



UEPB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BACHARELADO)

WILSON CARLOS SOUZA NEVES

PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) SOB
EFEITO DA PRECIPITAÇÃO, COBERTURA VEGETAL E INTERAÇÃO COM
INDIVÍDUOS VIZINHOS

CAMPINA GRANDE - PB
2022

WILSON CARLOS SOUZA NEVES

PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) SOB
EFEITO DA PRECIPITAÇÃO, COBERTURA VEGETAL E INTERAÇÃO COM
INDIVÍDUOS VIZINHOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento do curso de
Biologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharelado em Ciências
Biológicas.

Área de concentração: Ecologia Vegetal

Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes

Coorientador: Me. Gilbevan Ramos de Almeida

CAMPINA GRANDE - PB
2022

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.

N518p Neves, Wilson Carlos Souza.

Plasticidade fenotípica de *Croton blanchetianus* Bail. (Euphorbiaceae) sob efeito da precipitação, cobertura vegetal e interação com indivíduos vizinhos [manuscrito] / Wilson Carlos Souza Neves. - 2022.

27 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2022.

"Orientação : Prof. Dr. Sérgio de Faria Lopes, Departamento de Biologia - CCBS."

"Coorientação: Prof. Me. Gilbevan Ramos de Almeida, Departamento de Biologia - CCBS."

1. Caatinga. 2. Traços funcionais. 3. Filtragem ecológica. I.
Título

21. ed. CDD 635.951

WILSON CARLOS SOUZA NEVES

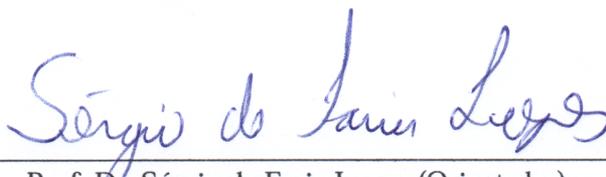
PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) SOB
EFEITO DA PRECIPITAÇÃO, COBERTURA VEGETAL E INTERAÇÃO COM
INDIVÍDUOS VIZINHOS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento do curso de
Biologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito parcial à obtenção
do título de Bacharelado em Ciências
Biológicas.

Área de concentração: Ecologia Vegetal

Aprovada em: 25/07/2022.

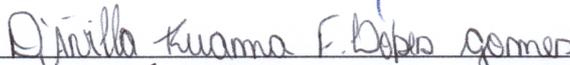
BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Alberto Soares de Melo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Me. D'Ávilla Ruama Fernandes Lopes Gomes
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Localização das seis populações (P1, P2, P3, P4, P5, P6) amostradas de <i>Croton blanchetianus</i> Baill. no estado da Paraíba, região nordeste do Brasil.	10
Figura 2.	Valores encontrados para cada um dos traços estudados ao longo das seis parcelas amostradas.	14
Figura 3.	Variação nos valores de <i>Croton blanchetianus</i> em relação aos traços da comunidade.	17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Descrição e nome dos municípios das seis parcelas/populações em relação a sua diversidade Shannon (H') e riqueza, além dos fatores ambientais de cobertura vegetal (SAVI) e precipitação.	11
Tabela 2.	Modelos lineares de correlação entre as variáveis de SAVI (Índice de cobertura vegetal “ <i>Soil Adjusted Vegetation Index</i> ”) e precipitação e os traços de <i>Croton blanchetianus</i> .	15
Tabela 3.	Modelos lineares de correlação entre os traços da comunidade (média ponderada do traço da comunidade = CWM) e as variações dos traços de <i>Croton blanchetianus</i> .	16

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	7
2.	MATÉRIAS E MÉTODOS	9
2.1	Áreas de estudo	10
2.2	Amostragem da estrutura e composição da vegetação	10
2.3	Cálculo do Índice de Cobertura Vegetal	11
2.4	Espécie focal	11
2.5	Mensuração dos traços funcionais	12
2.6	Análises estatísticas	13
3.	RESULTADOS	13
4.	DISCUSSÃO	18
4.1	SAVI, precipitação e traços de <i>Croton blanchetianus</i>	18
4.2	Análise de vizinhança	18
5.	CONCLUSÕES	19
	REFERÊNCIAS	19
	AGRADECIMENTOS	26

PLASTICIDADE FENOTÍPICA DE *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) SOB
EFEITO DA PRECIPITAÇÃO, COBERTURA VEGETAL E INTERAÇÃO COM
INDÍVIDUOS VIZINHOS

Wilson Carlos Souza Neves

RESUMO

O estudo da interação entre os traços funcionais de plantas e fatores bióticos e ambientais é capaz de responder questões sobre a estruturação de populações e comunidades. Esse estudo teve como objetivo compreender o efeito da cobertura vegetal, precipitação e interações entre vizinhos competidores na resposta funcional de *Croton blanchetianus*, analisando assim a plasticidade dessa espécie. Seis populações de *C. blanchetianus* foram amostradas em diferentes áreas de Caatinga no estado da Paraíba, onde os seguintes traços funcionais foram mensurados: área foliar específica (AFE), conteúdo de matéria seca foliar (CMSF), espessura foliar (EF) e Diâmetro máximo de tronco. Comparações entre as populações e correlações entre os traços funcionais com os índices de precipitação e cobertura vegetal foram realizados, assim como uma análise de vizinhança entre os traços da comunidade e os traços da espécie focal. Foram percebidas diferenças entre os traços de *C. blanchetianus* nas parcelas demonstrando sua plasticidade, mas não foram encontradas correlações entre esses traços e precipitação e cobertura vegetal. Foi encontrada forte correlação entre o CMSF da espécie focal e todos os traços CWM, assim como entre a CWM_{AFE} (área foliar específica da comunidade) e a EF de *C. blanchetianus*. Percebemos como a plasticidade dessa espécie pode ser moldada tanto por fatores bióticos quanto por fatores ambientais, onde ambientes mais degradados filtraram os traços da espécie para se tornarem mais resistentes. Os indivíduos vizinhos também foram capazes de mudar as características funcionais de *C. blanchetianus*, por vezes as deixando mais conservativas e por vezes mais aquisitivas, demonstrando a plasticidade da espécie. Este estudo traz pontos importantes como a utilização de espécies pioneiras na restauração de áreas degradadas, o impacto que as áreas degradadas causam nos indivíduos que lá sobrevivem e a utilização da análise de vizinhança como ferramenta para o estudo das interações entre as espécies.

Palavras-chave: traços funcionais; filtragem ecológica; vizinhança ecológica; Caatinga.

ABSTRACT

Understanding the interaction among functional traits and biotic and environment factors can answer questions related to the structure of vegetal populations and communities. This study searches to comprehend how vegetation cover together with precipitation act as environment filters to the traits of *Croton blanchetianus* and how the interaction of this population and its community influences its function traits, thus analyzing the plasticity of this species. Six different plots in the state of Paraíba were chosen for this study, where the following traits were measured: specific leaf area (SLA), leaf dry mass content (LDMC), leaf thickness (LT) and maximum trunk diameter. Comparisons among the plots and correlation among vegetal cover and precipitation indexes were made, so was a neighborhood analysis between the community weighted mean traits (CWM) and the focal species trait. Differences were noticed between traits of *Croton blanchetianus* on the plots, which shows the plasticity of this specie, but no correlations among those traits and precipitation or vegetal cover were found. Strong correlation among the LDMC of the focal species and all the CWM traits and among CWM_{SLA} (specific leaf area of the community) e LT of *Croton blanchetianus*. We noticed how the plasticity of

this specie can be shaped by both biotic and environmental factors, were degraded environments filtered the species traits to be more resistant. The neighbors also were capable of changing the functional features of *Croton blanchetianus*, sometimes making them more conservative and sometimes more acquisitive, showing the plasticity of the species. This study brings to light many important topics like the use of pioneer species in restoration of degraded areas, the impact of those areas on individuals that are there and the use of neighborhood as a tool for the study of species interactions.

Keywords: functional traits; ecological filtering, ecological neighborhood; Caatinga.

*Wilson; neves.w.c.s@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O entendimento dos processos que determinam a estrutura de uma comunidade é considerado um dogma central na ecologia de plantas (SCHÖB; BUTTERFIELD; PUGNAIRE, 2012; LE BAGOUSSE-PINGUET, 2015 et al.; LOPES, 2017). A análise de vizinhança surge como uma alternativa para entender o papel das interações no processo de estruturação de comunidades vegetais. Ela permite a análise da influência de plantas vizinhas (que compartilham o mesmo ambiente, próximos) em um indivíduo focal. Essa influência pode ser determinada por meio dos traços funcionais de plantas vizinhas, como altura e a espessura do tronco (LE BAGOUSSE-PINGUET et al., 2015). Traços foliares também podem ser importantes nessa análise, como área foliar e espessura foliar, já que são bons preditivos dos processos que as plantas estão passando, como sua eficiência fotossintética, resistência a danos do sol e podem determinar estratégias de crescimento (CHENG et al., 2016; BORGES et al., 2019; POLLEY; COLLINS; FAY, 2022).

Outro fator que pode influenciar a sobrevivência da espécie local é a densidade de plantas, aumentando a disputa por recursos (água, nutrientes) ou facilitando seu estabelecimento no ambiente (CANHAM et al., 2006; LOPES, 2017). A análise de vizinhança é uma investigação da interação entre indivíduos dentro de uma comunidade, auxiliando no entendimento de se o crescimento de um indivíduo focal pode ser influenciado por competição intraespecífica ou interespecífica (POTVIN; DUTILLEUL, 2009). A interação entre indivíduos próximos dentro de uma comunidade é constante, e pode se dar por meio de facilitação e da competição promovendo, assim, funções do ecossistema (BARRY et al., 2019). A facilitação e a competição alteram o *fitness* de pelo menos um dos indivíduos envolvidos na interação, e agem de maneira oposta (facilitação aumentando o *fitness* e competição o diminuindo) (STACHOWICZ, 2001).

Em ambientes com baixa disponibilidade hídrica e alta taxa de incidência de raios solares, como a Caatinga, a competição e a facilitação tem grande importância para a manutenção da biodiversidade (BERTNESS; HACKER, 1994; MICHALET et al., 2006; GROSS et al., 2009; HE; BERTNESS; ALTIERI, 2013; PATERNO; SIQUEIRA FILHO; GANADE, 2016). A facilitação pode se dar através de espécies pioneiras, como *Croton blanchetianus* Baill., que auxiliam espécies de estágios sucessionais posteriores a se estabelecerem no ambiente (PATERNO; SIQUEIRA FILHO; GANADE, 2016). Já a competição entre plantas acontece principalmente por água e nutrientes do solo (MIRITI, 2006). Assim, na Caatinga, interações entre vizinhos locais são um componente essencial para regular as respostas das espécies a fatores ambientais.

Essas interações de competição e facilitação dentro de uma comunidade não são mutuamente exclusivas, na verdade, elas geralmente ocorrem simultaneamente, podendo ocorrer trocas intermitentes entre predominância de competição e de facilitação (VALIENTE-

BANUET; VERDÚ, 2008), sobretudo ao longo de gradiente ambientais (GROSS et al., 2013). Fatores ambientais como disponibilidade de nutrientes e água, níveis de cobertura vegetal e temperatura, podem influenciar na taxa de interação, e, portanto, na taxa de competição e de facilitação entre indivíduos (PATERNO; SIQUEIRA FILHO; GANADE, 2016; FILAZZOLA et al., 2018). As poucas evidências relacionando condições ambientais e resposta a condições locais de vizinhança na Caatinga, demonstraram que em ambientes de alto estresse, a competição pode ocorrer mesmo entre plantas facilitadoras (PATERNO; SIQUEIRA FILHO; GANADE, 2016). A influência das pressões bióticas e abióticas na sobrevivência das plantas pode ser observada em suas características funcionais, que refletindo sobre a sua situação no ambiente.

Os traços funcionais já foram descritos como o “cálice sagrado” para o entendimento da estruturação de comunidades (SUDING E GOLDSTEIN, 2008; FUNK et al., 2017), e aqui novamente serão importantes para a análise de vizinhança, uma vez que eles apresentam impactos diretos no funcionamento de diversos processos ecossistêmicos. Por exemplo, a altura de um indivíduo e a quantidade de sombra que o mesmo projeta, em ambientes temperados, resulta na diminuição na quantidade de luz disponível para espécies menores, diminuindo o *fitness* dessas espécies (GRUNTMAN et al., 2017). Já em ambientes com alta incidência de raios solares, como florestas semiáridas, o sombreamento pode causar o efeito inverso, auxiliando a sobrevivência de espécies menores (LE BAGOUSSE-PINGUET et al., 2015; FUNK et al., 2017). Alguns traços funcionais são especialmente bons preditores do crescimento e sobrevivência das plantas (PRADO, 2003; JUNIOR, 2016), como área foliar específica (AFE), espessura da folha (EF), diâmetro do tronco (D) e o conteúdo de matéria seca foliar (CMSF) (CORNELISSEN et al., 2003; FUNK et al., 2017). Traços esses que podem ser considerados de efeito, podendo refletir o efeito de plantas em processos ecossistêmicos, e de resposta, pois apontam adaptações à fatores bióticos e abióticos, sendo possível nesse caso, indicar a resposta das espécies a competição e facilitação, assim como a influência da cobertura vegetal nesses processos (VIOLLE et al., 2007; FUNK et al., 2017).

Estudos anteriores já mostraram como uma baixa cobertura vegetal, baixos níveis de precipitação e solos expostos apresentam uma maior taxa de degradação com o passar do tempo, tornando o ambiente mais rígido e com menor disponibilidade de recursos (HELLDÉN, 2008; TOMASELLA et al., 2018; RITO et al., 2017; RIBEIRO et al., 2019). Indivíduos nessas áreas precisam criar um balanço entre a eficiência fotossintética e a resistência de suas folhas, assim como em estratégias de crescimento que melhor se encaixem em seu ambiente e que as permita sobreviver sob a pressão de seus vizinhos (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; DOMEN, 2018).

A utilização de índices de cobertura vegetal junto com o método de análise de vizinhança pode demonstrar como a cobertura vegetal influenciará na interação entre as espécies, em que maiores níveis de cobertura vegetal podem favorecer a competição, pela disputa pelo recurso, por exemplo (HARDIN, 1960), e a facilitação, pelo sombreamento dos indivíduos menores pelos maiores (SMIT et al., 2008). Por outro lado, menores níveis de cobertura vegetal podem favorecer a competição, através da menor disponibilidade de nutrientes disponível (HARDIN, 1960). Na Caatinga a luz não é um recurso limitante, portanto a competição deve acontecer por água e nutrientes em ambientes mais expostos (PINHO et al., 2019).

Dentre as Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS), a Caatinga possui 912.529 km² de área, o que corresponde a 10,7% do território brasileiro (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Localizada em uma região semiárida, a Caatinga possui a mais alta taxa de radiação solar dentre os biomas brasileiros (MOURA et al., 2007), com uma temperatura média anual variando de 25 °C até 30 °C e menores taxas de umidade relativa com valores próximos aos 50% (MOURA et al., 2007; SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Além disso, a Caatinga

possui uma alta taxa de evapotranspiração potencial, sujeita a um período de seca extenso (de 6 a 9 meses) e curtos períodos de chuva, com valores de precipitação podendo ser menores que 400 mm (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; BECERRA et al., 2015). A Caatinga vem sendo desmatada desde o século XVI para a agricultura e pecuária (LEAL et al., 2003) e seus recursos florestais atendem a uma população rural de baixa renda, que depende de diversos produtos florestais para fins medicinais, alimentação animal e lenha (NASCIMENTO et al., 2014). Em ambientes como esse, a interação entre plantas vizinhas é importante para sua permanência no ambiente.

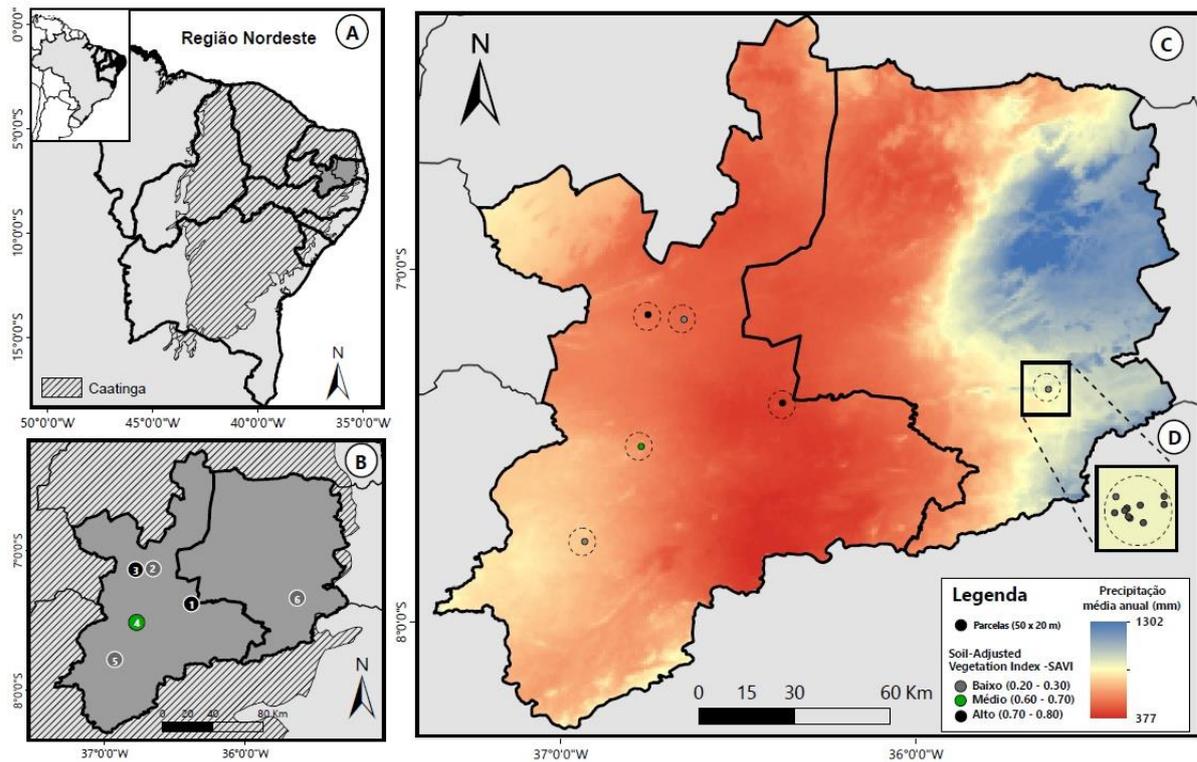
Devido à escassez hídrica nas FTSS, as plantas precisam lidar com diferentes forças estressoras, resultando com resposta múltiplos *trade-offs* e distintas combinações de atributos. As espécies caducifólias perdem suas folhas na estação seca e as retomam em períodos de chuva, já as espécies perenifólias possuem folhas mais resistentes que perduram os períodos secos da Caatinga (SOUZA et al., 2015). Sua fisionomia predominante sofreu alterações com o tempo, e atualmente varia de arbustos abertos até florestas altas e secas (SILVA; LEAL; TABARELLI, 2018). Apesar de suas condições de estresse, a Caatinga se destaca pela sua grande diversidade de espécies vegetais, como o *Croton blanchetianus* Bail., popularmente conhecida como marmeleiro, que possui habito arbustivo (SANTOS; MELO, 2010), e é bem adaptada a ambientes abertos e antropizados. É uma espécie pioneira, sendo importante no processo de recuperação de áreas degradadas (LORENZI; MATOS, 2002), já que consegue ocupar nichos que outras espécies não conseguiriam, melhorando a qualidade do solo para o processo de sucessão ser efetivado (SANTANA; SOUTO, 2006).

Com base nisso, o objetivo desse trabalho foi analisar como a plasticidade de *C. blanchetianus* é influenciada por diferentes níveis de precipitação e cobertura vegetal, assim como a influência das plantas vizinhas em seus traços. Quanto a isso, espera-se que em coberturas vegetais e níveis de precipitação mais altos a AFE, e o Diâmetro Máximo de Tronco apresentem valores maiores, indicando indivíduos com melhor eficiência fotossintética e crescimento horizontal. Em coberturas vegetais e níveis de precipitação mais baixos, espera-se que a EF e o CMSF apresentem valores mais altos, indicando indivíduos com maior resistência aos impactos ambientais. Em relação a análise de vizinhança espera-se que a estratégia de crescimento de *C. blanchetianus* seja influenciada pela estratégia adotada pela comunidade, tornando-se mais conservativa quando a comunidade adota uma estratégia mais aquisitiva e mais aquisitiva quando a comunidade adota uma estratégia mais conservativa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Áreas de estudo

Figura 1. Localização das seis populações (P1, P2, P3, P4, P5, P6) amostradas de *Croton blanchetianus* Baill. no estado da Paraíba, região nordeste do Brasil (A). As populações distribuídas em duas mesorregiões paraibanas (B) e sobre diferentes níveis de cobertura vegetal e um gradiente de precipitação (423-807mm) (C). As populações submetidas a maior cobertura vegetal (SAVI alto) estão destacados com círculo preto (●), as de SAVI intermediário com círculo verde (●) e aquelas presentes em menor cobertura vegetal (SAVI baixo) em círculo cinza (●) (B, C).



Fonte: Elaborada por Gilbevan Almeida, 2022.

2.2 Amostragem da estrutura e composição da vegetação

Foram plotadas seis parcelas com dimensões de 20 x 50m (0,1 hectare). As áreas foram selecionadas com base em seu nível de cobertura vegetal, utilizando o “Soil Adjusted Vegetation Index” (SAVI), já que ele possui um fator de ajuste para áreas semelhantes a Caatinga (HUETE, 1988). Além disso, foram selecionadas áreas em gradiente de precipitação com dados de precipitação anual coletados no repositório Global de Dados Climáticos do *WorldClim 2* no período de 30 anos (1970-2000) (FICK; HIJMANS 2017). Dentro dessas parcelas, foi realizado um estudo fitossociológico para melhor entendimento das comunidades, realizando medições de altura e diâmetro para todos os arbustos e árvores com diâmetro ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura ≥ 1 metro. Os indivíduos foram classificados a nível de espécie de acordo com o sistema APG IV (APG, 2016), utilizando chaves de identificação botânicas e o conhecimento prévio dos pesquisadores (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição e nome dos municípios das seis parcelas/populações em relação a sua diversidade Shannon (H') e riqueza, além dos fatores ambientais de cobertura vegetal (SAVI) e precipitação. Dentre as seis parcelas selecionadas segundo os critérios citados, duas parcelas apresentam maior cobertura vegetal (SAVI acima de 0.70), uma parcela com SAVI intermediário (0.60-0.70) e outras três com menor cobertura vegetal (SAVI entre 0.2-0.5), distribuídas ao longo de um gradiente de precipitação (400mm-850mm). Em negrito os maiores valores de cada variável.

<i>Parcela/Populações</i>	<i>Diversidade H'</i>	<i>Riqueza</i>	<i>Abundância</i>	<i>SAVI</i>	<i>Precipitação</i>
1. <i>São João do Cariri</i>	1,328	11	235	0,72	423
2. <i>Santo André</i>	1,536	10	245	0,29	494
3. <i>Taperoá</i>	1,431	14	278	0,82	515
4. <i>Serra Branca</i>	2,341	23	332	0,60	582
5. <i>Sumé</i>	1,714	11	227	0,45	668
6. <i>Itatuba</i>	1,553	11	306	0,36	807

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

2.3 Cálculo do índice de cobertura vegetal

Os Índices de cobertura vegetal são utilizados para o sensoriamento do nível de cobertura de uma região, por meio da utilização de imagens de satélite. Um desses índices é o *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI), que é utilizado para análise da cobertura em regiões semiáridas. Este índice se diferencia de outros, como o *Normalized Difference Vegetation Index* NDVI, que apesar de ser muito utilizado para várias regiões ao redor do mundo, não funciona tão bem para regiões semiáridas como o SAVI, já que este possui um fator de correção para a o brilho do solo característico dos períodos de seca dessas regiões (HUETE, 1988; BORATTO; GOMIDE, 2013; FONSECA, 2017).

Para o Cálculo do SAVI foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8/sensor 8 OLI (Operacional Terra Imager), adquiridas no site USGS (United States Geological Survey). As imagens foram obtidas nos meses de setembro e novembro de 2018. Para o cálculo do SAVI, foi utilizado a seguinte equação proposta por Huete (1988):

$$SAVI = \frac{NIR - RED}{(NIR + RED + L)} * (1 + L)$$

Onde: NIR = valor de reflectância da banda de infravermelho próximo; RED = reflectância da banda vermelha; L = fator de correção de brilho do solo, com fator de ajuste 0.5. Para este procedimento foi utilizado o software ArcGis v.10.5 (ESRI, 2016).

2.4 Espécie focal

Por meio do levantamento fitossociológico selecionamos a espécie vegetal nativa/endêmica da Caatinga com maior abundância e representatividade nas áreas de estudo. Nas seis parcelas, foram registrados 2.013 indivíduos adultos, pertencentes a 32 espécies vegetais lenhosas. Desse total, a espécie com maior abundância total foi *Croton blanchetianus*, com 893 indivíduos nas seis parcelas. *C. blanchetianus* ou marmeleiro, como é popularmente conhecida na região, tem distribuição geográfica no Nordeste (Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe) e no Sudeste (Minas Gerais), está presente no domínio fitogeográfico da Caatinga (CORDEIRO et al., 2015). A espécie possui habito arbustivo (SANTOS; MELO, 2010) e é bem adaptada a ambientes abertos e antropizados (Ribeiro et al., 2015; 2019). *C. blanchetianus* foi escolhida como espécie focal, pois é pioneira no processo de sucessão, sendo

de grande importância em ambientes semiáridos para o processo de facilitação de espécies com estágios sucessionais mais tardios (LORENZI; MATOS, 2002; FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018). Para amostragem dos traços foliares, em campo, foi marcada uma população com dez indivíduos em cada uma das parcelas. A seleção dos indivíduos seguiu alguns critérios de inclusão: (i) todos com altura entre 1 e 3 metros e diâmetro acima de 3 cm; (ii) todos em estágio ontogenético adultos, de modo a evitar o efeito da ontogenia nos traços analisados.

2.5 Mensuração dos traços funcionais

Para estimar a composição funcional de cada parcela e verificar a influência de plantas vizinhas na espécie focal, medimos traços funcionais para as espécies mais abundantes, inclusive da espécie focal deste estudo, que representaram em média 96% da abundância total de arbustos e árvores em nossas parcelas. Para este estudo foram selecionados três traços foliares: Área Foliar Específica (AFE, $\text{mm}^2 \cdot \text{mg}^{-1}$), que é indicativo da taxa de crescimento relativo da planta e eficiência fotossintética (CORNELISSEN et al., 2003); Espessura foliar (EF, mm), que está relacionada a resistência da folha, assim como ao balanceamento da capacidade fotossintética e dos custos da respiração e transpiração da planta (FUNK et al., 2017), e o Conteúdo de Matéria Seca Foliar (CMSF, $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$) que atua de maneira inversa a AFE, estando relacionada ao custo foliar e a estratégia de crescimento da planta (FUNK et al., 2017; POLLEY; COLLINS; FAY, 2022). Também foi utilizado um traço de planta inteira: Diâmetro Máximo do Tronco (m), que expressa o potencial de crescimento horizontal da planta (DOMEN, 2018). Os traços foram escolhidos e medidos de acordo com o protocolo de mensuração de traços funcionais de plantas (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

Para os traços foliares, foram selecionadas folhas relativamente jovens, completamente expandidas e fotossinteticamente ativas, sem sinais óbvios de herbivoria ou patogenicidade (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Além disso, foram escolhidas as folhas que estão em contato direto com a luz solar, e as mesmas folhas foram utilizadas para a medição da AFE e da EF. As folhas foram ainda no campo enroladas em papel toalha úmido e seladas em sacos plásticos, após isso, armazenadas em uma caixa térmica e posteriormente em um refrigerador. No laboratório, as folhas foram reidratadas por um período de seis horas, e mensuração dos traços foram feitas com até no máximo 24 horas depois da coleta (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013).

A espessura da folha foi medida com a utilização de um paquímetro digital, sempre evitando nervuras centrais (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Após isso, as folhas foram digitalizadas com um *scanner*, junto com uma escala métrica. Essa imagem foi utilizada para a mensuração da área foliar (AF, mm^2), utilizando o software ImageJ v1.8 (RASBAND, 2018). Após a mensuração da área foliar, as folhas foram colocadas em um envelope de papel e levadas para estufa a 70°C durante 72 horas, após isso elas foram retiradas para determinar a massa seca em uma balança com precisão de 0.001. A AFE é a razão entre a área foliar e a massa seca da folha, calculada utilizando a seguinte equação:

$$AFE = \frac{AF}{MSF}$$

Em que: AFE = Área Foliar Específica; AF = Área Foliar; MSF = Massa Seca Foliar.

Já o CMSF é um produto da massa seca foliar e da massa fresca foliar, calculada utilizando a equação:

$$CMSF = \frac{MSF (mg)}{MFF (g)}$$

Em que: CMSF = Conteúdo de matéria seca foliar; MSF = Massa seca foliar; MFF = Massa fresca foliar.

Para mensuração do diâmetro do tronco, foi utilizado um paquímetro analógico, em que o diâmetro foi coletado na base do tronco ao nível do solo para todos os indivíduos com diâmetro maior ou igual a três centímetros (RODAL et al., 2013). Em casos, onde o paquímetro não tinha tamanho suficiente, foi utilizada uma fita métrica para verificação da circunferência do tronco no mesmo ponto, e posteriormente, essa circunferência foi convertida para diâmetro por meio da equação:

$$d = \frac{C}{\pi}$$

Em que: d = Diâmetro; C = Circunferência; π = Pi.

2.6 Análises Estatísticas

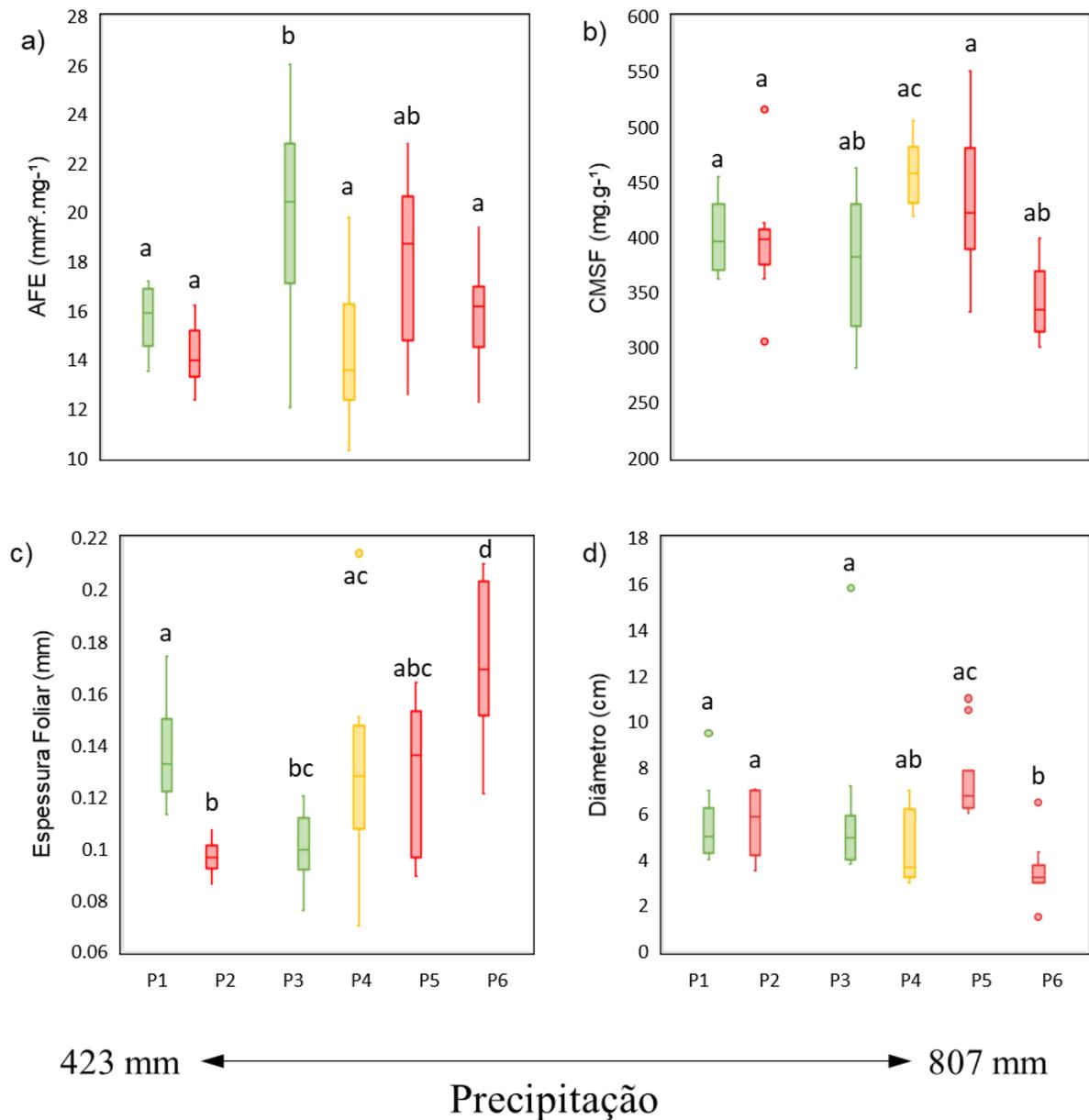
Inicialmente, foi avaliado o ajuste das variáveis explicativas e respostas aos pressupostos de normalidade dos dados e homogeneidade por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Barlett, respectivamente. Posteriormente, para verificar diferenças significativas nos traços entre as populações de *C. blanchetianus*, foram realizados os testes estatísticos de Kruskal-Wallis para dados não-paramétricos e o teste ANOVA para dados paramétricos. Todas essas análises foram realizadas com a utilização do software Past v.3.15 (HAMMER et al., 2001).

Em seguida, para avaliar a influência dos traços funcionais de plantas vizinhas na espécie focal, utilizamos a média ponderada dos traços na comunidade das espécies vizinhas (CWM, *Community-weighted mean*). Os valores dos traços de CWM são uma tradução quantitativa da hipótese de relação de biomassa (GRIME, 1998), calculada a partir do valor médio do traço das espécies e sua abundância relativa das espécies que pesa cada valor (GARNIER et al., 2007; PRADO-JÚNIOR et al., 2016). O CWM foi calculado para cada traço avaliado: AFE, CMSF, espessura da folha e diâmetro do caule. Em seguida, modelos de regressão linear múltipla e simples foram feitos para observar a influência dos traços da comunidade (CWM) com a média dos traços de *C. blanchetianus*, em cada parcela. Todas essas análises foram realizadas com a utilização do software Past v.3.15 (HAMMER et al., 2001).

3. RESULTADOS

Todos os traços de *C. blanchetianus* demonstraram diferenças significativas entre pelo menos duas populações (Figura 2). Para a AFE, a parcela 3, que possui SAVI alto e precipitação mediana, se diferenciou de todas as outras com a exceção da parcela 5 (Figura 2a) ($F_{5,54}=6,87$; $p<0,001$). Para o CMSF, a parcela 4 com SAVI médio e precipitação acima da média, se diferenciou das parcelas 3 e 6 (Figura 2b) ($F_{5,54}=7,72$; $p<0,001$). Para EF, a parcela 6, de SAVI baixo e maior precipitação, se diferenciou de todas outras, enquanto a parcela 2, de SAVI e precipitação baixas, se diferenciou da parcela 1, 4 e 6 (Figura 2c) ($F_{5,54}=12,41$; $p<0,001$). Para o Diâmetro, a parcela 6 se diferenciou de todas outras, enquanto a parcela 4 se diferenciou da 5 (Figura 2d) ($H=23,68$, $p<0,001$). A parcela com menor SAVI e baixa precipitação apresentou o menor valor de AFE ($6,62 \text{ mm}^2.\text{mg}^{-1}$) e EF ($0,01 \text{ mm}$) (Figura 2a,c), assim como baixos valores de CMSF (Figura 2b) e D (Figura 2d). O menor valor de D (3 cm) foi encontrado em parcela de baixo SAVI e alta precipitação (Figura 2d). O maior valor de AFE ($60,35 \text{ mm}^2.\text{mg}^{-1}$) foi encontrado na parcela com maior SAVI e precipitação pouco abaixo da média (Figura 2A), assim como o maior valor de Diâmetro ($15,81 \text{ cm}$) (Figura 2d). O maior valor de CMSF ($1089,55 \text{ mg.g}^{-1}$) foi encontrado em parcela de SAVI baixo, mas alta precipitação (Figura 2b). O maior valor (1.1 mm) de EF foi encontrado em parcela com baixo SAVI e maior precipitação (Figura 2c).

Figura 2. Valores encontrados para cada um dos traços estudados ao longo das seis parcelas amostradas. AFE = Área foliar específica (a), CMSF = Conteúdo de matéria seca foliar (b), Espessura Foliar (c), Diâmetro Máximo de Tronco (d), SAVI = Índice de cobertura vegetal “*Soil Adjusted Vegetation Index*”. Barras que possuem letras diferentes significam que são estatisticamente diferentes de acordo com as comparações post-hoc de Tukey e Dunn ($p < 0,05$). Barras verdes representam SAVI alto (acima de 0,70), barras amarelas representam SAVI médio (entre 0,50-0,70), barras vermelhas representam SAVI baixo (entre 0,20-0,50). P1- P6 são referentes as parcelas de 1 a 6 respectivamente. Sete representa o gradiente de precipitação (423mm – 807mm), onde as parcelas na esquerda possuem um valor menor enquanto as da direita possuem um valor maior.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022

Tabela 2. Modelos lineares de correlação entre as variáveis de SAVI (Índice de cobertura vegetal “*Soil Adjusted Vegetation Index*”) e precipitação e os traços de *Croton blanchetianus*. Coeficiente de regressão = Coeficiente; R^2 = variação explicada; P = Significância; AFE = área foliar específica; CMSF = conteúdo de matéria seca foliar; EF = Espessura Foliar.

<i>Variáveis</i>	<i>Traços</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>R²</i>	<i>P</i>
SAVI	AFE	8	0,272	0,24
	CMSF	-1,413	0,025	0,99
	EF	0,007	0,103	0,92
	Diâmetro	-0,001	0,038	1,00
PRECIPITAÇÃO	AFE	0,01	0,003	0,46
	CMSF	-0,098	0,104	0,64
	EF	0	0,501	0,22
	Diâmetro	-0,004	0,146	0,58

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

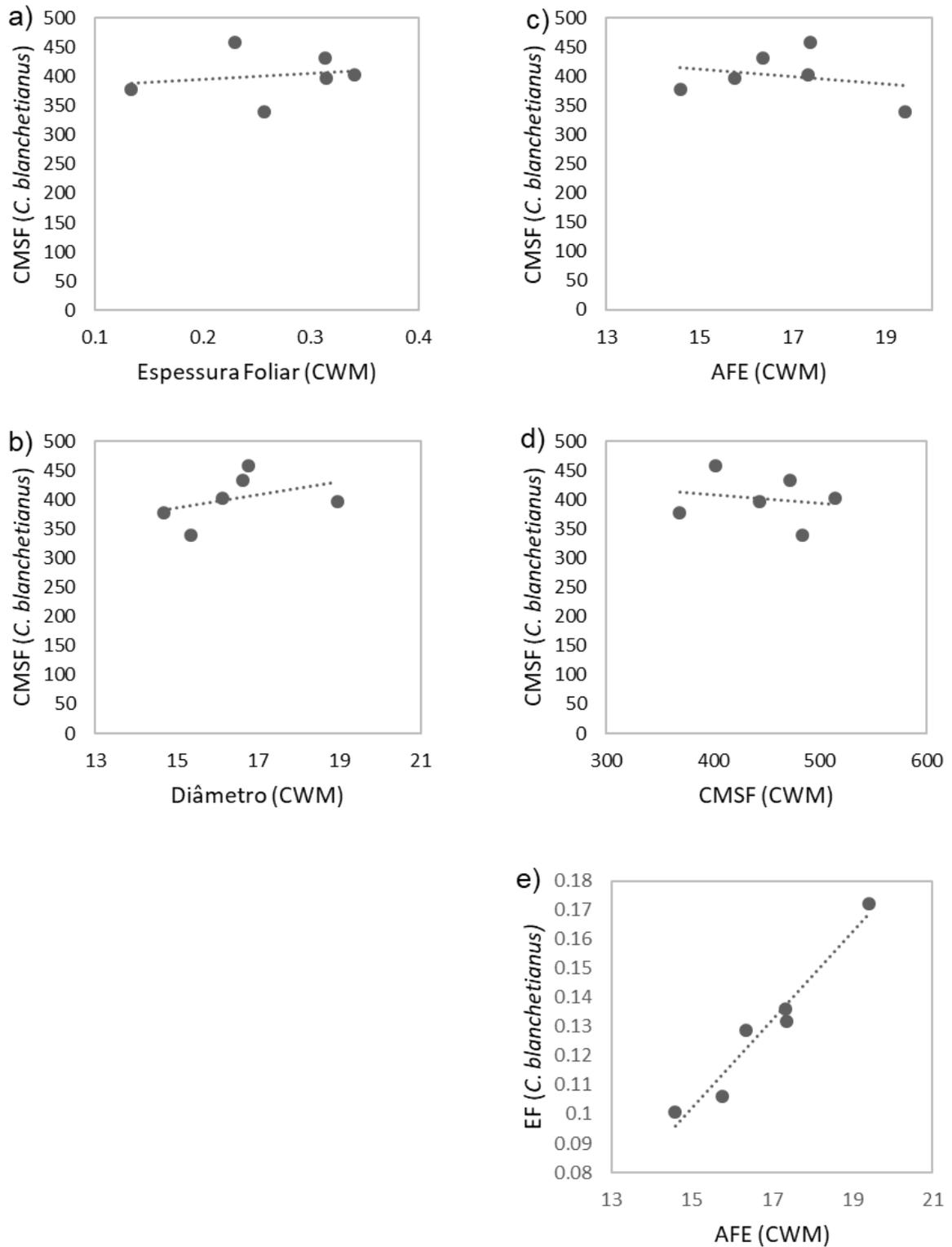
Dentre todos os traços de *C. blanchetianus*, o CMSF foi o que mais respondeu a influência dos traços das plantas vizinhas (Tabela 3; Figura 3). Todos os traços médios da comunidade apresentaram correlação significativa com o CMSF da espécie focal (Tabela 3). A CWM_{AFE} ($p < 0,05$; Figura 3a), e a CWM_{EF} ($p < 0,05$; Figura 3c) das espécies vizinhas demonstraram correlação positiva com o CMSF, ou seja, o *C. blanchetianus* manteve maiores valores de CMSF na presença de espécies com valores elevados de AFE e EF. Por outro lado, considerando a CWM_{CMSF} e o CWM do Diâmetro, houve uma correlação negativa com o CMSF da espécie focal ($p < 0,05$; Tabela 3; Figura 3b,d). Além disso, foi encontrada forte correlação positiva entre a CWM_{AFE} e da EF da espécie focal (Tabela 3; Figura 3e). AFE e o diâmetro de *C. blanchetianus* não obtiveram correlação com nenhum dos CWM ($P > 0,05$), a EF da espécie não obteve nenhuma correlação com CWM_{CMSF} , CWM_{EF} e CWM do Diâmetro ($P > 0,05$).

Tabela 3. Modelos lineares de correlação entre os traços da comunidade (média ponderada do traço da comunidade = CWM) e as variações dos traços de *Croton blanchetianus*. Coeficiente de regressão = Coeficiente; R² = variação explicada; P = Significância; AFE = área foliar específica; CMSF = conteúdo de matéria seca foliar; EF = Espessura Foliar. Em negrito valores de P que apontaram correlações significativas entre os traços da comunidade (CWM) e os traços de *Croton blanchetianus*.

<i>Traços da comunidade</i>	<i>Traços de C. blanchetianus</i>	<i>Coeficiente</i>	<i>R²</i>	<i>P</i>
<i>CWM_{AFE}</i>	AFE	-	-	0,38
	CMSF	15,565	0,058	0,05
	EF	0,0151	0,939	> 0,001
	Diâmetro	-	-	0,35
<i>CWM_{CMSF}</i>	AFE	-	-	0,82
	CMSF	-3,868	0,035	0,02
	EF	-	-	0,86
	Diâmetro	-	-	0,63
<i>CWM_{EF}</i>	AFE	-	-	0,90
	CMSF	3033,076	0,035	0,02
	EF	-	-	0,94
	Diâmetro	-	-	0,49
<i>CWM Diâmetro</i>	AFE	-	-	0,65
	CMSF	-60,468	0,157	0,03
	EF	-	-	0,76
	Diâmetro	-	-	0,48

Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

Figura 3. Variação nos valores de CMSF de *Croton blanchetianus* em relação aos traços da comunidade (CWM), Espessura Foliar (a), Diâmetro (b), AFE (c), CMSF (d). Variação da Espessura Foliar da espécie focal ao longo do gradiente de AFE da comunidade (e). AFE = Área foliar específica; CMSF = Conteúdo de matéria seca foliar; Círculos cinza (●) representam as médias de cada comunidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2022.

4. DISCUSSÃO

Os diferentes níveis de cobertura vegetal e de precipitação não foram capazes de causar mudanças nos atributos funcionais de *C. blanchetianus* entre as parcelas. Porém, foi observada uma alta plasticidade nos atributos funcionais entre os extremos de cobertura vegetal e precipitação dentro das populações estudadas. Além disso, foi possível observar como a interação entre os indivíduos da espécie focal e sua comunidade modelam as respostas funcionais e estratégias, tanto positiva quanto negativamente de *C. blanchetianus*.

4.1 SAVI, precipitação e traços de *Croton blanchetianus*

Mesmo sem uma correlação linear significativa, as parcelas com valores extremos de SAVI e precipitação foram responsáveis pela maior parte das diferenças entre os traços da espécie focal (Figura 2). Isso dá suporte a ideia de que gradientes ambientais (disponibilidade hídrica, nutrientes, incidência de raios solares) influenciam nos traços funcionais das plantas (WRIGHT et al., 2004; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2009; FALCÃO et al., 2015; CONEVA; CHITWOOD, 2018). Ambientes com alta incidência de raios solares estão associados a menores valores de AFE, causando uma diminuição na taxa de transpiração (PITA; PARDOS, 2001; BORGES et al., 2019). Por outro lado, maiores valores de EF, aumentam a resistência da folha contra danos da fotossíntese e a desidratação causada pela temperatura (BORGES et al., 2019), assim como apontam nossos resultados (Figura 2). O CMSF é um traço que já foi relacionado a estratégia de crescimento adotada pela planta, com associação positiva a um crescimento conservativo e lento, porém, resistente e com associação negativa a um crescimento aquisitivo (GARNIER et al., 2004; VAIERETTI et al., 2007; REICH, 2014; DÍAZ et al., 2016; POLLEY et al., 2020; POLLEY; COLLINS; FAY, 2022). Ambientes com distúrbios têm uma tendência de filtrar indivíduos com folhas de menor custo e resistência (CMSF) (CARREÑO-ROCABADO et al, 2012), como observado nos nossos achados.

As folhas de *C. blanchetianus* demonstraram traços de resistência principalmente nas populações com menor índice de cobertura vegetal (Figura 2), onde possivelmente essas características são uma adaptação as condições ambientais duras, como maior incidência de luz e escassez hídrica (PITA e PARDOS, 2001; BORGES et al., 2019). O alto valor de AFE encontrado em áreas com alto SAVI (Figura 2a) também pode indicar a maneira com que ambientes com menos distúrbios podem aumentar a eficiência fotossintética de uma população (BORGES et al., 2019). Semelhante ao que Carreño-Rocabado et al. (2012) observaram em um estudo em floresta seca, os indivíduos nas áreas de menor cobertura vegetal obtiveram folhas de baixo custo, isto é, baixo CMSF, possivelmente uma consequência dos solos mais degradados. Esta degradação também pode explicar os baixos valores no diâmetro do tronco de *C. blanchetianus* nas populações mais expostas.

4.2 Análise de vizinhança

A influência dos traços da comunidade no CMSF de *C. blanchetianus* mostram de que maneira os indivíduos vizinhos estão em constante interação com a espécie focal, moldando suas características funcionais e filtrando estratégias de crescimentos adotadas por ela. Os traços de espécies vizinhas têm influência na capacidade competitiva da espécie focal (CARBONI et al., 2018). A capacidade de crescimento da planta já foi apresentada como uma característica que indica a capacidade competitiva de um traço, em que indivíduos que sofrem mais competição têm sua taxa de crescimento afetada (GOLDBERG, 1996; KUNSTLER et al., 2016). A AFE é um dos traços que demonstra a eficiência fotossintética e taxa de crescimento das plantas (LIU et al., 2017, CHENG et al., 2016), assim como o CMSF (GARNIER et al.,

2004; VAIERETTI et al., 2007; REICH, 2014; DÍAZ et al., 2016; POLLEY et al., 2020; POLLEY; COLLINS; FAY, 2022). A EF também já foi demonstrada como um traço que está negativamente relacionado a eficiência fotossintética da folha além de aumentar sua resistência (POORTER; BONGERS, 2006).

Dessa maneira, a relação positiva da CWM_{AFE} e a CWM_{EF} com o CMSF da espécie focal (Tabela 3; Figura 3), demonstra como um aumento na CWM_{AFE} , que pode ser relacionado a eficiência fotossintética da comunidade, pode causar uma mudança na estratégia de crescimento de *C. blanchetianus*, tornando-a mais conservativa e lenta, que pode ser negativo para sua capacidade competitiva (WRIGHT et al., 2010; CARBONI et al., 2018). A CWM_{AFE} também demonstrou relação positiva com a EF de *C. blanchetianus* (tabela 3; figura 3), apontando que folhas maiores na comunidade tendem a gerar folhas mais resistentes para a espécie focal, porém, com uma possível diminuição em sua eficiência fotossintética.

Já o CMSF e o diâmetro da comunidade demonstraram relação negativa com o CMSF da espécie focal (tabela 3; figura 3), demonstrando que quando os indivíduos vizinhos de *C. blanchetianus* assumem uma estratégia de crescimento conservadora, a espécie focal tende a assumir uma estratégia de crescimento aquisitiva, de maior velocidade de crescimento e capacidade competitiva (WRIGHT et al., 2010; CARBONI et al., 2018). Sendo *C. blanchetianus* uma espécie pioneira no processo de sucessão, estratégias foliares de crescimento aquisitivas se demonstram positivas para que ela cumpra seu papel no ambiente, facilitando a chegada de espécies com estágios sucessionais posteriores (LORENZI e MATOS, 2002; FAGUNDES; WEISSER; GANADE, 2018).

Assim, é possível ver um padrão de como os traços das espécies vizinhas afetam o desempenho de *C. blanchetianus*, por vezes a deixando mais resistente e conservadora, quando os indivíduos ao seu redor assumem uma postura de crescimento mais rápido, e por vezes a deixando mais aquisitiva, com folhas mais baratas, quando os indivíduos ao seu redor assumem uma postura de resistência. Isso demonstra a plasticidade da espécie também em relação as suas interações biológicas, assumindo estratégias que melhor vão garantir sua sobrevivência (PÉREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013; DOMEN, 2018).

5. CONCLUSÃO

A capacidade que *Croton blanchetianus* demonstrou em se adaptar à diferentes pressões ambientais e bióticas ressaltam a importância do estudo de espécies pioneiras na restauração de áreas degradadas. Além disso, a variação das suas características funcionais em ambientes com valores extremos de SAVI e precipitação também acendem uma luz no que se diz sobre os impactos causados pela degradação nas populações que vivem nesses ambientes. A interação entre as populações de *C. blanchetianus* e a comunidade que as circundam, mostra a força que as interações, positivas ou negativas, podem ter nas características funcionais da espécie focal, mostrando que a análise de vizinhança se demonstra como mais uma ferramenta no entendimento da estrutura das populações. Estudos que forneçam informações sobre as respostas funcionais intraespecíficas são imprescindíveis para identificar espécies que melhor respondem as mudanças ambientais presentes e iminentes.

REFERÊNCIAS

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP - 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**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.

BARRY, Kathryn E. et al. The future of complementarity: disentangling causes from consequences. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 34, n. 2, p. 167-180, 2019.

BECERRA, Jorge Alberto Bustamante et al. Relação das sazonalidades da precipitação e da vegetação no bioma caatinga: abordagem multitemporal. **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR**, João Pessoa-PB, Brasil, v. 25, p. 6668-6674, 2015.

BERTNESS, Mark D.; HACKER, Sally D. Physical stress and positive associations among marsh plants. **The American Naturalist**, v. 144, n. 3, p. 363-372, 1994.

BORGES, Erica Rievers et al. Trait variation of a generalist tree species (*Eremanthus erythropappus*, Asteraceae) in two adjacent mountain habitats: savanna and cloud forest. **Australian Journal of Botany**, v. 66, n. 8, p. 640-646, 2019.

CANHAM, Charles D. et al. Neighborhood analyses of canopy tree competition along environmental gradients in New England forests. **Ecological applications**, v. 16, n. 2, p. 540-554, 2006.

CARBONI, Marta et al. Functional traits modulate the response of alien plants along abiotic and biotic gradients. **Global Ecology and Biogeography**, v. 27, n. 10, p. 1173-1185, 2018.

CARREÑO-ROCADADO, Geovana et al. Effects of disturbance intensity on species and functional diversity in a tropical forest. **Journal of Ecology**, v. 100, n. 6, p. 1453-1463, 2012.

CHENG, Junhui et al. Functional correlations between specific leaf area and specific root length along a regional environmental gradient in Inner Mongolia grasslands. **Functional Ecology**, v. 30, n. 6, p. 985-997, 2016.

CONEVA, Viktoriya; CHITWOOD, Daniel H. Genetic and developmental basis for increased leaf thickness in the *Arabidopsis Cvi* ecotype. **Frontiers in Plant Science**, v. 9, p. 322, 2018.

CORDEIRO, I.; Secco, R.; Carneiro-Torres, D.S.; Lima, L.R. de; Caruzo, M.B.R.; Berry, P.; Riina, R.; Silva, O.L.M.; Silva, M.J.da; Sodré, R.C. 2015 *Croton* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB25478>>.

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, n. 4, p. 335-380, 2003.

DA SILVA, José Maria Cardoso; LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo (Ed.). **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, 2018.

DE ARAÚJO RIBEIRO, Gabrielle; DE CASTRO SILVA, João Nailson; DA SILVA, Janaína Barbosa.  ndice de Vegeta o Ajustado ao Solo (IVAS): estado da arte e suas potencialidades. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 06, p. 2054-2074, 2016.

DE BORATTO, I. M.; GOMIDE, Reinaldo L cio. Aplica o dos índices de vegeta o NDVI, SAVI e IAF na caracteriza o da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, p.7345-7352, 2013.

DE MOURA, M. S. B. et al. Clima e água de chuva no Semi-Árido. *In*: DE MOURA, M. S. B. **Potencialidades da água de chuva no Semi-Árido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 37-59.

DE SOUZA NASCIMENTO, Clovis Eduardo et al. The introduced tree *Prosopis juliflora* is a serious threat to native species of the Brazilian Caatinga vegetation. **Science of the Total Environment**, v. 481, p. 108-113, 2014.

DÍAZ, Sandra et al. The global spectrum of plant form and function. **Nature**, v. 529, n. 7585, p. 167-171, 2016.

DOMEN, YURIKO SUMIYO MURILLO. **EFEITOS DOS FILTROS AMBIENTAIS NA ESTRUTURA FILOGENÉTICA DE UM CERRADO**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

DOS SANTOS, Antônio Cássio Justino; DE MELO, José Iranildo Miranda. Flora vascular de uma área de caatinga no estado da Paraíba-Nordeste do Brasil. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 32-40, 2010.

ESRI. 2016. "ArcGis Desktop: Release 10.4." Redlands: Environmental Systems Research Institute.

FAGUNDES, Marina; WEISSER, Wolfgang; GANADE, Gislene. The role of nurse successional stages on species-specific facilitation in drylands: Nurse traits and facilitation skills. **Ecology and Evolution**, v. 8, n. 10, p. 5173-5184, 2018.

FALCÃO, Hiram M. et al. Phenotypic plasticity and ecophysiological strategies in a tropical dry forest chronosequence: A study case with *Poincianella pyramidalis*. **Forest Ecology and Management**, v. 340, p. 62-69, 2015.

FICK, S.E.; HIJMANS, R.J. WorldClim 2: new 1km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, 37, 4302-4315, 2017

FILAZZOLA, Alessandro et al. The effect of consumer pressure and abiotic stress on positive plant interactions are mediated by extreme climatic events. **New Phytologist**, v. 217, n. 1, p. 140-150, 2018.

FONSECA, Rayane Cavalcanti da. **Análise de índices de vegetação (NDVI e SAVI) no estudo da dinâmica geoespacial e espectro-temporal da vegetação de caatinga, cultura irrigada e solo exposto do município de Petrolina/PE**. 2017. 58. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

FUNK, Jennifer L. et al. Revisiting the Holy Grail: using plant functional traits to understand ecological processes. **Biological Reviews**, v. 92, n. 2, p. 1156-1173, 2017.

GARNIER, Eric et al. Assessing the effects of land-use change on plant traits, communities and ecosystem functioning in grasslands: a standardized methodology and lessons from an application to 11 European sites. **Annals of Botany**, v. 99, n. 5, p. 967-985, 2007.

GARNIER, Eric et al. Plant functional markers capture ecosystem properties during secondary succession. **Ecology**, v. 85, n. 9, p. 2630-2637, 2004.

GOLDBERG, Deborah E. Competitive ability: definitions, contingency and correlated traits. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, v. 351, n. 1345, p. 1377-1385, 1996.

GRIME, J. P. Benefits of plant diversity to ecosystems: immediate, filter and founder effects. *Journal of Ecology*, v. 86, n. 6, p. 902-910, 1998.

GROSS, Nicolas et al. Linking individual response to biotic interactions with community structure: a trait-based framework. *Functional Ecology*, v. 23, n. 6, p. 1167-1178, 2009.

GROSS, Nicolas et al. Uncovering multiscale effects of aridity and biotic interactions on the functional structure of Mediterranean shrublands. *Journal of Ecology*, v. 101, n. 3, p. 637-649, 2013.

GRUNTMAN, Michal et al. Decision-making in plants under competition. *Nature Communications*, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2017.

HAMMER, Øyvind et al. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

HARDIN, Garrett. The competitive exclusion principle. *Science*, v. 131, n. 3409, p. 1292-1297, 1960.

HE, Qiang; BERTNESS, Mark D.; ALTIERI, Andrew H. Global shifts towards positive species interactions with increasing environmental stress. *Ecology letters*, v. 16, n. 5, p. 695-706, 2013.

HELLDÉN, Ulf. A coupled human–environment model for desertification simulation and impact studies. *Global and Planetary Change*, v. 64, n. 3-4, p. 158-168, 2008.

HUETE, Alfredo, R. A soil-adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*. *Remote Sensing of Environment*, v. 25, p. 295-309, 1988.

JUNIOR, JAMIR AFONSO PRADO. **PLANT FUNCTIONAL TRAITS DRIVE FOREST COMMUNITY FUNCTIONING AND DYNAMIC**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Uberlândia.

KUNSTLER, Georges et al. Plant functional traits have globally consistent effects on competition. *Nature*, v. 529, n. 7585, p. 204-207, 2016.

LE BAGOUSSE-PINGUET, Yoann et al. Traits of neighbouring plants and space limitation determine intraspecific trait variability in semi-arid shrublands. *Journal of Ecology*, v. 103, n. 6, p. 1647-1657, 2015.

LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo; DA SILVA, José Maria Cardoso. *Ecologia e conservação da Caatinga*. **Editora Universitária UFPE**, 2003.

LIU, Mengzhou et al. Changes in specific leaf area of dominant plants in temperate grasslands along a 2500-km transect in northern China. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 1-9, 2017.

LOPES, Sergio de Faria. Competition analysis using neighborhood models: implications for plant community assembly rules. *Ethnobiology and Conservation*, v. 6, 2017.

LORENZI, Harri; MATOS, Francisco J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 1. ed. Brasil: Instituto Plantarum. 2002. 576 p.

MARTÍNEZ-VILALTA, Jordi et al. Hydraulic adjustment of Scots pine across Europe. **New Phytologist**, v. 184, n. 2, p. 353-364, 2009.

MICHALET, Richard et al. Do biotic interactions shape both sides of the humped-back model of species richness in plant communities?. **Ecology letters**, v. 9, n. 7, p. 767-773, 2006.

MIRITI, Maria N. Ontogenetic shift from facilitation to competition in a desert shrub. **Journal of Ecology**, v. 94, n. 5, p. 973-979, 2006.

PATERNO, Gustavo Brant; SIQUEIRA FILHO, José Alves; GANADE, Gislene. Species-specific facilitation, ontogenetic shifts and consequences for plant community succession. **Journal of Vegetation Science**, v. 27, n. 3, p. 606-615, 2016.

PENNINGTON, R. Toby; LAVIN, Matt; OLIVEIRA-FILHO, Ary. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 437-457, 2009.

PÉREZ-HARGUINDEGUY, N. et al. New handbook for stand-adjusted measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** 61: 167-234. 2013.

PINHO, Bruno X. et al. Plant functional assembly is mediated by rainfall and soil conditions in a seasonally dry tropical forest. **Basic and Applied Ecology**, v. 40, p. 1-11, 2019.

PITA, Pilar; PARDOS, José A. Growth, leaf morphology, water use and tissue water relations of *Eucalyptus globulus* clones in response to water deficit. **Tree Physiology**, v. 21, n. 9, p. 599-607, 2001.

POLLEY, H. Wayne. et al. Spectrally derived values of community leaf dry matter content link shifts in grassland composition with change in biomass production. **Remote Sensing in Ecology and Conservation**, v. 6, n. 3, p. 344-353, 2020.

POLLEY, H. Wayne; COLLINS, Harold P.; FAY, Philip A. Community leaf dry matter content predicts plant production in simple and diverse grassland. **Ecosphere**, v. 13, n. 5, p. e4076, 2022.

POORTER, Lourens; BONGERS, Frans. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. 1733-1743, 2006.

POTVIN, Catherine; DUTILLEUL, Pierre. Neighborhood effects and size-asymmetric competition in a tree plantation varying in diversity. **Ecology**, v. 90, n. 2, p. 321-327, 2009.

PRADO, Darién E. **As caatingas da América do Sul. Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.

PRADO-JÚNIOR, Jamir A. et al. Conservative species drive biomass productivity in tropical dry forests. **Journal of Ecology**, v. 104, n. 3, p. 817-827, 2016.

RASBAND, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018.

REICH, Peter B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, v. 102, n. 2, p. 275-301, 2014.

RIBEIRO, E.M.S et al. Chronic anthropogenic disturbance drives the biological impoverishment of the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Applied Ecology**, v. 52, n. 3, p. 611-620, 2015.

RIBEIRO, E.M.S et al. Functional diversity and composition of Caatinga woody flora are negatively impacted by chronic anthropogenic disturbance. **Journal of Ecology**, v. 107, n. 5, p. 2291-2302, 2019.

RITO, Kátia F. et al. Precipitation mediates the effect of human disturbance on the Brazilian Caatinga vegetation. **Journal of Ecology**, v. 105, n. 3, p. 828-838, 2017.

RODAL MJN., SAMPAIO EVSB., FIGUEIREDO MA. (Orgs). **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil - SBB. 2013.

SANTANA, J.A.S; SOUTO, Jacob Silva. Diversidade e Estrutura Fitossociológica da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006.

SCHÖB, Christian; BUTTERFIELD, Bradley J.; PUGNAIRE, Francisco I. Foundation species influence trait-based community assembly. **New Phytologist**, v. 196, n. 3, p. 824-834, 2012.

SMIT, Christian; DEN OUDEN, Jan; DÍAZ, Mario. Facilitation of *Quercus ilex* recruitment by shrubs in Mediterranean open woodlands. **Journal of Vegetation Science**, v. 19, n. 2, p. 193-200, 2008.

SOUZA, Bruno Cruz de et al. Divergências funcionais e estratégias de resistência à seca entre espécies decíduas e sempre verdes tropicais. **Rodriguésia**, v. 66, p. 21-32, 2015.

STACHOWICZ, John J. Mutualism, facilitation, and the structure of ecological communities: positive interactions play a critical, but underappreciated, role in ecological communities by reducing physical or biotic stresses in existing habitats and by creating new habitats on which many species depend. **Bioscience**, v. 51, n. 3, p. 235-246, 2001.

SUDING, Katharine N.; GOLDSTEIN, Leah J. Testing the Holy Grail framework: using functional traits to predict ecosystem change. **The New Phytologist**, v. 180, n. 3, p. 559-562, 2008.

TOMASELLA, Javier et al. Desertification trends in the Northeast of Brazil over the period 2000–2016. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 73, p. 197-206, 2018.

VAIERETTI, Maria Victoria et al. Two measurement methods of leaf dry matter content produce similar results in a broad range of species. **Annals of Botany**, v. 99, n. 5, p. 955-958, 2007.

VALIENTE-BANUET, Alfonso; VERDÚ, Miguel. Temporal shifts from facilitation to competition occur between closely related taxa. **Journal of Ecology**, v. 96, n. 3, p. 489-494, 2008.

VIOLLE, Cyrille et al. Let the concept of trait be functional!. **Oikos**, v. 116, n. 5, p. 882-892, 2007.

WRIGHT, Ian J. et al. The worldwide leaf economics spectrum. **Nature**, v. 428, n. 6985, p. 821-827, 2004.

WRIGHT, S. Joseph et al. Functional traits and the growth–mortality trade-off in tropical trees. **Ecology**, v. 91, n. 12, p. 3664-3674, 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por todo o suporte, amor e dedicação ao longo não só da minha vida acadêmica, mas da minha vida como um todo;

Ao meu orientador o Dr. Sérgio de Faria Lopes, que me deu liberdade para buscar o assunto que mais me chamou atenção e fazer minha pesquisa, e por todas as aulas de ecologia que eram minhas favoritas;

Ao meu co orientador o Me. Gilbevan Ramos de Almeida por estar sempre de prontidão para me ajudar com o que quer que eu precisasse;

Ao laboratório ECOTROPICS pelo sentimento de comunidade e pela oportunidade de aprender novas experiências;

Às pessoas que me fizeram companhia dentro da UEPB, meus grandes comparsas, Luan Pedro, Renally Luiz, Tamyres Michaely, Bruna Danielly como muitos outros que não vou passar o resto do dia digitando os nomes;

A meus amigos de infância que me suportaram durante anos reclamando de minhas preocupações da universidade (bora marcar esse RPG);

A Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, pela oportunidade de ter feito parte de um ensino superior;

A todos minha gratidão!

