



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
CAMPUS DE PATOS - PB**



ARIANO OLIVEIRA LEMOS

**INFLUÊNCIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS NATIVAS SOBRE O
ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO EM ÁREA DE CAATINGA**

**PATOS – PB
BRASIL
2024**

ARIANO OLIVEIRA LEMOS

**INFLUÊNCIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS NATIVAS SOBRE O
ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO EM ÁREA DE CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Área de concentração: Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais.

Orientador: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

PATOS - PB
BRASIL
2024

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema Integrado Bibliotecas – SISTEMOTECA/UFMG**

L555i

Lemos, Ariano Oliveira

Influência de duas espécies lenhosas nativas sobre o estrato herbáceo-
arbustivo em área de caatinga / Ariano Oliveira Lemos. – Patos, 2024.
52f.

Orientador: Olaf Andreas Bakke.

Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Programa de Pós Graduação em
Ciências Florestais.

1. Caatinga. 2. *Cnidoscolus quercifolius*. 3. *Mimosa tenuiflora*.
4. Pastejo. I. Bakke, Olaf Andreas, *orient.* II. Título.

CDU 630*52

Bibliotecário-documentalista: Bárbara Costa – CRB 15/806

ARIANO OLIVEIRA LEMOS

**INFLUÊNCIA DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS NATIVAS SOBRE O
ESTRATO HERBÁCEO-ARBUSTIVO EM ÁREA DE CAATINGA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos, na Área de Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Área de concentração: Ecologia, Manejo e Utilização dos Recursos Florestais.

Orientador: Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

Aprovado em: 26 de agosto de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph.D. Olaf Andreas Bakke

PPGCF/UAEF/CSTR/UFCG

(Orientador)

Prof. Dr. José Morais Pereira Filho

PPGCA/UAMV/CSTR/UFCG

(1º Examinador)

Prof^a. Dr^a. Ivonete Alves Bakke

PPGCF/UAEF/CSTR/UFCG

(2ª Examinadora)

RESUMO

As árvores, arbustos e plantas herbáceas interagem entre si, e a presença de uma espécie pode afetar o estabelecimento de uma planta da mesma ou de outra espécie. Este estudo avaliou a influência da copa de duas árvores nativas da Caatinga, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. (Euphorbiaceae) e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae), sobre o estrato herbáceo-arbustivo em áreas com e sem pastejo de ruminantes domésticos na Fazenda Experimental Nupeárido/Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, em Patos-PB, Brasil. A coleta de dados ocorreu em duas áreas de Caatinga com árvores nativas estabelecidas, uma sem pastejo de ruminantes domésticos desde 2005 e outra pastejada continuamente por bovinos Sindi. Este estudo considerou as espécies do estrato herbáceo-arbustivo, a composição química da biomassa forrageira, os atributos do solo e as variáveis luminosidade e temperatura e umidade relativa do ar. Foram encontradas 46 espécies vegetais, divididas em 23 famílias botânicas, incluindo duas espécies endêmicas do Brasil. As copas de *C. quercifolius* e *M. tenuiflora* diminuem significativamente o número de espécies e a biomassa acumulada no estrato herbáceo-arbustivo, provavelmente como resultado da menor luminosidade e disponibilidade de nutrientes sob a copa, o que desfavorece as plantas do sub-bosque. Por outro lado, o estabelecimento de regenerantes de espécies arbóreas aconteceu apenas nas parcelas situadas sob a copa, certamente devido ao ambiente mais ameno e à menor competição do estrato herbáceo.

PALAVRAS-CHAVE: Caatinga; *Cnidoscolus quercifolius*; *Mimosa tenuiflora*; Pastejo.

ABSTRACT

Trees, shrubs and herbs interact with one another, and the presence of a species can affect the establishment of a plant of the same species or of other. This study evaluated the influence of the canopy of two native Caatinga trees, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. (Euphorbiaceae) and *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae), upon the herb-shrub stratum in areas with and without grazing by domestic ruminants, at the Nupeárido Experimental Station/Center for Health and Rural Technology of the Federal University of Campina Grande, in Patos-PB, Brazil. Data collection took place in two Caatinga sites with established native trees, one without any grazing by domestic ruminants since 2005 and the other continuously grazed by Sindi cattle. This study considered the species of the herb-shrub stratum, the chemical composition of the forage biomass, the soil attributes, as well as the variables that included luminosity, temperature and relative humidity of the air. 46 plant species were found, divided in 23 botanical families, including two endemic species of Brazil. The canopies of *C. quercifolius* and *M. tenuiflora* significantly decreased the number of species and the biomass accumulated in the herb-shrub stratum, probably as a result of the low luminosity and nutrient availability under tree canopy, which negatively affects the understory plants. On the other hand, the establishing of tree species regenerants only took place in the plots sampled under tree canopy, certainly resulting from the favorable environment and the less intense competition of the herb-shrub stratum.

KEYWORDS: Caatinga; *Cnidoscolus quercifolius*; *Mimosa tenuiflora*; grazing..

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Mapa indicando a localização das áreas (Área 1, em recuperação, e Área 2, com pastejo bovino) de estudo localizadas na Fazenda Experimental Nupeárido, UFCG, Campus de Patos, Paraíba, Brasil..... 19
- Figura 2** - Área 1 (em recuperação). (a). Cerca elétrica que delimita a área reservada, destacando a presença das juremas-pretas plantadas em experimento. (b). População de favelas, também plantadas em experimento. (c). Indivíduo jovem de *Handroanthus impetiginosus* Mart. Ex DC. Mattos, plantio experimental. 20
- Figura 3** - Área 2 (com pastejo). (a). Entrada da Fazenda Experimental, com a presença de bovinos da raça Sindi. (b). Grupo de bovinos da raça Sindi descansando sob a copa de árvores na área de coleta. (c). Entrada da área de coleta 2, destacando o resto de material forrageiro utilizado na suplementação dos bovinos. 21
- Figura 4** - Esquema de distribuição das parcelas em um indivíduo de favela na Área 1 (em recuperação). Pontos brancos: parcelas sob influência da copa (1m, a partir da base do caule). Pontos pretos: parcelas fora da influência da copa (3m, a partir da extremidade da copa). Meramente ilustrativo, não reflete fielmente as distâncias adotadas na metodologia. 23
- Figura 5** - Recipientes contendo solo para determinação do teor de umidade do solo, de acordo com determinação de massa em balança de precisão no Laboratório de Fisiologia Vegetal, da UFCG, Campus de Patos. 25
- Figura 6** - Equipamentos de coleta das variáveis climáticas. (a) Caixa branca contendo o Termo-higrômetro digital (Exbom), (b) Caixa branca aberta mostrando o Termo-higrômetro digital (Exbom), (c) Vista lateral da caixa branca, destacando as aberturas de circulação de ar, (d) Luxímetro (Lux Meter), medidor de luminosidade e a caixa contendo o Termo-higrômetro digital (Exbom). 27
- Figura 7** - Riqueza de espécies nas áreas de estudo, distribuídas por família botânica. 30
- Figura 8** - Espécies encontradas em mais pontos amostrais. (a) *Sida galheirensis*, (b) *Diodia cf. virginiana*, (c) *Senna obtusifolia*, (d) *Mollugo verticillata*. 31
- Figura 9** - Espécies endêmicas do Brasil encontradas no levantamento florístico. (a-b) *Chamaecrista pilosa*, 31
- Figura 10** - Regenerantes arbóreos encontrados associados às espécies favela e jurema-preta nas duas áreas de estudo. (a) *Cenostigma pyramidale* (catingueira), (b) *Astronium urundeuva*. (aroeira do sertão), (c) *Arandiracta. indica* (nim-indiano), (d) *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro), (e) *Combretum leprosum* (mofumbo). 39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Bioma Caatinga.....	11
2.2	Favela (<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl.).....	12
2.3	Jurema-preta (<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.).....	13
2.4	Importância do estrato herbáceo	15
2.5	Plantas pioneiras como facilitadoras.....	16
3	METODOLOGIA	19
3.1	Local de estudo	19
3.2	Levantamento florístico do estrato herbáceo-arbustivo.....	22
3.3	Avaliação da biomassa forrageira.....	24
3.4	Análise do solo.....	24
3.5	Variáveis climáticas	26
3.6	Análise dos dados	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Levantamento florístico do estrato herbáceo-arbustivo.....	28
4.2	Riqueza <i>versus</i> umidade do solo <i>versus</i> atributos químicos do solo	32
4.3	Riqueza <i>versus</i> variáveis climáticas	35
4.4	Análise bromatológica do estrato herbáceo-arbustivo.....	36
5	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS.....	41

1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga, caracterizado por sua fauna e flora diversificadas e alto índice de endemismo, estende-se por cerca de 10% do território brasileiro, nos Estados da região Nordeste e no norte de Minas Gerais (Prado, 2003). A sua vegetação característica é a caatinga, uma floresta tropical seca, adaptada às condições semiáridas da região. Esta é considerada uma das regiões semiáridas mais povoadas do planeta, submetida à forte ação antrópica, que, aliada às adversidades climáticas, resulta em alta taxa de degradação ambiental pelo uso inadequado da terra para produção agrícola e pecuária (Albuquerque *et al.*, 2017).

Duas espécies lenhosas pioneiras desse bioma são a *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. (Euphorbiaceae) e a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae) (Freires *et al.*, 2020; Leite; Bakke, 2018). A *C. quercifolius*, conhecida localmente como favela, é uma espécie arbóreo-arbustiva endêmica, com ampla distribuição neste bioma, que atinge 12 m de altura, dependendo das condições ambientais, e apresenta tricomas urticantes aciculiformes nos ramos finos, pecíolos, lâmina foliar e frutos (Melo; Sales, 2008; Maya-Lastra *et al.*, 2020). A *M. tenuiflora*, conhecida popularmente por jurema-preta, é uma espécie nativa brasileira, presente em outros países, tais como o México. Apresenta acúleos, atinge 8 metros de altura e tem ampla distribuição no bioma (Dourado *et al.*, 2013).

Espécies pioneiras, incluindo as lenhosas, melhoram a disponibilidade de nutrientes no solo e as variáveis microclimáticas, diminuindo o estresse abiótico (Flores; Jurado, 2003). Estas espécies são apontadas como plantas facilitadoras, pois promovem o estabelecimento de outras espécies (Paterno *et al.*, 2016; Medeiros; Oliveira, 2020). No geral, essa facilitação decorre principalmente do acúmulo de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo e da ação protetiva da copa de espécies arbóreas, criando microclimas que funcionam como refúgios para outras espécies menos resistentes aos efeitos ambientais (Ludwig *et al.*, 2001; Mitchell *et al.*, 2012).

Compreender as interações entre as espécies nativas da Caatinga é essencial para a conservação e manejo desse bioma, especialmente no que diz respeito às espécies pioneiras que desempenham um papel crucial na colonização e na melhoria das condições ambientais em áreas degradadas. Espécies pioneiras como *C. quercifolius* e *M. tenuiflora* são particularmente significativas na ecologia da Caatinga, pois fornecem abrigo, forragem e sementes para a fauna local. Essas plantas desempenham um papel fundamental na estrutura e funcionamento dos ecossistemas da região, influenciando a composição e a diversidade das comunidades vegetais

e a dinâmica da fauna que depende delas.

Neste contexto, o presente estudo visa investigar a influência da copa de *C. quercifolius* (favela) e *M. tenuiflora* (jurema-preta) sobre o estrato herbáceo-arbustivo em áreas de Caatinga, considerando áreas sob pastejo de ruminantes domésticos e aquelas que não estão sujeitas a esse tipo de pressão.

Para alcançar esse objetivo geral, o estudo será guiado pelos seguintes objetivos específicos: (1) Realizar um levantamento florístico das espécies herbáceas e arbustivas associadas a espécimes de *C. quercifolius* e *M. tenuiflora* em duas áreas distintas de Caatinga: uma que está isolada e em processo de recuperação, e outra que é utilizada para pastejo de bovinos da raça *Sindi*; (2) Coletar dados de umidade e atributos químicos do solo, temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade, sob e fora da copa das espécies arbóreas, em áreas sem e com pastejo, essenciais para compreender como as condições microclimáticas e edáficas são modificadas pela presença dessas espécies; (3) Analisar a relação entre os fatores ambientais coletados e a composição florística da comunidade herbáceo-arbustiva, bem como a composição química da forragem disponível.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bioma Caatinga

A Caatinga é o bioma que ocupa a região semiárida com 912.529 km², equivalente a cerca de 10% do território nacional, principalmente na região Nordeste do Brasil, nos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Rio Grande do Norte, Sergipe, Paraíba, Pernambuco e Piauí, e no norte de Minas Gerais (Prado, 2003). Esta região é caracterizada pelo clima BSh (quente e seco) de acordo com a classificação de Köppen, tem sua área delimitada pela isoietas de 800 mm (Álvares *et al.*, 2013; Andrade *et al.*, 2017) e abriga grande diversidade biológica, com cerca de 4662 espécies nativas e 31 gêneros endêmicos (Queiroz *et al.*, 2017). O tipo vegetacional predominante é a floresta tropical sazonalmente seca (FTSS), conhecida localmente como floresta de caatinga, composta principalmente de espécies lenhosas arbóreas e arbustivas caducifólias, além de espécies herbáceas que completam rapidamente o seu ciclo reprodutivo no curto período chuvoso do ano, como forma de adaptação às condições ambientais (Marinho *et al.*, 2016; Pennington *et al.*, 2009). A área com a presença dos diversos tipos dessas fitofisionomias, incluindo as rupestres, herbáceas e arbustivas, forma o bioma Caatinga, que se estende exclusivamente em território brasileiro.

Alguns exemplos de espécies do bioma são as lenhosas *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. (Euphorbiaceae) (Leite; Bakke, 2018), *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae) (Freires *et al.*, 2020) e *Sarcomphalus joazeiro* (Mart.) Hauenschild. (Rhamnaceae) (Dantas *et al.*, 2014) e as herbáceas *Turnera subulata* Sm. (Turneraceae) e *Jacquemontia corymbulosa* Benth. (Lima *et al.*, 2019).

A base geológica do bioma é predominantemente cristalina (70%), apresentando variados tipos de solos. Os solos mais comuns são os latossolos (presentes em 24,0% da área deste bioma), os neossolos litólicos (18,2%), os argissolos (15,2%) e os luvisolos (12,9%) (Andrade *et al.*, 2017).

A região semiárida nordestina é considerada a mais populosa do mundo, com aproximadamente 28 milhões de habitantes (Albuquerque *et al.*, 2017). Segundo estes autores, esta população exerce forte pressão antrópica e intensa degradação dos ambientes naturais, principalmente pelas atividades agropecuária e de extração de lenha, carvão e minérios.

A agricultura tradicional de subsistência, muito praticada na região, é prejudicada pelas condições ambientais instáveis na região (Alves *et al.*, 2009), fazendo com que a principal

atividade produtiva seja a pecuária extensiva baseada na biomassa forrageira produzida pela vegetação nativa (Moreira *et al.*, 2007). A criação de bovinos, caprinos e ovinos faz parte da cultura sertaneja, constituindo um dos fatores que mais impactam a vegetação local (Leal *et al.*, 2005).

De acordo com Alves *et al.* (2009), a região é considerada frágil, o que, associado à pressão antrópica, resulta em degradação dos recursos hídricos, erosão, salinização e compactação dos solos e, em última análise, redução da biodiversidade e da produção primária. Leal *et al.* (2005) apontam que a remoção indiscriminada de material lenhoso e o pastejo são as principais causas da degradação da vegetação nativa desse bioma.

Demartelaere *et al.* (2022) apontam que as atividades econômicas realizadas na caatinga, como a extração de lenha para a produção de bioenergia (*e.g.*: cocção de alimentos, cozimento de cerâmica e calcinação de rocha calcárea) e a mineração a céu aberto, são responsáveis por um considerável comprometimento da fauna e da flora. Os autores enfatizam que as técnicas de reflorestamento são escassas, ineficientes e insustentáveis, devido à falta de embasamento científico para sua aplicação.

2.2 Favela (*Cnidoscolus quercifolius* Pohl.)

A *C. quercifolius*, popularmente conhecida como favela, é uma Euphorbiaceae lenhosa xerófila que atinge 12 m de altura, dependendo das condições ambientais. Uma característica marcante da maioria dos indivíduos da espécie é a presença de tricomas urticantes aciculiformes, com 0,2 a 12 mm de comprimento, presentes nos ramos finos, base dos pecíolos, folhas e frutos (Melo; Sales, 2008).

A inflorescência apresenta padrão de ramificação de glabra a pubérola, contendo flores femininas e masculinas, brancas, pequenas e distribuídas em cachos axilares e terminais, que geralmente se desenvolvem no início do período chuvoso (Melo; Sales, 2008; Leite; Bakke, 2018).

É uma espécie pioneira endêmica do bioma Caatinga, com ocorrência confirmada nos Estados de Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e Minas Gerais (Maya-Lastra *et al.*, 2020), adaptada aos longos períodos sem chuvas e à alta incidência de raios solares (Pereira *et al.*, 2012; Maia, 2004).

Alguns estudos apontam as suas potencialidades forrageira, oleífera, medicinal e como recuperadora de áreas degradadas (Maia, 2004; Pereira *et al.*, 2012; Bezerra, 2011a). Drumond *et al.* (2007) relatam que as folhas de favela apresentam maiores níveis de material mineral e

proteína bruta do que as demais partes aéreas da planta, mas que todas possuem valor forrageiro. Eles reportam ainda que os valores de proteína da folha são superiores aos de algumas gramíneas utilizadas na alimentação animal.

É uma espécie capaz de colonizar áreas degradadas e perturbadas por ações antrópicas, produzindo matéria orgânica e sombra, facilitando o processo de sucessão ecológica através do estabelecimento de espécies tardias que necessitam de ambientes mais estáveis, além de servir de fonte de alimento para a fauna (Figueiredo *et al.*, 2017). Quando plantadas para a recuperação de áreas degradadas, a sobrevivência das mudas pode atingir percentual acima de 80%, o que confirma sua utilidade para o processo restaurativo (Medeiros; Aloufa, 2015).

2.3 Jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.)

A família Fabaceae é uma das mais diversas do mundo, inclui cerca de 770 gêneros e mais de 19.500 espécies (LPWG, 2017). Para o Brasil, 3026 espécies de Fabaceae foram identificadas, distribuídas em 253 gêneros. Dentre estas, encontra-se a *M. tenuiflora*, espécie que possui ampla distribuição, sendo encontrada no Brasil, onde predomina em sítios inóspitos e degradados na Caatinga, na Colômbia, El Salvador, Honduras, México e Venezuela (Dutra *et al.*, 2020).

Esta espécie é conhecida como jurema-preta, atinge 8 m de altura e apresenta tricomas simples e ramos armados de acúleos, apesar de se encontrarem exemplares inermes; suas folhas são compostas, com 4-10 pares de folíolos; a inflorescência é do tipo espiga, com flores tetrâmeras, bissexuadas e sésseis, gerando frutos do tipo craspédio, com sementes pequenas e de cor marrom; floresce e frutifica praticamente o ano inteiro (Santos-Silva *et al.*, 2015), principalmente após um veranico seguido de uma chuva. As áreas com floradas formam um mosaico temporal e espacial multiforme, acompanhando, provavelmente, o padrão irregular no tempo e no espaço das chuvas da região. (Bakke *et al.*, 2007).

Camargo-Ricalde (2000) aponta algumas das potencialidades de *M. tenuiflora*: produção de lenha, carvão e estaca, forragem, remédios e taninos. Além disso, no que se refere ao aspecto ecológico, essa espécie de rápido crescimento é capaz de colonizar sítios inóspitos, com alto potencial para recuperar áreas degradadas (Santos-Silva *et al.*, 2015).

A madeira da *M. tenuiflora* apresenta densidade média de 0,91 g/cm³, percentual de vasos e parênquimas de 42,77% e porcentagem de fibras de 57,23%, valores indicativos de seu potencial bioenergético (Oliveira *et al.*, 2006). Azevêdo *et al.* (2014) registraram valores próximos para a densidade da madeira de *M. tenuiflora* (média de 0,83g/cm³). Araújo *et al.*

(2004), ao analisarem indivíduos de jurema-preta com 5 anos de idade, obtiveram valores de biomassa aérea acumulada de 22.897,2 kg ha⁻¹, dos quais cerca de um terço (36,76%) podem ser usados como lenha.

Estudos apontam considerável produção de biomassa forrageira representada principalmente pelas suas folhas e frutos secos, que constituem alimento apreciado por caprinos, ovinos e bovinos (Bakke *et al.*, 2007; Cordão, 2011). Suas sementes apresentam teores de proteína bruta (PB) que podem chegar a 29%, sendo produzida uma média de 526,4 g de sementes/planta (Araújo *et al.*, 2005; Vale *et al.*, 1985). Porém, pode haver má formação fetal quando a forragem da jurema-preta constituir a maior parte da dieta de ovelhas gestantes (Pimentel, *et al.*, 2007; Medeiros *et al.*, 2008; Cordão *et al.*, 2012).

O uso medicinal desta espécie é indicado para o tratamento de várias enfermidades, tais como febre, feridas, bronquite, tosse e inflamações (Agra *et al.*, 2008; Albuquerque *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2014; Camargo-Ricalde, 2000). Os estratos de suas folhas e ramos finos apresentam ação antimicrobiana (Bezerra *et al.*, 2011b), e o de suas raízes tem efeito alucinógeno (Souza *et al.*, 2008). A biomassa aérea apresenta taninos, flavonas, catequinas leucoantocianinas, saponinas, triterpenoides e alcaloides que podem, dentre outros aspectos, interferir na digestibilidade do alimento ingerido pelos ruminantes domésticos (Bezerra *et al.*, 2011b).

A *M. tenuiflora* é uma espécie adaptada às condições adversas do ambiente semiárido, colonizando e apresentando crescimento satisfatório em diversos ambientes, mesmo os antropizados e degradados, com potencial para a recuperação de áreas degradadas (Azevêdo, 2011). Espécies de crescimento rápido, que se desenvolvem em condições desfavoráveis de solo raso e seco e que produzem biomassa forrageira, abrigam diferentes espécies da fauna e são as mais indicadas para a recuperação de áreas degradadas (Ferreira *et al.*, 2010), proporcionando as condições necessárias para o estabelecimento de espécies mais exigentes (Chaves *et al.*, 2006). Paterno *et al.* (2016) indicam o potencial de *M. tenuiflora* como planta “enfermeira”, pois facilita a germinação e o estabelecimento de espécies sucessionais tardias nos microambientes melhorados sob sua copa.

Espécies do gênero *Mimosa*, incluindo a *M. tenuiflora*, associam-se a bactérias formadoras de nódulos fixadores de N atmosférico, disponibilizando este nutriente para outras espécies e enriquecendo as cadeias alimentares, e, em contrapartida, o microrganismo utiliza os carboidratos resultantes da atividade fotossintética da planta (Lindström *et al.*, 2010). Essa associação acontece geralmente entre leguminosas e beta-rizóbios e rizóbios, principalmente dos gêneros *Paraburkholderia* e *Rhizobium* (Dias *et al.*, 2021). Essa associação favorece não

só o ambiente e o micro-organismo, mas principalmente o crescimento da espécie vegetal (Sylla *et al.*, 2002).

2.4 Importância do estrato herbáceo

O estrato herbáceo é representado por plantas pioneiras de ciclo curto que, além de contribuírem para a manutenção dos ecossistemas por meio da ciclagem de nutrientes e cobertura de solo, servem de abrigo e de fonte de alimento à fauna (Feitoza *et al.*, 2008).

Na Caatinga, a maioria das espécies herbáceas é de ciclo anual e completam seu ciclo reprodutivo no curto período úmido do ano, sobrevivendo na estação seca na forma de sementes. Porém, há espécies herbáceas que precisam de mais de um ano para completarem o seu ciclo reprodutivo, quando então reduzem o seu metabolismo e perdem as suas folhas na estação seca para minimizarem a transpiração, com o objetivo de sobreviverem ao período de escassez hídrica no ambiente (Silva, 2004; Lima *et al.*, 2007; Andrade *et al.*, 2007).

Segundo Veloso *et al.* (1991), as plantas se classificam quanto à sua adaptação ao ambiente nos seguintes grupos: fanerófitos (macrofanerófitos, mesofanerófitos, microfanerófitos), caméfitos, hemicriptófitos, geófitos, terófitos, lianas e xeromórficos. O estrato herbáceo em ambientes de Caatinga tem predomínio de espécies terófitas, ou seja, de ciclo curto com período vegetativo e de reprodução ocorrendo em uma estação de chuvas, sendo que as sementes assim produzidas permanecem viáveis no ambiente durante a estação seca até a estação úmida seguinte (Veloso *et al.*, 1991; Oliveira *et al.*, 2013).

A sazonalidade climática nas FTSS influencia diretamente a diversidade biológica e as características ambientais (Nippert *et al.*, 2006; Reis *et al.*, 2006; Araújo *et al.*, 2007). Assim, a região de Caatinga é um ambiente com amplo potencial para estudos que visem avaliar essa dinâmica de acordo com as variações ambientais sazonais, principalmente no regime hídrico (Lima *et al.*, 2007). Essas variações podem afetar diretamente a flora, principalmente as espécies herbáceas (Reis *et al.*, 2006). Apesar da importância do estrato herbáceo para a conservação ambiental, a diversidade da comunidade herbácea no bioma Caatinga é equivalente à do estrato arbóreo-arbustivo (Araújo, 2003), porém há carência de estudos da diversidade e da fitossociologia da sua comunidade herbácea. No Estado da Paraíba, alguns trabalhos sobre a florística do componente herbáceo foram realizados (Sizenando-Filho *et al.*, 2007; Andrade *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2012; Laine *et al.*, 2017; Lima *et al.*, 2019), porém muito ainda precisa ser estudado, principalmente quando se trata da interação entre essas espécies e as arbóreas.

Araújo *et al.* (2005) ressaltam a ausência de estudos com trepadeiras herbáceas, grupo que interage com o estrato arbóreo-arbustivo, com grande contribuição ecológica. O efeito do estrato lenhoso na diversidade florística das herbáceas resulta, principalmente, da interceptação dos raios solares pela copa das árvores, de modo que a comunidade herbácea se desenvolve com menos luminosidade e mais protegida dos ventos e com maior disponibilidade de umidade no ambiente, como no solo sob a copa das árvores (Maraschin-Silva *et al.*, 2009).

Devido às estações seca e chuvosa bem definidas na Caatinga, o ciclo de crescimento e reprodutivo da maioria das espécies herbáceas se verifica no período chuvoso, sendo o período mais rico em alimentos para os ruminantes domésticos, o que contrasta com a escassez alimentar observada na estação seca (Ribeiro-Filho *et al.*, 2015). Por exemplo, Moreira *et al.* (2006) apontam que a disponibilidade de fitomassa do componente herbáceo pode variar de 1.369 kg . ha⁻¹ de MS, no mês de março, a 452,1 kg . ha⁻¹ de MS, em junho, como constatado em uma área de Caatinga pernambucana.

As condições da Caatinga referentes ao clima, às características da vegetação e às ações antrópicas fazem com que a disponibilidade de fitomassa seja muito sazonal, promovendo baixa cobertura vegetal, principalmente no período seco (Teodoro *et al.*, 2011). Para minimizar esta sazonalidade na disponibilidade de fitomassa e cobertura do solo, Figueiredo *et al.* (2017) reportam que o enriquecimento de áreas degradadas com espécies pioneiras arbóreas nativas aumenta a diversidade das espécies herbáceas e que, na primeira estação de crescimento das espécies arbóreas, a composição química da forragem produzida pelas herbáceas não diminui, mas sugerem estudos mais prolongados para avaliar o efeito do maior nível de cobertura de solo pelas espécies arbóreas na disponibilidade total de fitomassa.

2.5 Plantas pioneiras como facilitadoras

As interações entre plantas podem ser positivas (facilitação) ou negativas (competição), afetando umas às outras quanto ao crescimento, reprodução e sobrevivência (Callaway, 2007). As interações positivas podem ser diretas, quando uma planta influencia diretamente a outra, ou indiretas, quando o efeito de uma sobre a outra necessita de um terceiro organismo (Callaway; Pennings, 2000).

Yang *et al.* (2010) citam o efeito “enfermeira”, que é uma forma de uma espécie pioneira influenciar no estabelecimento de outras espécies. Em regiões tropicais áridas e semiáridas, a alta incidência luminosa e a escassez de água em grande parte do ano dificultam o

estabelecimento e o desenvolvimento de plantas perenes mais exigentes ou menos rústicas (Bueno; Llambí, 2015; Al-Namazi; Bonser, 2020).

Tratando-se de interações indiretas, um dos recursos é a associação com espécies pouco palatáveis ou espinhosas, o que dificulta o acesso à planta por herbívoros (Callaway *et al.*, 2005). Um dos aspectos mais importantes apontados por estudos é a densidade do dossel, levando em consideração a interação entre a espécie facilitadora e a beneficiada: essa influência pode ser negativa, quando se tem uma cobertura muito densa, ou positiva, geralmente quando a cobertura é intermediária (Vieira *et al.*, 2013; Al-Namazi *et al.*, 2017; Moustakas *et al.*, 2019). Existe uma linha tênue entre o processo de facilitação e competição entre plantas. Mesmo que antagonistas, são processos que podem ocorrer de maneira sucessiva, e a avaliação do saldo entre eles indica se os efeitos da interação são positivos ou negativos (Castanho *et al.*, 2012). Uma espécie pioneira pode apresentar efeitos positivos ao reduzir o estresse que o ambiente impõe sobre as que estão abaixo do seu dossel, no que se refere à redução da temperatura do ar e do solo (Xiong *et al.*, 2008; Mikola *et al.*, 2018). Porém, se a espécie pioneira apresentar alta taxa de transpiração, por exemplo, a associação com outras espécies pode ter efeito negativo ao competir com as demais espécies pela umidade disponível no solo (Miyazawa *et al.*, 2006).

Castanho *et al.* (2012) sugerem que o processo de facilitação só será melhor compreendido com a execução de experimentos de campo, analisando o desempenho das espécies supostamente beneficiadas quanto à ausência e à presença da espécie facilitadora: no caso de se observar desenvolvimento melhor e pior, respectivamente, na presença e na ausência da facilitadora, tem-se respectivamente os processos de facilitação e competição. Valiente-Banuet; Verdu (2007), avaliando comunidades vegetais de áreas semiáridas no México, concluíram que a presença de algumas espécies resultava da presença de espécies facilitadoras, principalmente a *Mimosa luisana* (Fabaceae), por ser capaz de facilitar o estabelecimento de novas espécies mesmo em ambientes abertos e contribuir para o estabelecimento e desenvolvimento das espécies já presentes na área de estudo.

A Hipótese de Gradiente de Estresse se refere ao saldo das interações positivas e negativas em relação aos aspectos ambientais (Bertness; Callaway, 1994). Tal hipótese sugere que, quanto mais severo for o ambiente no que se trata da disponibilidade de água e recursos, mais importante e positivo será o papel das espécies facilitadoras (Callaway *et al.*, 2002; Callaway, 2007). Dias *et al.* (2005) concordam com essa afirmação, sugerindo que, em ambientes com uma disponibilidade maior de recurso e maior número de indivíduos, estas espécies promovem mais interações competitivas, geralmente por luz entre os indivíduos. Figueiredo *et al.* (2017) apontam que houve aumento da diversidade do estrato herbáceo com a

introdução de três espécies nativas em uma área de caatinga degradada. Dentre as espécies, constam a *M. tenuiflora* e a *C. quercifolius*, indicando que podem atuar como facilitadoras e contribuir para o estabelecimento de outras espécies. Zhang *et al.* (2017) sugerem que a presença de espécies arbustivas leguminosas, que fornecem N e C para o ambiente, tende a melhorar as condições ambientais e, conseqüentemente, o desenvolvimento de plantas vizinhas.

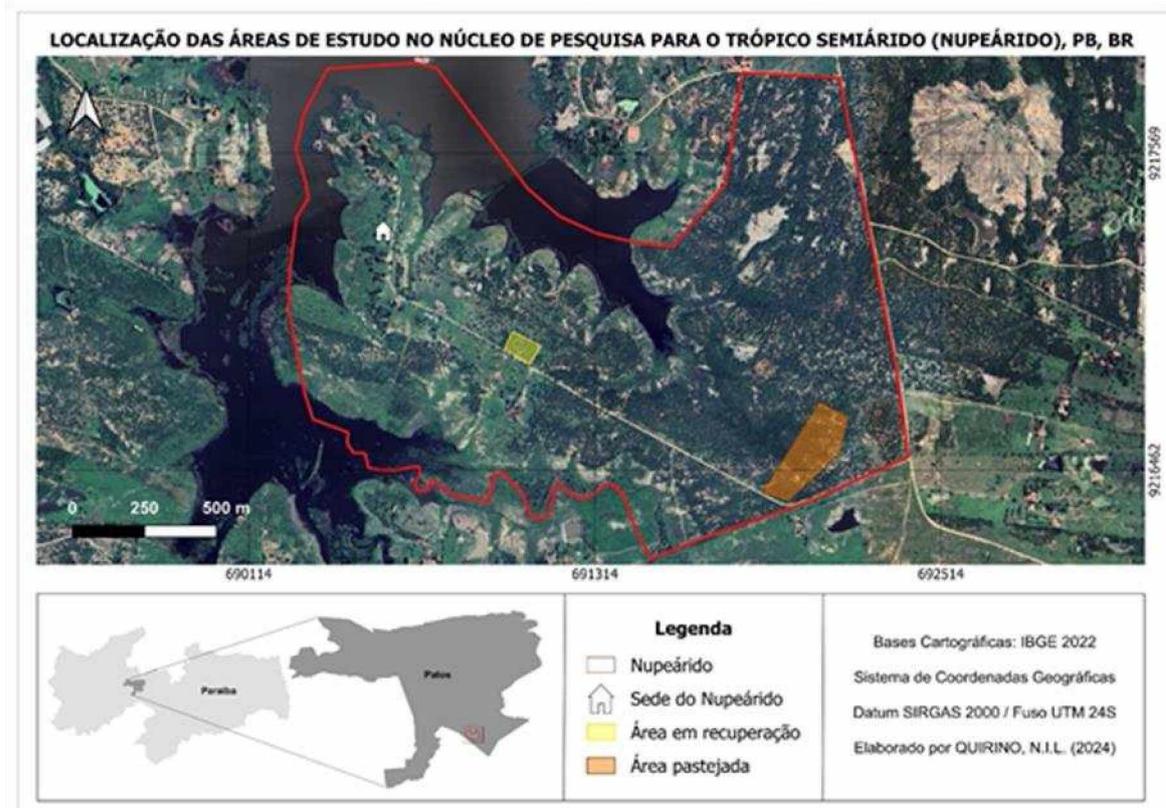
3 METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Nupeárido, do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, em Patos-PB, Brasil. Foram escolhidas duas áreas com vegetação lenhosa, uma sem pastejo de ruminantes domésticos desde 2005 (Área 1) e outra pastejada continuamente por bovinos da raça *Sindi* (Área 2).

A área sem pastejo tem aproximadamente 100 m x 70 m, foi cercada em 2005, quando se apresentava degradada (exploração do material lenhoso e superpastejo de bovinos), com poucos indivíduos lenhosos estabelecidos e estrato herbáceo-arbustivo incipiente, com predominância de *Sida galheirensis* L. (Figura 1).

Figura 1 - Mapa indicando a localização das áreas (Área 1, em recuperação, e Área 2, com pastejo bovino) de estudo localizadas na Fazenda Experimental Nupeárido, UFCG, Campus de Patos, Paraíba, Brasil.

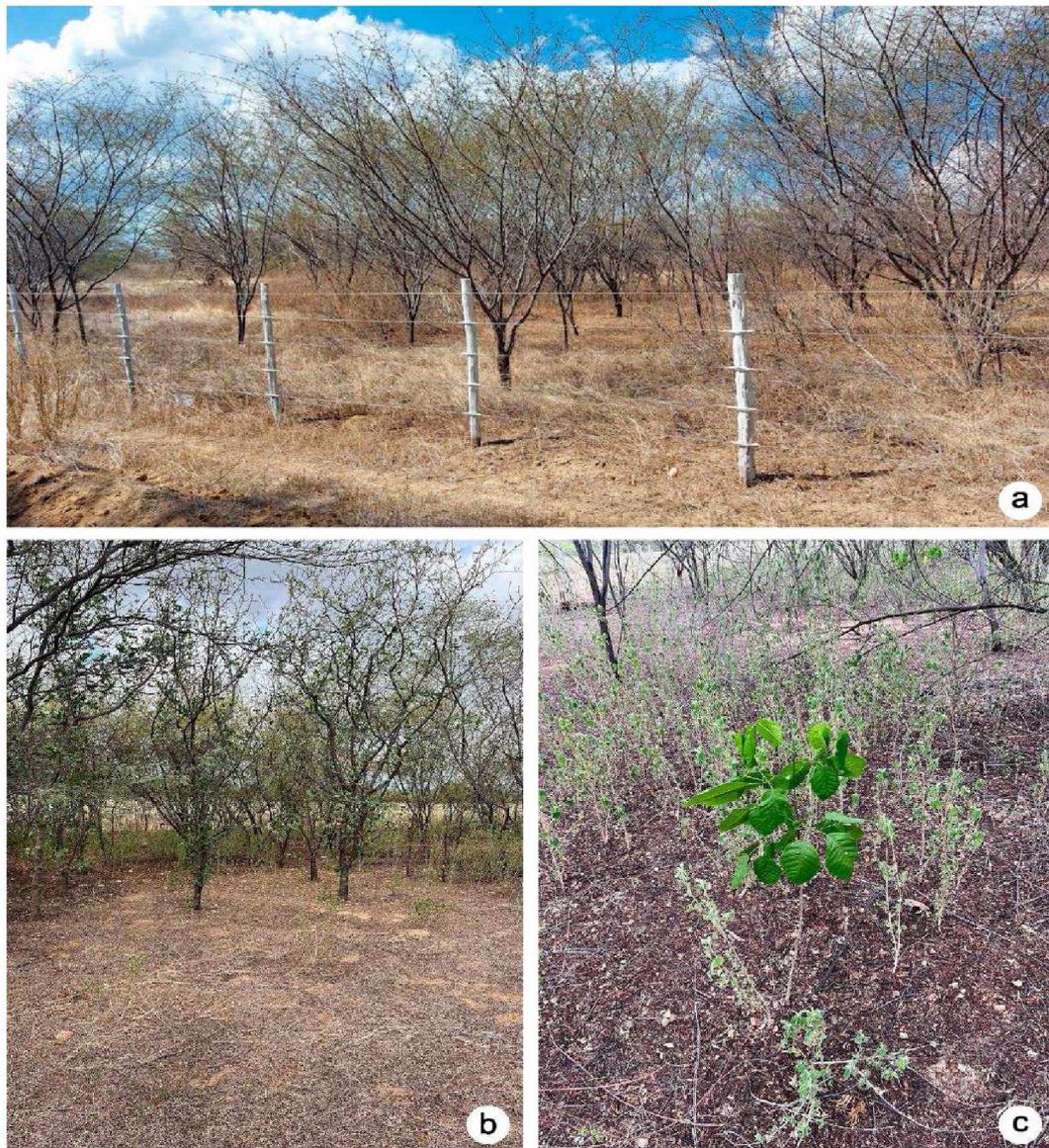


Fonte: Quirino, 2024.

Na área sem pastejo (Área 1), foram plantadas em parcelas experimentais 204 mudas de favela e 204 mudas de jurema-preta entre 2005 e 2007 (Sales, 2008), além de 96 de cada espécie em 2009 (Figueiredo, 2010), totalizando 600 mudas plantadas em espaçamento variado

e que ocuparam parcialmente a área. Atualmente, restam, aproximadamente, 90 exemplares de favela e 100 exemplares de jurema-preta com idades entre 15 e 19 anos, além dos regenerantes que se estabeleceram através da germinação de sementes produzidas pelas favelas e juremas-pretas plantadas ou oriundas de áreas próximas (Figura 2).

Figura 2 - Área 1 (em recuperação). (a). Cerca elétrica que delimita a área reservada, destacando a presença das juremas-pretas plantadas em experimento. (b). População de favelas, também plantadas em experimento. (c). Indivíduo jovem de *Handroanthus impetiginosus* Mart. Ex DC. Mattos, plantio experimental.



Fonte: Autoria própria.

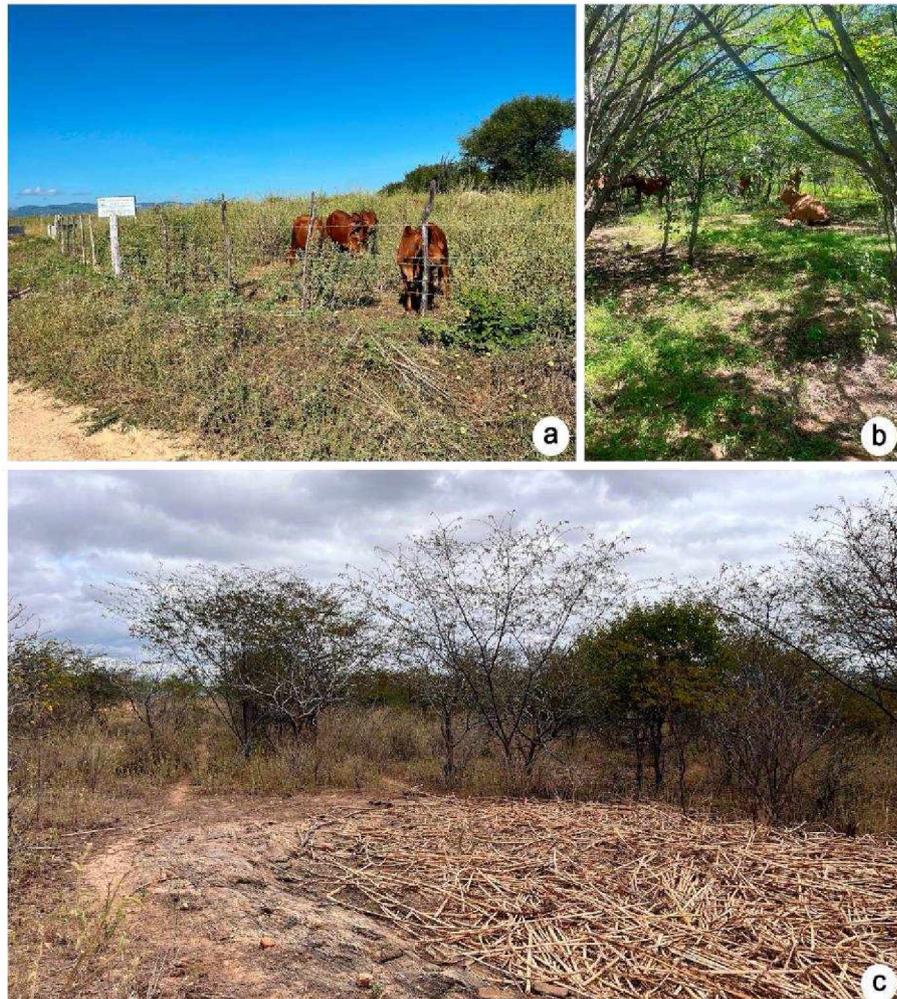
A coleta de dados da comunidade herbácea e arbustiva nesta área foi realizada nas parcelas experimentais e em áreas adjacentes a cada parcela sem a presença de plantas lenhosas. Estes dados sob e fora da copa das árvores serviram para caracterizar o efeito

das espécies arbóreas na comunidade herbáceo-arbustiva.

A Área 2 está inserida em uma área de aproximadamente 70 ha à qual cerca de 60 bovinos têm acesso diário entre as 08h00 e 16h00 (Ferreira, 2021). Durante este período, os animais se alimentam da biomassa forrageira da vegetação nativa, e recebem suplementação proveniente de capineira de capim elefante.

Nesta área, foram selecionados exemplares de favela e jurema-preta, desenvolvendo-se isolados ou em grupos, para a coleta de dados da comunidade herbácea-arbustiva sob e fora da influência direta de suas copas. Os indivíduos escolhidos tinham mais de 2 metros de altura e permitiam a demarcação de parcelas sem a interferência de outras espécies. (Figura 3).

Figura 3 - Área 2 (com pastejo). (a). Entrada da Fazenda Experimental, com a presença de bovinos da raça Sindi. (b). Grupo de bovinos da raça Sindi descansando sob a copa de árvores na área de coleta. (c). Entrada da área de coleta 2, destacando o resto de material forrageiro utilizado na suplementação dos bovinos.



Fonte: Autoria própria.

As diferenças existentes entre a comunidade herbácea sob a copa de espécies lenhosas (favela e jurema-preta) e em área adjacente fora do efeito direto da copa de espécies lenhosas caracterizaram o efeito conjunto das espécies lenhosas e do pastejo bovino na comunidade herbácea e arbustiva, além do efeito do ambiente, pois o estabelecimento espontâneo e irregular das árvores foi certamente devido a variações ambientais, tais como a profundidade e o padrão de drenagem da água do solo, as quais devem afetar similarmente o estrato herbáceo-arbustivo.

3.2 Levantamento florístico do estrato herbáceo-arbustivo

O levantamento florístico das espécies herbáceas e arbustivas ocorreu bimestralmente, entre os meses de janeiro de 2023 e maio de 2024, aproveitando, sempre que possível, a presença de material fértil para permitir a identificação taxonômica das espécies. Foram identificados os regenerantes de espécies lenhosas localizados em parcelas de 1m², descritas adiante, sob e fora da influência direta das copas de 20 indivíduos ou grupos de indivíduos de cada espécie arbórea nativa selecionados nas áreas sem e com pastejo.

A amostragem das espécies herbáceas ocorreu sob e fora do efeito direto das copas das árvores em 2 parcelas de 1m² distante 100 cm do caule (sob a copa) de cada árvore (ou grupo de árvores), uma parcela ao norte da planta e a outra ao sul, e 2 parcelas de 1m² em ambiente aberto e a pelo menos 3 metros de distância da projeção da copa das árvores, escolhendo pontos diferentes para as parcelas entre uma coleta e outra (Figura 4).

Figura 4 - Esquema de distribuição das parcelas em um indivíduo de favela na Área 1 (em recuperação). Pontos brancos: parcelas sob influência da copa (1m, a partir da base do caule). Pontos pretos: parcelas fora da influência da copa (3m, a partir da extremidade da copa). Meramente ilustrativo, não reflete fielmente as distâncias adotadas na metodologia.



Fonte: Autoria própria.

Este procedimento de coleta de dados resultou bimestralmente em 160 parcelas: (20+20) sob a copa de juremas-pretas nas áreas sem e com pastejo respectivamente, (20+20) em áreas sem espécies lenhosas e adjacentes às juremas-pretas nas áreas com e sem pastejo, respectivamente, (20+20) sob a copa de favelas, respectivamente nas áreas sem e com pastejo, e (20+20) em áreas sem espécies lenhosas e adjacentes às favelas nas áreas, respectivamente, sem e com pastejo. Exemplares coletados de cada espécie herbácea e arbustiva foram herborizados e depositados no CSTR - Herbário Rita Baltazar de Lima (CSTR) no *Campus* da UFCG, em Patos-PB, após a devida identificação taxonômica pelos especialistas do herbário. Regenerantes de espécies arbóreas com circunferência à altura do peito (CAP) inferior a 6 cm foram registrados por meio de registros fotográficos e posteriormente identificados através de consulta a guias de espécies e especialistas.

3.3 Avaliação da biomassa forrageira

Em maio de 2023, no momento de máximo desenvolvimento vegetativo do estrato herbáceo, foi realizada a coleta da biomassa forrageira para análise da composição química (análises bromatológicas) do estrato herbáceo-arbustivo nas áreas 1 e 2. Nas 160 parcelas de 1 m², foi coletada manualmente a biomassa forrageira acima de 5 cm do solo, incluindo a biomassa forrageira dos ramos com diâmetro < 1 cm dos regenerantes de espécies lenhosas. O material forrageiro resultante dos 20 pontos amostrais sob a copa das favelas na Área 1 (área sem pastejo) foi considerado em conjunto, tendo o seu peso fresco determinado no campo com balança digital portátil com precisão de 5 g, e cerca de 500 g dessa massa fresca foram amostrados, acondicionados em saco de papel identificado e envolto em saco plástico fechado, e mantido em cooler com gelo. O mesmo procedimento amostral foi adotado para os respectivos 20 pontos amostrais localizados na área aberta adjacente fora do efeito direto da copa de cada favela escolhida. Estes procedimentos foram repetidos para as juremas-pretas e respectivos pontos adjacentes na Área 1, bem como para as duas espécies e respectivos pontos adjacentes na Área 2 (com pastejo), resultando em 8 amostras de material forrageiro para análise.

Essas 8 amostras de material forrageiro foram encaminhadas para o Laboratório de Análises de Alimentos da UFCG/*Campus* de Patos, para determinação da biomassa fresca em balança digital analítica com precisão de 0,001 g, secagem a 65°C, por 72 horas, em estufa com ventilação forçada de ar, nova pesagem para determinação da massa seca e teor da matéria seca, processamento em moinho de malha de 1 mm e análises bromatológicas (proteína bruta-PB, fibra em detergente neutro-FDN e ácido-FDA e matéria mineral- MM).

3.4 Análise do solo

Amostras do solo foram coletadas mensalmente para a determinação do teor de umidade do solo sob a copa de 2 árvores de favela e 2 de jurema-preta, e respectivos pontos adjacentes, na Área 1, e similarmente na Área 2, totalizando 16 amostras coletadas a cada mês, entre os meses de julho de 2022 e junho de 2023. A coleta dessas amostras seguiu procedimentos apropriados para minimizar a perda de umidade entre a coleta e o acondicionamento do solo em recipientes de alumínio com tampa hermética.

A massa de cada lata+solo foi determinada em balança digital (precisão de 0,001 g) (Figura 5), antes e depois da secagem em estufa a 105-110 °C, para permitir a determinação do teor de umidade do solo. A determinação da Umidade Gravimétrica das amostras de solo foi

realizada utilizando-se da seguinte fórmula:

$$U (\%)= 100 (A-B)/B$$

Na equação acima, $U(\%)$ = Umidade Gravimétrica em % da massa seca, A = massa da amostra úmida (g), e B = massa da amostra seca (g) (Claessen, 1996).

Figura 5 - Recipientes contendo solo para determinação do teor de umidade do solo, de acordo com determinação de massa em balança de precisão no Laboratório de Fisiologia Vegetal, da UFCG, Campus de Patos.



Fonte: Autoria própria.

Na primeira coleta de solo para determinação do teor de umidade, em julho de 2022, foi coletado solo (0-20 cm de profundidade) sob o dossel de 10 exemplares de favela e de 10 exemplares de jurema-preta, escolhidos na Área 1. O solo coletado sob a copa dos exemplares de favela foi homogeneizado para a retirada de uma amostra de aproximadamente 500 g de solo, assim como o solo coletado sob a copa das juremas-pretas. O mesmo procedimento foi realizado nos pontos adjacentes fora do efeito direto da copa de cada exemplar escolhido, resultando em mais duas amostras de solo. Essas amostras de solo representaram o efeito da presença e da ausência de favela e de jurema-preta nos atributos do solo na área sem pastejo. Os mesmos procedimentos foram realizados sob a copa de 10 exemplares de favela e de 10

exemplares de jurema-preta escolhidos na Área 2 (com pastejo), e respectivos pontos adjacentes, resultando em mais 4 amostras de solo, que representaram o efeito da presença e da ausência de favela e de jurema-preta nos atributos do solo na área com pastejo.

Essas 8 amostras de solo (4 coletadas na Área 1 e 4 coletadas na Área 2) foram encaminhadas para processamento e determinação dos atributos químicos no Laboratório de Solo e Água (LASAG) da UFCG/*Campus* de Patos-PB.

3.5 Variáveis climáticas

Associada às coletas de solo para determinação da umidade gravimétrica, foi feita a coleta de dados de temperatura e umidade relativa do ar, nos ambientes sob a copa e adjacentes, em 2 exemplares de favela e 2 exemplares de jurema-preta, nas áreas 1 e 2. Os dados de temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) foram coletados com um termo-higrômetro digital, acondicionado em uma caixa branca com aberturas laterais para não haver influência da radiação solar direta sobre o equipamento (Figura 6).

A quantidade de luz incidente sob e fora do efeito da copa dos 2 exemplares de favela e jurema-preta, nas duas áreas, foi obtida com o auxílio de um Luxímetro digital, em dias abertos (não nublados), entre 10:00 e 14:00 horas, período de maior incidência solar.

Figura 6 - Equipamentos de coleta das variáveis climáticas. (a) Caixa branca contendo o Termo-higrômetro digital (Exbom), (b) Caixa branca aberta mostrando o Termo-higrômetro digital (Exbom), (c) Vista lateral da caixa branca, destacando as aberturas de circulação de ar, (d) Luxímetro (Lux Meter), medidor de luminosidade e a caixa contendo o Termo-higrômetro digital (Exbom).



Fonte: Autoria própria.

3.6 Análise dos dados

Os dados foram tabulados em termos de espécies presentes sob e fora do efeito das copas das favelas e juremas-pretas, nas áreas sem e com pastejo (áreas 1 e 2, respectivamente), resultando em dados de riqueza de espécies, bem como dados de acúmulo de biomassa forrageira, de umidade e dos atributos químicos do solo, temperatura e umidade relativa do ar, e luminosidade solar no ambiente.

O acúmulo médio de biomassa forrageira herbácea foi expresso em g/m^2 , e o efeito da copa de cada espécie foi comparado pelo teste t para amostras pareadas (dados pareados sob a copa e na área adjacente de cada planta). O efeito da copa da favela e da jurema-preta no acúmulo de biomassa forrageira herbácea foi comparado pelo teste t para médias independentes. O nível de significância adotado foi de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento florístico do estrato herbáceo-arbustivo

Foram identificadas, pelo menos até o nível de gênero, 46 espécies vegetais, distribuídas em 23 famílias botânicas (Tabela 1).

Tabela 1. Lista geral de espécies, distribuídas por família e classificadas quanto ao hábito de vida e ao ambiente de coleta onde foi registrada, em cada área de estudo.

Família/Espécie	Hábito*	Área 1 (SP**)	Área 2 (CP)
Acanthaceae			
<i>Cuphea sp.</i>	HER/SARB	-	FF; JF
Amaranthaceae			
<i>Alternanthera tenella</i> Colla	SARB	FD	FD; JD
Aristolochiaceae			
<i>Aristolochia cf. labiata</i> Willd.	TREP/LIA	-	FD
Asteraceae			
<i>Bidens pilosa</i> L.	HER	FD; JD	FD; JD
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	HER/SARB	-	JF
<i>Delilia biflora</i> (L.) Kuntze	HER	-	FD
<i>Pectis oligocephala</i> (Gardner) Sch.Bip	HER	-	JD
Commelinaceae			
<i>Callisia filiformis</i> (M.Martens & Galeotti) D.R.Hunt	HER	-	FF; JF
<i>Commelina benghalensis</i> L.	HER	-	JF
Convolvulaceae			
<i>Evolvulus filipes</i> Mart	HER	FF; JF	JF
<i>Evolvulus ovatus</i> Fernald	HER/SARB	FF; JD; JF	JF
<i>Ipomoea bahiensis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	TREP/LIA	-	JF
<i>Jacquemontia gracillima</i> (Choisy) Hallier f.	HER	JF	FD; JD
Cyperaceae			
<i>Cyperus uncinulatus</i> Schrad. ex Nees	HER	FF; JF	FD; JF
Euphorbiaceae			
<i>Croton hirtus</i> L'Hér.	HER	FF; JF	-
<i>Euphorbia comosa</i> Vell.	HER	-	FD; JD
Fabaceae			
<i>Chamaecrista pilosa</i> (L.) Greene	SARB	FD	-

Continua na próxima página

Continuação <i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	SARB	JF	-
<i>Senna obtusifolia</i> (L.) H.S. Irwin & Barneby	HER/SARB	FD; FF; JD; JF	JD
<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	HER/SARB	JD	-
<i>Stylosanthes viscosa</i> (L.) Sw.	SARB	-	FF; JD
Loasaceae			
<i>Mentzelia aspera</i> L.	HER/SARB	FD	-
Malvaceae			
<i>Sida galheirensis</i> Ulbr.	SARB	FD; FF; JD; JF	FD; FF; JD; JF
<i>Sida rhombifolia</i> L.	HER	FF; JF	JF
<i>Sida</i> sp. 1	HER	JF	FF
<i>Sida</i> sp. 2	HER	-	JF
<i>Sida</i> sp. 3	HER	-	FF; JF
<i>Waltheria operculata</i> Rose	HER	JF	JF
<i>Waltheria indica</i> L.	HER/SARB	FF; JF	JF
Microteaceae			
<i>Microtea celosioides</i> Moq. ex Sennikov & Sukhor.	HER	FD; JD	JF
Molluginaceae			
<i>Mollugo verticillata</i> L.	HER	FD; JD; JF	FD, JD, JF
Nyctaginaceae			
<i>Boerhavia diffusa</i> L.	HER	JD; JF	FF; JF
Onagraceae			
<i>Ludwigia</i> cf. <i>octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	ARB/SARB	-	JF
Passifloraceae			
<i>Passiflora foetida</i> L.	TREP/LIA	JD	-
Poaceae			
<i>Antheophora hermaphrodita</i> (L.) Kuntze	HER	FF; JF	JF
<i>Aristida adscensionis</i> L.	HER	FF; JF	FF; JF
<i>Chloris barbata</i> Sw.	HER	FF; JF	FF; JF
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	HER	-	FF; JD; JF
<i>Urochloa mosambicensis</i> (Hack.) Dandy	HER	FF; JF	JF
Polygalaceae			
<i>Asemeia violacea</i> (Aubl.) J.F.B. Pastore & J.R. Abbott	HER	-	FD; JF
Rubiaceae			
<i>Diodia</i> cf. <i>virginiana</i> L.	HER	FF; JD; JF	FF; JF
Sapindaceae			
<i>Cardiospermum corindum</i> L.	TREP/LIA	JD	JF

Continua na próxima página

Continuação

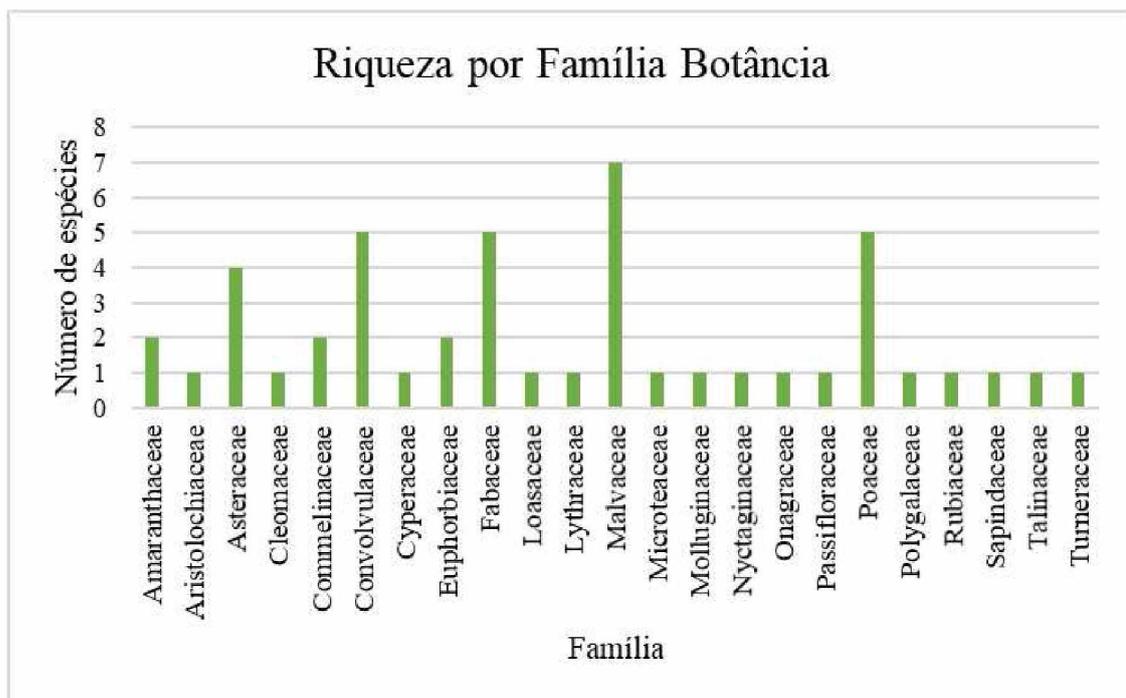
Talinaceae			
<i>Talinum fruticosum</i> (L.) Juss.	HER	FD	FD; JD
Turneraceae			
<i>Turnera subulata</i> Sm.	HER/SARB	FD; JD	-
Verbenaceae			
<i>Physostemon guianense</i> (Aubl.) Malme	HER	-	FF; JF

*Fonte: Flora e Funga do Brasil, 2024. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

**SP= Sem pastejo; CP= Com pastejo; HER= Herbácea; SARB= Subarbusto; ARB= Arbusto; FD= Favela Dentro; FF= Favela Fora; JD= Jurema Dentro; JF= Jurema Fora.

A família com maior riqueza de espécies foi a Malvaceae, representada por 7 espécies, seguida de Convolvulaceae, Fabaceae e Poaceae, cada uma com 5 espécies (Figura 7). Foram encontradas 8 espécies exclusivas da Área 1 (em recuperação) e 16 na Área 2 (com pastejo bovino). Esses resultados diferem de trabalhos como os de Sizenando Filho *et al.* (2007), Andrade *et al.* (2009) e Luna *et al.* (2015), que, em áreas de caatinga na Paraíba com diferentes níveis de conservação, constataram uma menor presença de espécies das famílias Poaceae e Malvaceae e uma predominância de indivíduos da família Fabaceae. Esses resultados mostram a grande variação da composição florística certamente resultante da diversidade dos fatores ambientais atuando em cada ambiente.

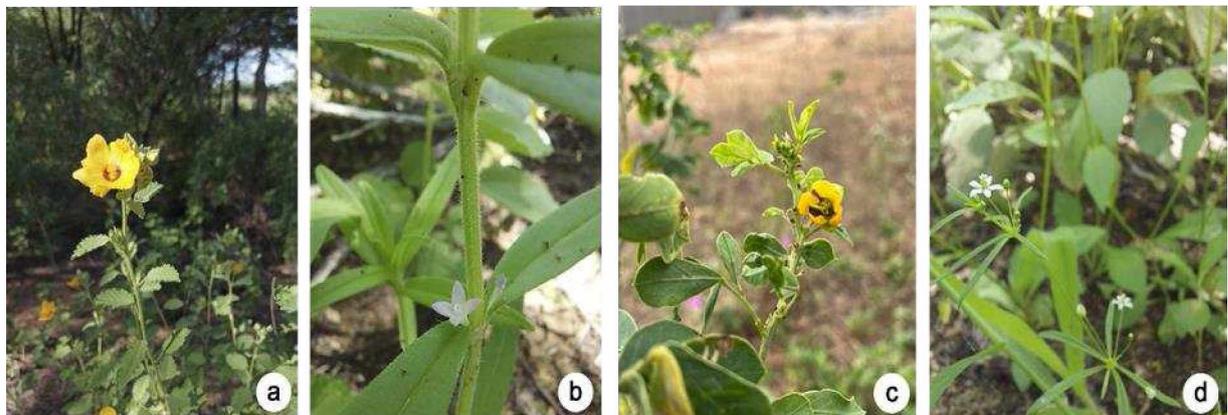
Figura 7 - Riqueza de espécies nas áreas de estudo, distribuídas por família botânica.



Fonte: Autoria própria.

A espécie que foi encontrada em todos os oito ambientes amostrais, sob e fora da influência da copa das favelas e das juremas-pretas nas áreas sem e com pastejo, foi *Sida galheirensis*, seguida de *Mollugo verticillata*, presente em seis, e *Diodia cf. virginiana* e *Senna obtusifolia*, presentes em cinco ambientes de coleta (Figura 8). Destaque também para *Pectis oligocephala* e *Chamaecrista pilosa* (Figura 9), as espécies, dentre as 46 observadas neste estudo, consideradas endêmicas do Brasil (Flora e Funga do Brasil, 2024) e que estiveram presentes apenas em parcelas sob a influência de favela.

Figura 8 - Espécies encontradas em mais pontos amostrais. (a) *Sida galheirensis*, (b) *Diodia cf. virginiana*, (c) *Senna obtusifolia*, (d) *Mollugo verticillata*.



Fonte: Autoria própria.

Figura 9 - Espécies endêmicas do Brasil encontradas no levantamento florístico. (a-b) *Chamaecrista pilosa*, (c-d) *Pectis oligocephala*.



Fonte: Autoria própria.

A tendência foi de menos espécies herbáceas (10 a 12 espécies) sob a copa de espécies lenhosas, e maior riqueza (13 a 30 espécies) fora da copa das espécies lenhosas, especialmente em áreas adjacentes a exemplares de jurema-preta (21 e 30 espécies herbáceas nas áreas 1 e 2,

respectivamente) em comparação com as áreas adjacentes a exemplares de favela (16 e 13 espécies herbáceas nas áreas 1 e 2, respetivamente).

Na Área 1, foram encontradas, respectivamente, 12 e 21 espécies na comunidade herbácea sob e fora da copa de jurema-preta. Na Área 2, para a jurema-preta, foram verificadas, respectivamente, 10 e 30 espécies. Similarmente, na Área 1, foram observadas, respectivamente, 10 e 16 espécies, sob e fora da copa de favela, e na Área 2, respectivamente, 11 e 13 espécies. Destaca-se que a maior riqueza (30 espécies) foi identificada fora da copa da jurema-preta na Área 2, e a menor (10 espécies) sob a copa da jurema-preta na Área 2 e sob a copa da favela na Área 1 (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição da riqueza de espécies herbáceas nas áreas 1 e 2, considerando as espécies lenhosas jurema-preta e favela e a posição sob e fora de suas copas.

Área	Jurema-preta sob a copa	Jurema-preta fora da copa	Favela sob a copa	Favela fora da copa
Área 1 (Em recuperação)	12	21	10	16
Área 2 (Com pastejo)	10	30	11	13

Fonte: Autoria própria

4.2 Riqueza *versus* umidade do solo *versus* atributos químicos do solo

As diferenças na umidade do solo sob e fora da copa da favela e da jurema-preta não foram significativas ($p > 0,05$). A média da umidade do solo sob e fora da copa da favela foi de 3,08% e 2,98%, respectivamente. Para a jurema-preta, os valores foram idênticos: 3,18% em ambos os casos. Essas semelhanças indicam que a redistribuição de água promovida pelo dossel das árvores pode gerar uma uniformidade na umidade do solo em áreas de FTSSs. Segundo Fischer-Bedtke *et al.* (2023), os padrões de precipitação que ocorrem sob a copa das árvores muitas vezes não produzem diferenças significativas na umidade do solo, mesmo com a variação entre tipos de vegetação.

Essa uniformidade pode ser explicada, também, pela interação entre a estrutura do solo, a redistribuição da água e a absorção de água pelas raízes, como discutido por Molina *et al.* (2019). Esses processos combinados tendem a manter a umidade do solo relativamente uniforme, pelo menos em pontos próximos entre si, independentemente do grau de cobertura vegetal presente.

Os resultados da análise química do solo sob e fora da influência das copas de favela e

de jurema-preta nas áreas 1 e 2 indicam semelhanças em alguns atributos, mas diferenças importantes em outros. A acidez foi elevada em todas as condições, com pH variando de 4,1 a 5,1, sendo ligeiramente mais ácido nas áreas sob as copas. A matéria orgânica variou de 7,66 g/dm³ a 18,38 g/dm³, com maiores concentrações sob a copa, especialmente da favela na Área 1. Os teores de fósforo foram, em geral, baixos e semelhantes sob e fora da copa das árvores, porém foram maiores sob do que fora da copa de jurema (Área 1) e menores sob do que fora da copa de favela (Área 2), quando o solo apresentou, respectivamente, teores médio ou alto desse nutriente; o cálcio e o magnésio mostraram maiores concentrações nas áreas sob as copas de favela, e tenderam a ser semelhantes sob e fora da copa de jurema preta (Tabela 3).

Os níveis de potássio e sódio mostraram poucas variações entre as duas áreas. A acidez potencial do solo, refletida pelos valores de H + Al, foi maior sob as copas, principalmente da jurema-preta na Área 2. A capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por bases foram mais elevadas nas áreas sob a copa, especialmente sob a favela em ambas as áreas

Tabela 3. Atributos químicos do solo associado aos efeitos das copas de favelas e de juremas-pretas, em áreas sem (Área 1) e com (Área 2) pastejo, na Fazenda NUPEÁRIDO, Patos-PB, Brasil.

Área	pH	M.O.	P	Ca	Mg	K	Na	H + Al	T	V
	CaCl ₂ 0,01M	g/dm ³	mg/dm ³	cmol/dm ³						%
Área 1 Jurema sob copa	4,1	17,87	37,8	2,1	0,9	0,33	0,70	2,8	6,83	59,0
Área 1 Jurema fora copa	4,2	7,66	31,3	2,0	1,0	0,20	0,50	2,5	6,20	59,7
Área 2 Jurema sob copa	4,2	14,81	4,6	2,1	0,9	0,56	0,50	3,8	7,86	51,7
Área 2 Jurema fora copa	4,3	17,87	3,0	2,8	1,0	0,45	0,30	3,1	7,65	59,5
Área 1 Favela sob copa	5,1	18,38	18,8	3,5	1,5	0,37	0,40	2,2	7,97	72,4

Continua na próxima página

Continuação

Área 1 Favela fora copa	4,7	13,27	43,7	2,7	1,1	0,28	0,40	2,5	6,98	64,4
Área 2 Favela sob copa	4,7	13,79	3,4	3,0	1,6	0,37	0,51	2,8	8,28	66,2
Área 2 Favela fora copa	4,5	12,76	3,9	2,3	1,1	0,24	0,42	2,8	6,86	59,2

pH = potencial hidrogeniônico, MO = matéria orgânica, matéria orgânica (M.O.), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), hidrogênio mais alumínio (H + Al), saturação por bases (T) e percentual de saturação por bases (V).

Fonte: LASAG (2023)

A observação de que regenerantes arbóreos tardios estão ausentes em áreas abertas, mas presentes sob as copas de árvores como a favela e a jurema-preta, reforça a complexidade do papel que essas árvores pioneiras desempenham na dinâmica ecológica dessas áreas. As análises químicas do solo mostram que as copas dessas árvores criam microambientes favoráveis, caracterizados por maior matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e disponibilidade de nutrientes como cálcio e magnésio. Esses fatores contribuem para o estabelecimento e crescimento de espécies arbóreas tardias, que são mais exigentes em termos de qualidade do solo.

Por outro lado, a ausência desses regenerantes em áreas abertas sugere que as condições ambientais em geral e do solo fora da influência das copas são menos favoráveis para o estabelecimento de exemplares de espécies arbóreas. Nesses locais, o solo exposto à luz solar intensa e à erosão, com menor conteúdo de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, não oferece as condições necessárias para o desenvolvimento de espécies mais sensíveis e exigentes. Isso ilustra a dualidade do papel das árvores pioneiras: ao mesmo tempo em que elas proporcionam um ambiente favorável para a regeneração de certas espécies sob suas copas, e também o estabelecimento de algumas espécies herbáceas, como *P. oligocephala* e *C. pilosa*, podem estabelecer uma relação de competitividade, principalmente por luminosidade, com espécies menos exigentes e mais dependentes de luz solar. Isso foi demonstrado no levantamento florístico, em que a riqueza de espécies herbáceas-arbustivas foi maior fora da influência da copa, indicando a preferência de espécies características desse estrato por áreas abertas e com maior incidência solar.

Essa dualidade, como sugerido por Castanho *et al.* (2012), demonstra que árvores pioneiras podem exercer efeitos positivos e negativos dependendo da espécie ou estrato vegetal, influenciando a estrutura e a composição das comunidades vegetais de forma complexa e multifacetada.

O fósforo é um nutriente essencial para o crescimento das plantas, participando de processos específicos como a fotossíntese (Malhotra *et al.*, 2018). No entanto, os dados mostraram uma falta de ligação entre os níveis de fósforo e a riqueza de espécies. Por exemplo, a análise do solo coletado sob a copa de jurema-preta da Área 1 apresentou altos níveis de fósforo (37,8 mg/dm³), mas baixa riqueza de espécies (12), enquanto a do solo coletado fora da copa de jurema-preta da Área 2 indicou baixos níveis de fósforo (3,0 mg/dm³), porém associados a uma maior riqueza de espécies (30). Isso indica que a disponibilidade de fósforo, embora importante, não determina o grau de biodiversidade, pois deve interagir com outros nutrientes e fatores ambientais, tal como a maior luminosidade observada fora da copa, adequada ao estabelecimento e desenvolvimento de um número maior de espécies herbáceas do que sob o ambiente com menor luminosidade sob a copa das árvores.

O cálcio e o magnésio são nutrientes essenciais para as plantas e a estrutura do solo (Feng *et al.*, 2023; Geng *et al.*, 2021). Contudo, os dados indicam que, mesmo com altos níveis de cálcio (3,5 cmolc/dm³) e magnésio (1,5 cmolc/dm³) na região sob a copa da favela da Área 1, a riqueza de espécies nessas condições não foi alta (riqueza de 10 espécies), o que sugere que a simples presença desses nutrientes não garante alta biodiversidade. Isto mostra, mais uma vez, que a diversidade não depende unicamente da presença de um determinado ou conjunto de nutrientes, mas sim da interação de diversos fatores.

A capacidade de troca de cátions (T) é outro fator importante, destacando a capacidade do solo de reter e fornecer nutrientes. Solos com alta capacidade de troca de cátions podem fornecer uma base mais estável de nutrientes, por um prolongado período (Ronquim, 2010). A maior capacidade de troca de cátions foi observada na região sob a copa de favela na Área 2 (T = 8,28 cmolc/dm³), mas isso não se traduziu na maior riqueza de espécies (11 espécies).

Em resumo, a riqueza de espécies em uma determinada área resulta da interação complexa de múltiplos fatores químicos, como pH, fósforo, cálcio, magnésio e capacidade de troca de cátions, fatores físicos e ambientais, como a disponibilidade de luz solar, de umidade e a competição por recursos (Tenaw *et al.*, 2024).

4.3 Riqueza *versus* variáveis climáticas

A média da umidade relativa do ar fora da copa da favela foi de 33,16% e sob a copa diminuiu significativamente ($p = 0,0013$ pelo teste t) para 31,30%. Para a jurema-preta, verificou-se o mesmo padrão: a média da umidade relativa do ar fora da copa foi de 35,93%, e diminuiu significativamente ($p = 0,0008$) sob a copa para 34,09%, uma redução mais consistente (p-valor menor) do que a verificada para a favela. No geral, os valores dos limites dos intervalos de confiança para essa diferença indicam uma diminuição entre 0,4 e 3,3 pontos percentuais do ambiente sob em comparação com o ambiente fora da copa das árvores.

A média da temperatura do ar fora da copa foi de 38,06°C, enquanto sob a copa da favela diminuiu significativamente ($p = 0,000005$) para 35,46°C, uma redução de 2,60°C. Da mesma forma para a jurema-preta, a média da temperatura do ar fora da copa foi de 38,17°C, enquanto sob a copa foi de 35,17°C, uma redução significativa ($p < 0,000000$) de 3,00°C.

Na favela, a média da luminosidade fora da copa foi de 144.657,0 *lumens* e sob a copa diminuiu significativamente ($p < 0,000000$) para 47.253,4 *lumens*, com uma redução média de cerca de 97.400 *lumens*. Para a jurema-preta, a luminosidade média reduziu de 137.287,7 *lumens* fora da copa para 45.864,1 *lumens* sob a copa ($p < 0,000000$), uma redução média de cerca de 91.400 *lumens*. Estes valores indicam um efeito altamente significativo na redução da luminosidade propiciado pelas folhas e ou ramos da copa de favela e jurema-preta.

Assim, as copas das árvores das duas espécies em ambas as áreas afetam de forma semelhante o microclima, criando ambientes mais frescos, com menor luminosidade e menor umidade relativa do ar. As diferenças observadas entre favela e jurema-preta são sutis, apesar da variação relativamente maior na arquitetura das copas e no tamanho das folhas. O controle da radiação solar por obstrução, reflexão, irradiação do calor e filtração são fatores importantes na dinâmica do ambiente sob a copa das árvores, principalmente na redução da temperatura do ar e da luminosidade. Quanto à umidade relativa do ar, as árvores absorvem água da chuva infiltrada no solo e, através da evapotranspiração observada nas folhas majoritariamente presentes na periferia da copa, devolvem parte da água absorvida para o ambiente ao seu redor, o que explica a maior umidade do ar fora do ambiente da copa (Vasconcelos, 2020).

4.4 Análise bromatológica do estrato herbáceo-arbustivo

Os teores de Matéria Seca (MS) na biomassa forrageira da vegetação herbácea-arbustiva associados à jurema-preta (entre 37,03 % e 67,7%) tenderam ($p = 0,077887$) a superar os associados à favela (entre 35,48% e 62,87%), nas áreas 1 e 2, tanto sob quanto fora do efeito da copa. Isto indica que a jurema-preta tende a fornecer uma biomassa forrageira com menos

teor de água do que aquela encontrada sob a copa de favela. Considerando que a coleta desse material forrageiro foi feita na mesma data, isto indica que as condições sob a copa da jurema-preta tendem a resultar em biomassa forrageira com menor teor de umidade, sugerindo um maior grau de desenvolvimento das plantas sob a copa desta espécie e, em última instância, uma biomassa de menor valor forrageiro, pelo menos no momento em que foi coletada (maio).

Os teores de Material Mineral (MM) da biomassa forrageira coletada do estrato herbáceo-arbustivo associados à favela apresentaram maiores concentrações (entre 9,52% e 20,54%), do que os associados à jurema-preta (entre 8,47% e 15,84%) ($p < 0,000000$), sendo maiores na biomassa forrageira coletada fora da influência das copas, quando atingem 20,54% na Área 2. Esses resultados indicam que a vegetação herbáceo-arbustiva associada à favela, especialmente quando localizada fora da copa, tende a acumular mais minerais, o que pode aumentar seu valor nutricional.

A Proteína Bruta (PB) na biomassa forrageira herbáceo-arbustiva não apresentou variação significativa ($p > 0,80$) sob e fora da copa da favela e da jurema-preta, variando entre 4,56% e 6,64%. Isto indica que esse parâmetro é menos sensível ao nível de pastejo e localização em relação à copa de favela e de jurema-preta, porém o teor de PB ficou abaixo de 7%, que é o nível mínimo desejável para uma dieta de manutenção de ruminantes.

A Fibra em Detergente Neutro (FDN) variou de 70,39% fora da copa da favela na Área 2 a 93,92% sob a copa da jurema-preta na Área 2. A ANOVA indicou que a espécie tem um impacto significativo na FDN ($p = 0,037073$), com a biomassa herbácea-arbustiva associada à jurema-preta apresentando maiores teores de fibra. Isso sugere que o estrato herbáceo-arbustivo, especialmente sob a copa de jurema-preta, tende a ser mais fibroso, o que pode influenciar negativamente na digestibilidade da forragem. Isto já foi vislumbrado quando da detecção do maior teor de MS presente na biomassa forrageira coletada em maio sob a copa da jurema-preta.

Os valores médios da Fibra em Detergente Ácido (FDA) variaram de 61,16%, sob a copa da favela na Área 2, a 73,55% sob a copa da jurema-preta na Área 2. A ANOVA não apontou diferenças significativas para FDA entre os tratamentos, sugerindo que a porção não digerível da fibra é relativamente estável nas condições estudadas.

Em resumo, os resultados mostram que a espécie e a localização sob ou fora da copa podem influenciar significativamente as características nutricionais das plantas forrageiras. A biomassa associada à jurema-preta, em particular, tende a apresentar maiores teores de fibra e variações mais amplas na matéria seca, dependendo da posição em relação à copa.

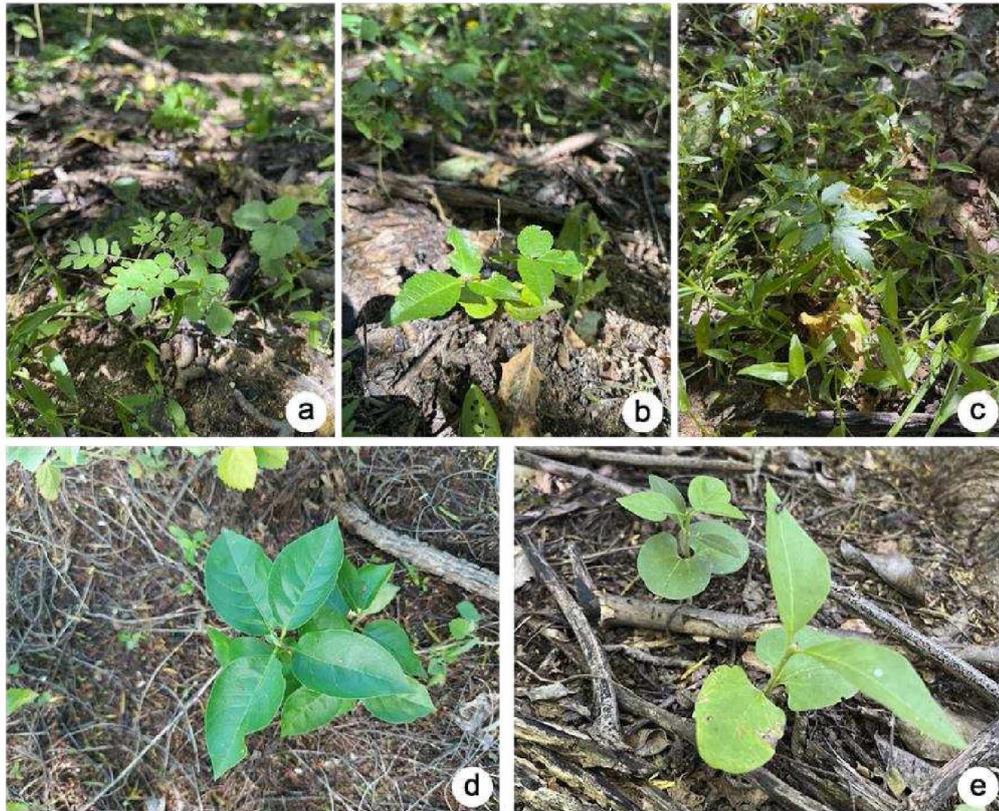
Por outro lado, para a favela, especialmente quanto à biomassa localizada fora da copa,

mostra-se mais rica em minerais. Essas informações são úteis para otimizar o manejo de pastagens e o valor nutricional da forragem produzida em áreas de Caatinga. Figueiredo *et al.* (2017), em experimento sobre biomassa herbácea conduzido na Área 1, reportaram que valores de proteína bruta (PB) foram maiores do que os encontrados no presente estudo e que os de FDN e FDA foram menores, sugerindo assim uma redução na qualidade da biomassa herbácea à medida que as arbóreas pioneiras aumentam o seu porte ao se desenvolverem em áreas do bioma Caatinga.

4.5 Regenerantes arbóreos associados à favela e à jurema-preta

Além do levantamento florístico herbáceo-arbustivo, foram registrados indivíduos regenerantes de espécies nativas perenes, como *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (catingueira), *Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl. (aroeira do sertão), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. (pereiro), *Combretum leprosum* Mart. (mofumbo) e a cultivada (exótica e invasora) *Azadirachta indica* A. Juss. (nim-indiano) (Figura 9). Estes indivíduos foram encontrados sob as copas de jurema-preta e favela. Embora não constasse dos objetivos iniciais deste estudo, isto indica melhorias nas condições ambientais sob a copa de árvores ao ponto de possibilitar o estabelecimento natural de regenerantes de espécies arbóreas mais exigentes em relação à qualidade ambiental, mostrando o papel crucial das espécies pioneiras no estabelecimento e manutenção desses indivíduos mais exigentes.

Figura 10 - Regenerantes arbóreos encontrados associados às espécies favela e jurema-preta nas duas áreas de estudo. (a) *Cenostigma pyramidale* (catingueira), (b) *Astronium urundeuva*. (aroeira do sertão), (c) *Arandiracta indica* (nim-indiano), (d) *Aspidosperma pyriforme* (Pereiro), (e) *Combretum leprosum* (mofumbo).



Fonte: Autoria própria.

Diante dos resultados anteriores, em que se constatou que a maior riqueza de espécies herbáceas-arbustivas está associada a áreas abertas, fez-se necessário este registro, visto que só foram verificados regenerantes de espécies arbóreas sob a influência das copas de favela e de jurema-preta. Isto indica que a favela e a jurema-preta atuam como plantas enfermeiras para espécies lenhosas de estágios sucessionais mais tardios, cujos indivíduos jovens demandam condições microclimáticas mais amenas.

Em regiões tropicais áridas e semiáridas, a alta incidência luminosa e a escassez de água em grande parte do ano dificultam o estabelecimento e o desenvolvimento de plantas perenes mais exigentes ou menos rústicas (Bueno; Llambí, 2015; Al-Namazi; Bonser, 2020). Uma espécie pioneira pode apresentar efeitos positivos ao reduzir o estresse que o ambiente impõe sobre as que estão abaixo do seu dossel, no que se refere à redução da temperatura do ar, menor incidência da luz solar e maior disponibilidade de matéria orgânica e de nutrientes (Xiong *et al.*, 2008; Mikola *et al.*, 2018). Porém, se a espécie pioneira apresentar alta taxa de transpiração, por exemplo, a interação com outras espécies pode ter efeito negativo ao competir com as demais espécies pela umidade disponível no solo (Miyazawa *et al.*, 2006). Nas áreas 1 e 2,

verificaram-se condições específicas que propiciaram o estabelecimento de regenerantes de espécies arbóreas, como a presença de um microclima favorável, com temperaturas mais amenas e menor incidência da radiação solar, devido à cobertura das copas das árvores de favela e jurema-preta e, também, à menor presença de espécies herbáceas ou arbustivas sob as copas, o que reduziu a competição por recursos como água e nutrientes e favoreceu o desenvolvimento dos regenerantes de espécies lenhosas.

5 CONCLUSÃO

A área sob as copas da favela e da jurema-preta tende a apresentar menor riqueza de espécies do estrato herbáceo-arbustivo comparada à área fora do efeito direto dessas copas;

As condições de fertilidade do solo apresentam uma tendência de serem melhores fora da copa das favelas e juremas-pretas, e a temperatura, a luminosidade e a umidade relativa do ar tendem a ser menores sob a copa dessas espécies;

A interação entre os fatores edáficos e climáticos resulta na riqueza menor de espécies do estrato herbáceo-arbustivo sob a copa de favela e de jurema-preta e, por outro lado, propicia condições mais amenas sob a copa de favela e de jurema-preta para o estabelecimento de regenerantes de espécies lenhosas secundárias, provavelmente como resultado da participação nessa interação dos fatores luminosidade e temperatura do ar.

O manejo adequado das espécies pioneiras nativas, como a favela e a jurema-preta, é importante para favorecer o estabelecimento de espécies lenhosas mais exigentes e a regeneração natural do ecossistema. A preservação dessas plantas, especialmente em áreas sob pressão de pastejo, e o uso de sistemas agroflorestais que combinam produção agrícola com preservação de árvores nativas, podem criar microclimas favoráveis, melhorar a qualidade do solo e acelerar o processo de sucessão ecológica de áreas no bioma Caatinga.

A interação entre fatores químicos, físicos e ambientais determina a riqueza de espécies e as condições do solo, destacando o papel das copas das árvores na modulação do microclima e na facilitação do estabelecimento de espécies lenhosas em ecossistemas de Florestas Tropicais Sazonalmente Secas.

REFERÊNCIAS

- AGRA, M. F.; SILVA, K. N.; BASÍLIO, I. J. L. D.; FREITAS, P. F.; BARBOSA-FILHO, J. M. Survey of medicinal plants used in the region Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.18, n.3, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300023>. Acesso em: 19 maio. 2022.
- AL-NAMAZI, A. A.; EL-BANA, M. I.; BONSER, S. P. Competition and facilitation structure plant communities under nurse tree canopies in extremely stressful environments. **Ecology and Evolution**, v.7, p.2747–2755, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ece3.2690>. Acesso em: 26 maio. 2022.
- AL-NAMAZI, A. A.; BONSER, S. P. Plant strategies in extremely stressful environments: are the effects of nurse plants positive on all understory species? **Journal of Plant Interactions**, v.15, n. 1, p. 233–240, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17429145.2020.1788183>. Acesso em: 24 maio. 2022.
- ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALVES, R. R. N. People and Natural Resources in the Caatinga. In: Silva, JMC, Leal, IR, Tabarelli, M. (eds) **Caatinga**. Springer, Cham. [s. n.], cap.11, p. 303-333, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-319-68339-3_11. Acesso em: 25 maio. 2022.
- ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; RAMOS, M. A.; AMORIM, L. Medicinal and magic plants from a public market in northeastern Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.110, n.1, p.76-91, 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17056216/>. Acesso em: 26 maio. 2022.
- ALVES, J. J. A. **Geocologia da caatinga no semi-árido do Nordeste brasileiro**. CLIMEP: Climatologia e Estudos da Paisagem, Rio Claro, v.2, n.1, p. 58-71, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/download/266/667/0>. Acesso em: 24 maio. 2024.
- ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da caatinga: uma investigação Ecogeográfica, **Revista Caatinga**, v.22, n.3, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/560>. Acesso em: 24 maio. 2024.
- ANDRADE, M. V. M.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S.; BRUNO, R. L. A.; GUEDES, D. S. Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato herbáceo e subarbustivo em áreas de Caatinga no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v.22, n.1, p.229-237, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1059>. Acesso em: 19 abr. 2022.
- ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; CHAVES, L. C. G; LOPES, F. B. Water as Capital and Its Uses in the Caatinga, In: Silva, JMC, Leal, IR, Tabarelli, M. (eds) **Caatinga**. Springer, Cham. [s. n.], cap.10, p. 281-302, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-68339-3_10#Bib1. Acesso em: 20 abr. 2022.
- ANDRADE, J.R.; SANTOS, J.M.F.F.; LIMA, E.N.; LOPES, C.G.R.; SILVA, K.A.; ARAÚJO, E.L. Estudo populacional de *Panicum trichoides* Swart. (Poaceae) em uma área de

caatinga em Caruaru, Pernambuco. **Revista Brasileira de Biociências**, v.5, p. 858-860, 2007. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/940>. Acesso em: 26 maio. 2022.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. DE M., & SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref. Acesso em: 19 set. 2024

ARAÚJO, E. L. Diversidade de herbáceas na vegetação da caatinga. p. 82-84, 2003. In: JARDIN, E.A.G.; BASTOS, M.N.C.; SANTOS, J.U.M. (Eds.). **Desafios da Botânica brasileira no novo milênio: Inventário, sistematização e conservação da diversidade vegetal**. Sociedade Brasileira de Botânica. Belém. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/qc8BnXxdXmgv3VbzBpJr9RG/?lang=pt>. Acesso em: 25 maio. 2022.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, K. A.; FERRAZ, E. M. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, S. I. Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 2, p. 285-294, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/qc8BnXxdXmgv3VbzBpJr9RG/?lang=pt>. Acesso em: 25 maio. 2022.

ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian Caatinga-A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional Ecosystems and Communities**. v. 1, n. 1, p. 15-28, 2007. Disponível em: [http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0706/FEC_1\(1\)/FEC_1\(1\)15-28o.pdf](http://www.globalsciencebooks.info/Online/GSBOnline/images/0706/FEC_1(1)/FEC_1(1)15-28o.pdf). Acesso em: 25 abr. 2022.

ARAÚJO, L. V. C.; LEITE, J. A. N.; PAES, J. B. Estimativa da produção de biomassa de um povoamento de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (WILLD.) POIRET. com cinco anos de idade. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 4, p. 347-352, 2004. Disponível em: <http://docplayer.com.br/25500952-Estimativa-da-producao-de-biomassa-de-um-povoamento-de-jurema-preta-mimosa-tenuiflora-willd-poiret-com-cinco-anos-de-idade-1.html>. Acesso em: 29 maio. 2022.

AZEVÊDO, S. M. A. **Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga**. 2011. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Florestal) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2476>. Acesso em: 29 maio. 2022.

AZEVÊDO, T. K. B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; NASCIMENTO, J. W. B. Relações entre volume e massa da madeira e casca de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*). **Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.97-102, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v9i1a3066>. Acesso em: 28 maio. 2022.

BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; ANDRADE, A. P.; SALCEDO, I. H. Forage yield and quality of a dense thorny and thornless “jurema-preta” stand. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.341-347, 2007. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/8TPnCfcPvQgHyRbmcLnjhxpx/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 28 maio. 2022.

BERTNESS, M.; R.M. CALLAWAY. Positive interactions in communities. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 9, n. 5, p. 191–193, 1994. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(94\)90088-4](https://doi.org/10.1016/0169-5347(94)90088-4). Acesso em: 29 abr. 2022.

BEZERRA, P. D. F. **Viabilidade da cultura *Cnidoscolus quercifolius* Pohl. para produção de biodiesel no semiárido nordestino**, 2011a. 90 f. Dissertação (Mestrado). Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2011a. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/18218>. Acesso em: 22 maio. 2024.

BEZERRA, D. A. C.; RODRIGUES, F. F. G.; COSTA, J. G. M.; PEREIRA, A. V.; SOUSA, E. O.; COSTA, O. G. M. Fitoquímica, composição bromatológica e atividade antibacteriana de *Mimosa tenuiflora* (Wild) Poir. e *Piptadenia stipulacea* (Benth) Duck. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 99-106, 2011b. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/actascibiols.v33i1.5366>. Acesso em: 24 maio. 2024.

BUENO, A; LLAMBÍ, L. D. Facilitation and edge effects influence vegetation regeneration in old-fields at the tropical Andean forest line. **Applied Vegetation Science**, v. 18, p. 613–623, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/avsc.12186>. Acesso em: 26 jun. 2024.

CALLAWAY, R. M. 2007. **Positive interactions and interdependence in plant communities**. Springer, Dordrecht. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-6224-7>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CALLAWAY, R. M.; BROOKER, R. W.; CHOLER, P.; KIKVIDZE, Z.; LORTIE, C. J.; MICHALET, R.; PAOLINI, L.; PUGNAIRE, F. I.; NEWINGHAM, B.; ASCHEHOUG, E. T.; ARMAS, C.; KIKODZE, D.; COOK, B. J. Positive interactions among alpine plants increase with stress. **Nature**, v. 417, p. 844–848, 2002. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nature00812#citeas>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CALLAWAY, R. M.; KIKODZE, D.; CHIBOSHVILI, M.; KHETSURIANI, L. Unpalatable plants protect neighbors from grazing and increase plant community diversity. **Ecology**, v. 86, n. 7, p. 1856–1862, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/04-0784>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CALLAWAY, R. M.; PENNING, S. C. Facilitation May Buffer Competitive Effects: Indirect and Diffuse Interactions among Salt Marsh Plants. **The American Naturalist**, v. 156, n. 4, p. 416–424, 2000. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29592137/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

CAMARGO-RICALDE, S. L. Descripción, distribución, anatomía, composición química y usos de *Mimosa tenuiflora* (Fabaceae-Mimosoideae) en México. **Revista de Biología Tropical**, vol.48, n.4, 2000. Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442000000400018. Acesso em: 29 maio. 2022.

CASTANHO, C.; OLIVEIRA, A. A.; PRADO, P.I. The importance of plant life form on spatial associations along a subtropical coastal dune gradient. **Journal of Vegetation Science**,

v. 23, p. 952-961, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2012.01414.x>. Acesso em: 28 maio. 2022.

CHAVES, L. L. B.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (angico-vermelho) em substrato fertilizado e inoculado com rizóbio. **Revista Árvore**, vol. 30, n. 6, p. 911-919, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000600006>. Acesso em: 25 maio. 2022.

CLAESSEN, M. E. C.; BARRETO, W. O.; MARIZA, J. L. P.; DUARTE, M. N. **Manual de Métodos de Análise de Solo** - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. [S.l.: s.n.]. v. 26, 1996. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/330804>. Acesso em: 16 abr. 2022.

CORDÃO, M. A. **Inclusão de ramos e frutos de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus iica* Mill) e na dieta de cordeiros**. 2011. Dissertação (Mestrado Zootecnia, Sistemas Agrosilvipastoris no Semiárido) - Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2011. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/riufcg/3546/MAIZA%20ARA%20CORDAODISSERTA%20c3%87%20c3%83O%20%28PPGZ%29%202011.pdf?sequence=3&isAllo wed=y>. Acesso em: 17 maio. 2022.

CORDÃO, M. A.; BAKKE, O. A.; PEREIRA, G. M.; SILVA, A. M. A.; BRITO, G. A.; BEZERRA, P. Y. F. Inclusão de ramos e frutos de jurema preta e farelo de palma forrageira na dieta de Ovinos Santa Inês - Revisão. **Pubvet**, v. 6, n. 10, 2012. Disponível em: <10.22256/pubvet.v16n10.1319>. Acesso em: 17 maio. 2022.

DANTAS, F. C. P.; TAVARES, M. L. R.; TARGINO, M. S.; COSTA, A. P.; DANTAS, F. O. *Ziziphus joazeiro* Mart. - Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, n. 25, p. 51-57, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/172/141>. Acesso em: 18 abr. 2022.

DEMARTELAERE, A. C. F.; FEITOSA, S. S.; LEÃO, F. A. N.; COSTA, B. P.; DEUS, A. S.; CÂMARA, Y. P.; SILVA, T. P. P.; SOUZA, J. B.; MATA, T. C.; LORENZETTI, E. Revisão bibliográfica: impactos em áreas nativas da caatinga causadas pelas atividades econômicas e as técnicas de reflorestamento. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 25085-25306, 2022. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/46321>. Acesso em: 30 maio. 2022.

DIAS, A. T. C.; ZALUAR, H. L. T.; GANADE, G.; SCARAN, F. R. Canopy composition influencing plant patch dynamics in a Brazilian sandy coastal plain. **Journal of Tropical Ecology**, v. 21, p. 343-347, 2005. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/279797783_Canopy_composition_influencing_plant_patch_dynamics_in_a_Brazilian_sandy_coastal_plain. Acesso em: 23 maio. 2022.

DIAS, M. A. M.; BOMFIM, C. S. G.; RODRIGUES, D. R.; SILVA, A. F.; SANTOS, J. C. S.; NASCIMENTO, T. R.; MARTINS, L. M. V.; DANTAS, B. F.; RIBEIRO, P. R. A.; FREITAS, A. D. S.; FERNANDES-JÚNIOR, P. I. *Paraburkholderia* spp. são os principais microssimbiontes rizóbios de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. em solos das florestas tropicais

secas brasileiras (bioma Caatinga). **Microbiologia Sistemática e Aplicada**, v. 44, n. 3, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33992956/>. Acesso em: 29 maio. 2022.

DOURADO, D. A. O.; CONCEIÇÃO, A. S.; SANTOS-SILVA, J. O gênero *Mimosa* L. (Leguminosae: Mimosoideae) na APA Serra Branca/Raso da Catarina, Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 4, p. 225–240, dez. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167606032013000400225&lng=en&tlng=en. Acesso em: 28 maio. 2022.

DRUMOND, M. A.; SALVIANO, L. M. C.; CAVALCANTI, N. B.; PEREIRA, L. G. R. Produção, distribuição da biomassa e composição bromatológica da parte aérea da faveleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 4, p. 308-310, 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1190/119017380011.pdf>. Acesso em: 20 maio. 2022.

DUTRA, V. F.; MORALES, M.; JORDÃO, L. S. B.; BORGES, L. M.; SILVEIRA, F. S.; SIMON, M. F.; SANTOS-SILVA, J.; NASCIMENTO, J. G. A.; RIBAS, O. D. S. *Mimosa* in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://floradobrasil2020.jbrj.gov.br/FB18874>. Acesso em: 28 maio. 2022.

FEITOZA, M. O. M.; ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; KILL, L. H. P. Fitossociologia e danos foliares ocorrentes na comunidade herbácea de uma área de caatinga em Petrolina, PE, p. 7-30, 2008. In: MOURA, A. do N.; ARAÚJO, E. de L.; ALBUQUERQUE, U. P. de. (Org.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: COMUNIGRAF: NUPEEA, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/160206>. Acesso em: 29 maio. 2022.

FENG, D.; WANG, X.; GAO, J.; LIU, X.; ZHANG, Y.; YUAN, Y.; HUANG, H. Exogenous calcium: its mechanisms and research advances involved in plant stress tolerance. **Frontiers in Plant Science**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1143963>. Acesso em: 18 ago. 2024.

FERREIRA, M. B. **Disposição espacial de *Mimosa tenuiflora*, *Piptadenia stipulacea* e *Cnidocolus quercifolius* inermes espontâneas**. 2021. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, 2021. Acesso em: 30 maio. 2022.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; FERREIRA, D. F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 4, p. 651-660, 2010. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48815859009>. Acesso em: 16 maio. 2022.

FIGUEIREDO, J. M. **Revegetação de áreas antropizadas de Caatinga com espécies nativas**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos, Paraíba, 2010. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/13504>. Acesso em: 30 maio. 2022.

FIGUEIREDO, J. M.; ARAÚJO, J. M.; LÚCIO, A. M. F. N.; BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A. Regeneração herbácea em áreas degradadas de caatinga enriquecidas com árvores nativas.

Ciência Florestal, v. 27, n. 4, p. 1143–1156, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/30292>. Acesso em: 26 maio. 2024.

FISCHER-BEDTKE, C.; METZGER, J. C.; DEMIR, G.; WUTZLER, T.; HILDEBRANDT, A. Throughfall spatial patterns translate into spatial patterns of soil moisture dynamics – empirical evidence. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 27, p. 2899–2918, 2023. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/27/2899/2023/>. Acesso em: 17 ago. 2024.

FLORES, J.; JURADO, E. Are nurse-protégé interactions more common among plants from arid environments? **Journal of Vegetation Science**, v. 14, n. 6, p. 911–916, 2003. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1654-1103.2003.tb02225.x>. Acesso em: 31 maio. 2024.

FREIRES, A. L. A.; NASCIMENTO, L. V.; ALVES, T. R. C.; BOTREL, R. T.; MACHADO, F. S.; AMBRÓSIO, M. M. Q. Rizóbios e adubação nitrogenada na produção de mudas de *Mimosa tenuiflora* (WILLD.) POIR. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 2, p. 160–173, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/47703>. Acesso em: 26 maio. 2022.

GENG, G.; CAKMAK, I.; REN, T.; LU, Z.; LU, J. Effect of magnesium fertilization on seed yield, seed quality, carbon assimilation and nutrient uptake of rapeseed plants. **Field Crops Research**, v. 264, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2021.108082>. Acesso em: 19 ago. 2024.

LAINE, B; LUCENA, DS; TAVARES, FM; SAMPAIO, EVSB; LUCENA, MFA; ALMEIDA-CORTEZ, JS. Guia de Plantas Herbáceas da Fazenda Tamanduá, Paraíba. **Avis Brasilis Editora**, 2017. Acesso em: 22 ago. 2024.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; JUNIOR, T. E. L. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of Northeastern Brazil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 140-146, 2005. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/160/o/19_Leal_et_al.pdf. Acesso em: 22 maio. 2022.

LEITE, M. J. H.; BAKKE, O. A. Uso de coprodutos da extração de vermiculita na produção de mudas de faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl.). **Holos**, v. 3, p. 70– 80, 2018. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/5863>. Acesso em: 20 maio. 2022.

LPWG. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. *Taxon*, v. 66, p. 44-77, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.12705/661.3> Acesso em 16 set. 2024

LIMA, E. N.; ARAÚJO, E. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERRAZ, E. M. N.; SILVA, K. A.; PIMENTEL, R. M. M. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da Caatinga. **Revista de Geografia**, v. 24, n. 1, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228684>. Acesso em: 30 maio. 2022.

LIMA, J. R.; SILVA, R. G.; TOMÉ, M. P.; NETO, E. P. S.; QUEIROZ, R. T.; BRANCO, M. S. D.; MORO, M. F. Fitossociologia dos componentes lenhoso e herbáceo em uma área de

caatinga no Cariri Paraibano, PB, Brasil. **Hoehnea**, v. 46, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-79/2018>. Acesso em: 26 maio. 2022.

LINDSTRÖM, K.; MURWIRA, M.; WILLEMS, A.; ALTIER, N. The biodiversity of beneficial microbe-host mutualism: the case of *Rhizobia*. **Research in Microbiology**, v. 161, p. 453-463, 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20685242/>. Acesso em: 27 maio. 2022.

LUDWIG, F.; KROON, H.; PRINS, H. H.T.; BERENDSE, F. Effects of nutrients and shade on tree-grass interactions in an East African savanna. **Journal of Vegetation Science**, v. 12, n. 4, p. 579-588, 2001. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/3237009>. Acesso em: 27 maio. 2022.

LUNA, A. A.; OLIVEIRA, P. R.; COSTA, F. J.; BARBOSA, E. M.; ALVES, L. S.; SANTOS, M. A. Levantamento florístico e fitossociológico em área de caatinga manipulada durante o período chuvoso. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 41-49, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132039/1/Levantamento-floristico.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MAIA, G. N. Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades. **D & Z Computação Gráfica e Editora**, São Paulo, p. 413, 2004.

MALHOTRA, H.; SHARMA, S.; PANDEY, R. Nutrição de fósforo: crescimento vegetal em resposta à deficiência e ao excesso. In: HASANUZZAMAN, M.; FUJITA, M.; OKU, H.; NAHAR, K.; HAWRYLAK-NOWAK, B. (Eds.). **Nutrientes vegetais e tolerância ao estresse abiótico**. Cingapura: Springer, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-9044-8_7. Acesso em: 19 ago. 2024.

MAYA-LASTRA., C.A.; TORRES, D.S.C.; CORDEIRO, I.; SILVA, O.L.M. **Cnidocolus in Flora e Funga do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB17494>. Acesso em: 20 jun. 2022

MARASCHIN-SILVA, F.; SCHERER, A.; BAPTISTA, L. R. M. Diversidade e estrutura do componente herbáceo-subarbusitivo em vegetação secundária de Floresta Atlântica no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 1, p. 53-65, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1044>. Acesso em: 27 maio. 2022. Acesso em: 27 maio. 2022.

MARINHO, F. P.; MAZZOCHINI, G. G.; MANHÃES, A. P.; WEISSER, W. W.; GANADE, G. Effects of past and present land use on vegetation cover and regeneration in a tropical dryland forest. **Journal of Arid Environments**, v. 132, p. 26-33, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014019631630074X#preview-section-references>. Acesso em: 19 set. 2024.

MEDEIROS, J. A.; ALOUFA, M. A. I. Revegetação de área em processo de desertificação com a Faveleira (*Cnidocolus quercifolius* Pohl) no município de São José do Seridó/RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, n. 04, p. 1158- 1175, 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/232968/26932>. Acesso em: 27 maio. 2022.

MEDEIROS, J. A.; OLIVEIRA, V. P. V. A importância da faveleira na conservação da caatinga: uma análise após o ciclo de secas 2012-2018 em área em processo de desertificação. **Geotema**, v. 10, n. 2, p. 06–24, 2020. Disponível em: <http://periodicos.apps.uern.br/index.php/GEOTemas/article/view/2375>. Acesso em: 28 maio. 2022.

MEDEIROS, R. M. T.; FIGUEIREDO, A. P. M.; BENÍCIO, T. M. A.; DANTAS, F. P. M.; RIET-CORREA, F. Teratogenicidade das sementes de *Mimosa tenuiflora* em ratas prenhes. Intoxicações por plantas em ruminantes e eqüídeos no sertão Paraibano. **Revista Toxicologia**, v. 51, n. 6, p. 316–319, 2008. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18078971/>. Acesso em: 28 maio. 2022.

MELO, A. L.; SALES, M. F. O gênero *Cnidocolus* Pohl (Crotonoideae- Euphorbiaceae) no Estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 3, p. 806–827, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/j/abb/a/7TxXfntwzYMLnkznpGbNwHn/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 28 maio. 2022.

MITCHELL, R. J.; KEITH, A. M.; POTTS, J. M.; ROSS, J.; REID, E.; DAWSON, L. A. Overstory and understory vegetation interact to alter soil community composition and activity. **Plant and Soil**, v. 352, n. 1–2, p. 65–84, 2012. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-011-0980-y>. Acesso em: 31 maio. 2022.

MIKOLA, J. T., SILFVER, T. H., & ROUSI, M. Mountain birch facilitates Scots pine in the northern tree line – does improved soil fertility have a role? **Plant and Soil**, 423(1-2), 205–213, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3517-1>. Acesso em 16 set. 2024

MIYAZAWA, Y.; TATSUYA, S.; KIKUZAWA, K.; OTSUKI, K. The light environment, morphology and growth of the early successional tree species *Litsea citriodora*. **Forest Ecology and Management**, v. 236, n. 2, p. 251–258, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.09.010>. Acesso em: 31 maio. 2022.

MOLINA, A.; KRAMER, K.; ROBERTS, C.; MCCLELLAN, J.; MOORE, J. Higher soil moisture increases microclimate temperature buffering in temperate broadleaf forests. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 275, p. 129–140, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2019.01.017>. Acesso em: 16 ago. 2024.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; ARAÚJO, G. G. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, G. C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 4111, n. 11, p. 1643–1651, 2006. Disponível em: DOI: 10.1590/S0100-204X2006001100011. Acesso em: 28 maio. 2022.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, G. R. A. Consumo e desempenho de vacas guzerá e girolando na caatinga do sertão pernambucano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, 2007. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/192>. Acesso em: 25 maio. 2022.

MOUSTAKAS, A., DALIAKOPOULOS, I. N.; BENTON, T. G. Data-driven competitive facilitative tree interactions and their implications on nature-based solutions. **Science of The Total Environment**, v. 651, p. 2269–80, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971833818X>. Acesso em: 31 maio. 2022.

NIPPERT, J. B.; KNAPP, A. K.; BRIGGS, J. M. Intra-annual rainfall variability and grassland productivity: can the past predict the future? **Plant Ecology**, v. 184, p. 65- 74, 2006. Disponível em: <https://www.k-state.edu/ecophyslab/pdfs/Nippert%20et%20al.%20Plant%20Ecology%202006.pdf>. Acesso em: 30 maio. 2022.

OLIVEIRA, D. G.; PRATA, A. P.; FERREIRA, R. A. Herbáceas da Caatinga: composição florística, fitossociologia e estratégias de sobrevivência em uma comunidade vegetal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 8, n. 4, p. 623-633, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i4a2682>. Acesso em: 24 jun. 2024.

OLIVEIRA, E.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; LUCIA, R. M. D.; LADEIRA, A. M.; CARNEIRO, A. C. O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, v. 30, n. 2, p. 311-318, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200018>. Acesso em: 20 maio. 2022.

PATERNI, G. B.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; GANADE, G. Species-specific facilitation, ontogenetic shifts and consequences for plant community succession. **Journal of Vegetation Science**, v. 27, n. 3, p. 606–615, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jvs.12382>. Acesso em: 30 maio. 2022.

PEREIRA, V. L. A.; ALVES, F. A. L.; SILVA, V. M.; OLIVEIRA, J. C. V. Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 96-101, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/2122>. Acesso em: 25 maio. 2022.

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. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234149091_Woody_Plant_Diversity_Evolution_and_Ecology_in_the_Tropics_Perspectives_from_Seasonally_Dry_Tropical_Forests. Acesso em: 19 set. 2024.

PIMENTEL, L. A.; CORREA, F. R.; GARDNER, D.; PANTER, K. E.; DANTAS, A. F. M.; MEDEIROS, R. M. T.; MOTA, R. A.; ARAUJO, J. A. S. *Mimosa tenuiflora* como causa de malformações em ruminantes no semiárido nordestino. **Patologia Veterinária**, v. 44, n. 6, p. 928-931, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1354/vp.44-6-928>. Acesso em: 25 maio. 2022.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da Caatinga**, Feira de Santana, Universidade Estadual de Feira de Santana, p. 914, 2009. Disponível em:

<https://pt.scribd.com/doc/85401660/51116479-QUEIROZ-2009-Leguminosas-Da-Caatinga>. Acesso em 24 set. 2024.

QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. **Diversity and evolution of flowering plants of the caatinga domain**. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Eds.). *Caatinga: the largest tropical dry region in South America*. Cham: Springer, 2017. p. 23-64. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/322375655_Diversity_and_Evolution_of_Flowering_Plants_of_the_Caatinga_Domain. Acesso em 16 set. 2024.

REIS, A. M. S.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N.; MOURA, A. N. Inter-annual variations in the floristic and population structure of an herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 3, p. 497-508, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbb/a/cZcdvkSkvS8dqD3HbmRz4GK/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 01 jun. 2022.

RIBEIRO, D. A.; MACÊDO, D. G.; OLIVEIRA, L. G. S.; SARAIVA, M. E.; OLIVEIRA, S. F.; SOUZAI, M. M. A.; MENEZES, R. A. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em uma área de Caatinga no estado do Ceará, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_059. Acesso em: 23 maio. 2022.

RIBEIRO-FILHO, J. C.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. A.; BRASIL, J. B.; ARAÚJO-NETO, J. R. Produtividade de fitomassa herbácea em diferentes manejos no semiárido cearense. **Revista Agro@mbiente**, v. 9, n. 4, p. 386-396, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i4.3037>. Acesso em: 27 maio. 2022.

RONQUIM, C. C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (**Embrapa Monitoramento por Satélite. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8**). ISSN 1806-3322. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/889326/conceitos-de-fertilidade-do-solo-e-manejo-adequado-para-as-regioes-tropicais>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SALES, F. C. V. **Revegetação de área degradada da caatinga por meio da semeadura ou transplântio de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica**. 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Sistemas Agrossilvipastoris no Semi-Árido, Patos, Paraíba, 2008. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3540>. Acesso em: 31 maio. 2022.

SANTOS-SILVA, J.; SIMON, M. F.; TOZZI, A. M. G. D. A. Revisão taxonômica das espécies de *Mimosa* ser. *Leiocarpae sensu lato* (Leguminosae - Mimosoideae). **Rodriguésia**, v. 66, n. 1, p. 95–154, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566107>. Acesso em: 31 maio. 2022.

SILVA, B. L. R.; TAVARES, F. M.; CORTEZ, J. S. A. Composição florística do componente herbáceo de uma área de Caatinga - Fazenda Tamanduá, Paraíba, Brasil. **Revista de Geografia**, v. 29, n. 3, p. 54-64, 2012. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228960>. Acesso em: 26 maio. 2024.

SILVA, K. A. **Caracterização florística e fitossociológica do componente herbáceo ocorrente em áreas da caatinga do cristalino e sedimentar no município de Petrolândia, PE**. 2004. 80p. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, PE, 2004.

SIZENANDO-FILHO, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; DINIZ-FILHO, E. T.; FREITAS, R. A. C. Estudo florístico e fitossociológico da flora herbácea do município de Messias Targino, RN/PB. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, 2007. Disponível em: <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/estudofloristicoefitossociolog5181795bb14d9.pdf>. Acesso em: 26 maio. 2022.

SOUZA, R. S. O.; ALBUQUERQUE, U. P.; MONTEIRO, J. M.; AMORIM, E. L. C. Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora* [Willd.] Poir.): a review of its traditional use, phytochemistry and pharmacology. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, n. 5, p. 937-947, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000500010>. Acesso em: 22 maio. 2022.

SYLLA, S. N.; NDOYE, I.; GUEYE, M.; BA, A. T.; DREYFUS, B. Estimates of biological nitrogen fixation by *Pterocarpus lucens* in a semi-arid natural forest park in Senegal using ¹⁵N natural abundance method. **African Journal of Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 50–56, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237204175_Estimates_of_biological_nitrogen_fixation_by_Pterocarpus_lucens_in_a_semi_arid_natural_forest_park_in_Senegal_using_15_N_natural_abundance_method. Acesso em: 31 maio. 2022. Acesso em: 01 jun. 2022.

TENAW, B. T.; GODE, T. B.; MOLLA, L. E.; WOLDEMARIAM, Z. A. Topography and soil variables drive the plant community distribution pattern and species richness in the Arjo-Diga Forest in Western Ethiopia. **PLOS ONE**, v. 19, n. 8, e0307888, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0307888>. Acesso em: 19 ago. 2024.

TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de; SILVA, D. M. N. da; FÁVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 292-300, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200006>. Acesso em: 26 maio. 2022.

VALE, L. V.; ARAÚJO FILHO, J. Á; ARRUDA, F.A.V.; SERPA, M. B. M. Valor forrageiro da vagem de jurema preta. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Camboriú, vol. 22, p. 237, 1985. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/515086/1/RACValornutritivo.pdf>. Acesso em: 24 maio. 2022.

VALIENTE-BANUET, ALFONSO; VERDÚ, MIGUEL. Facilitation can increase the phylogenetic diversity of plant communities. **Ecology Letters**, v.10, p. 1029–1036, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01100.x>. Acesso em: 01 jun. 2022.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p. Disponível

em: https://jbb.ibict.br/bitstream/1/397/1/1991_classificacaovegetal_Velloso1991.pdf. Acesso em: 23 maio. 2022.

VIEIRA, I. R., ARAÚJO, F. S.; ZANDAVALLI, R. B. Shrubs promote nucleation in the Brazilian semi-arid region. **Journal of Arid Environments**, v. 92, p. 42–5, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/63156/1/2013_art_irvieira.pdf. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2013.01.009>. Acesso em: 16 jun. 2022.

XIONG, Y.; XIA, H.; LI, Z.; CAI, X.; FU, S. Impacts of litter and understory removal on soil properties in a subtropical *Acacia mangium* plantation in China. **Plant and Soil**, v. 304, n. 1/2, p. 179–188, 2008. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/42951818>. Acesso em: 01 jun. 2022.

YANG, L.; REN, H.; LIU, N.; WANG, J. The shrub *Rhodomyrtus tomentosa* acts as a nurse plant for seedlings differing in shade tolerance in degraded land of South China. **Journal of Vegetation Science**, v. 21, p. 262–272, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01140.x>. Acesso em: 21 ago. 2024.

ZHANG, H. Y.; LU, X.; KNAPP, A. K.; HARTMANN, H.; BAI, E.; WANG, X.; WANG, Z.; WANG, X.; YU, Q.; HAN, X. Facilitation by leguminous shrubs increases along a precipitation gradient. **Functional Ecology**, v. 32, n. 1, p. 203-213, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12941>. Acesso em: 31 jun. 2024.

VASCONCELLOS, V. M. N.; Método para a classificação da permeabilidade de copa de árvores. **VIRUS**, São Carlos, n. 20, 2020. [online]. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus20/?sec=4&item=13&lang=pt>. Acesso em: 22 jul. 2024.