em todos os momentos difíceis em que pensei em desistir, e também por terem colocado anjos tão especiais na minha vida que me fizeram tão bem.

A minha mãe Maria Delma Barbosa da Silva, por toda a preocupação com meu bem-estar, por ser tão minha amiga e não me deixar abaixar a cabeça, até mesmo quando teimava em abaixar a dela. Enfim, obrigada por ser a melhor mãe que eu poderia ter minha guerreira. Eu te amo.

A meu pai Paulo Ronaldo da Silva, que faz o impossível para que não me falte nada, ele com certeza é meu exemplo de homem na terra. Eu te amo.

A minha irmã, Letícia Barbosa da Silva e minha Avó Dona Creuza que também presenciaram todo meu esforço até aqui. Amo vocês.

A minha cadela, Lua, que mesmo não sabendo se expressar com palavras, me transmite esperança, amor, e principalmente felicidade. Com certeza um dos anjos de Deus na minha vida. Mamãe te ama, filha.

A meu namorado Estanley Pires Ribeiro, que é meu grande parceiro de vida, quem escutou todos os meus desesperos durante minha jornada e soube me acalmar. Ele é meu exemplo de profissional. Eu te amo, meu bem.

A todos os outros da minha família que também foram essenciais para essa etapa da minha vida, dentre eles: meus avós paternos (Severino e Guia), minha tia Luciane Lorenço. Muito obrigada!

A minha prima e irmã Auriane Brito, pelo apoio, ensinamentos e por nos trazer de volta alegria, amor e esperança com a chegada de Ravi Lorenço. Eu te amo.

A minhas parceiras de curso e amigas de todos os momentos, que foram essenciais para que essa jornada fosse mais leve: Gabriela Mendes, Natália Weber e Israelly Monteiro. Obrigada, meninas.

A Brenna Hortins pela ajuda com as folhas e coleta. Muito obrigada!

A meu orientador o Prof. Dr. Sergio de Faria Lopes, por toda a paciência e por acreditar no meu potencial. É meu exemplo de profissional. Muito Obrigada!

A meu coorientador o Me. Gilbevan Ramos de Almeida, pela paciência, pela ajuda, enfim, por ser peça chave na minha conclusão. Muito obrigada!

A tantos amigos não mencionados que me acompanharam e incentivaram para que eu pudesse chegar aqui.

**Muito obrigada a todos vocês!**