

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

MARYANA VITAL COSTA DE OLIVEIRA

**FITOSSOCIOLOGIA, BIOMASSA E APORTE DE N FIXADO EM
ÁREAS DE USO FORRAGEIRO NO BIOMA CAATINGA**

RECIFE

2023

Maryana Vital Costa de Oliveira

Engenheira Agrônoma

**FITOSSOCIOLOGIA, BIOMASSA E APORTE DE N FIXADO EM
ÁREAS DE USO FORRAGEIRO NO BIOMA CAATINGA**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Solo da Universidade
Federal Rural de Pernambuco,
como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Ciência do Solo.

Orientadora: Ana Dolores Freitas Santiago

Coorientador: Josimar Gurgel Fernandes

RECIFE

2023

MARYANA VITAL COSTA DE OLIVEIRA

Fitossociologia, biomassa e aporte de N fixado em áreas de uso forrageiro no Bioma Caatinga

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo.

Profa. Dra. Ana Dolores Freitas Santiago

Universidade Federal Rural de Pernambuco - (Orientadora)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Everardo Valadares de Sá Barreto Sampaio

Universidade Federal de Pernambuco – (Titular)

Dra. Edilândia Farias Dantas

Departamento de Energia Nuclear; Universidade Federal de Pernambuco – (Titular)

Prof. Plínio Barborsa Camargo

Centro de Energia Nuclear na Agricultura; Universidade de São Paulo – (Titular)

A minha querida avó Elizabeth Vital Costa que partiu para o plano de Deus, mas que sempre me incentivou a ir atrás dos meus sonhos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José Helder e Fernanda, por todo apoio e consolo em todos os momentos, principalmente naqueles em que pensei em desistir.

À minha irmã, Maria Luiza, que com palavras de encorajamento me faz acreditar que sou a pessoa mais inteligente do mundo.

Ao grande amor da minha vida, Rennan, por além de amor ser meu melhor amigo. Pela parceria, por noites sem dormir com preocupações e por todas as lágrimas.

A minha orientadora, Ana Dolores, por ir além de uma orientação profissional. Pelo seu olhar clínico com a alma apoiando meu momento pessoal. E encorajando mulheres a irem atrás dos seus sonhos.

Aos meus amigos, Pablo, Andressa e Neto, por todas as nossas viagens, para coleta deste trabalho e pela diversão nos momentos em que tudo parecia dar errado.

Ao meu amigo, Luiz Henrique, que me ajudou na construção das ideias, discussão e dados deste trabalho.

Ao Grupo de Fixação Biológica de Nitrogênio (GFBN), por compartilhar conhecimento.

A todos aqueles que direta ou indiretamente me ajudaram com a execução deste trabalho.

E a Deus, pelo principal, a vida.

Agradeço!

Todas as vitórias ocultam uma abdicação.

(Simone de Beauvoir)

RESUMO

Nas regiões semiáridas do Brasil, a vegetação nativa principal, a Caatinga, é constantemente envolvida em processo de mudança de uso do solo para a inserção da extensa atividade pecuária. A biomassa vegetal pré-existente deste bioma é perdida, juntamente com os nutrientes constituintes do estoque do solo que poderiam integrar a ciclagem natural. Um elemento que está amplamente ligado com o uso deste solo e a ciclagem é o nitrogênio. Objetivou-se estimar o impacto do uso pecuário no aporte de nitrogênio fixado em leguminosas nodulantes em áreas com diferentes coberturas vegetais no Bioma Caatinga. As avaliações foram realizadas em parcelas que compõem a primeira rede de parcelas permanentes para estudos ecológicos em áreas de uso pecuário no Bioma Caatinga (PERENE), nos municípios de Arcoverde e Sertânia em Pernambuco. Foram delimitadas 8 parcelas, sendo 4 parcelas para cada município, com 20 x 20 m, totalizando uma área amostral de 400 m² por parcela, divididas entre duas coberturas vegetais (caatingas abertas e densas) e dois manejos (com e sem exclusão de animais). Dentro das parcelas todas as plantas que apresentaram diâmetro de caule à altura do peito maior ou igual a 3 cm tiveram suas circunferências medidas. Sendo transformados em área basal (AB) e posteriormente em diâmetro à altura do peito (DAP). Também foram determinadas as áreas basais absolutas e as densidades absolutas e relativas, para levantamento florístico e fitossociológico. As estimativas do nitrogênio fixado simbioticamente em leguminosas arbóreas e em leguminosas herbáceas foram feitas a partir da técnica da abundância natural do ¹⁵N e as estimativas de biomassa por equações alométricas usadas para espécies da Caatinga. A flora arbustiva-arbórea destas oito parcelas na Caatinga está representada por 39 espécies distribuídas entre 13 famílias botânicas. Fabaceae representa 76% das espécies identificadas. Os parâmetros fitossociológicos e as biomassas das folhas e totais calculados, apresentaram grande variação. As espécies com potencial para fixação apresentaram proporção de N derivado da atmosfera (%N_{da} < 68 %) e o aporte de N fixado variou entre 0,67 e 9,96 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Palavras-chaves: fitomassa, isótopos, leguminosas nodulantes, fixação simbiótica, pecuária.

ABSTRACT

In the semi-arid regions of Brazil, the main native vegetation, the Caatinga, is constantly involved in a process of land use change for the inclusion of extensive livestock activity. The pre-existing plant biomass of this biome is lost and the constituent nutrients of the soil stock that could integrate natural cycling are also wasted. One element that is largely linked with soil use and cycling is nitrogen. The objective was to estimate the impact of livestock use on the supply of fixed nitrogen in nodulating legumes in areas with different vegetation cover in the Caatinga Biome. The evaluations were carried out in plots that make up the first network of permanent plots for ecological studies in areas of livestock use in the Caatinga Biome (PERENE), in the municipalities of Arcoverde and Sertânia in Pernambuco. Eight plots were delimited, 4 plots for each municipality, with 20 x 20 m, totaling a sample area of 400 m² per plot, divided between two vegetation covers (open and dense caatingas) and two managements (with and without exclusion of animals). Within the plots, all plants that had a stem diameter at breast height greater than or equal to 3 cm had their circumferences measured. Being transformed into basal area (AB) and later into DAP. Absolute basal areas and absolute and relative densities were also determined for a floristic and phytosociological survey. Estimates of symbiotically fixed nitrogen in tree legumes and herbaceous legumes were made using the technique of natural abundance of ¹⁵N and biomass estimates by allometric equations used for Caatinga species. The shrub-tree flora of these eight plots in the Caatinga is represented by 39 species distributed among 13 botanical families. Being the Fabaceae family representing 76% of the identified species. Phytosociological parameters, and leaf biomasses and calculated totals, showed great variation. Species with potential for fixation showed a proportion of N derived from the atmosphere (%N_{da} < 68 %) and the input of fixed N varied between 0,67 and 9.96 kg ha⁻¹ year⁻¹.

Keywords: phytomass, isotopes, nodulating legumes, simbiotic fixation, livestock.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa de localização geográfica dos municípios de Arcoverde e Sertânia.

Figura 2. Imagens aéreas feitas por drone dos municípios de Sertânia e Arcoverde, respectivamente, representando áreas de Caatinga fechada.

Figura 3. Imagens aéreas feitas por drone dos municípios de Sertânia e Arcoverde, respectivamente, representando áreas de Caatinga aberta.

Figura 4. Delimitação das parcelas permanentes para fins de estudo.

Figura 5. Valores mensais da precipitação dos municípios de Arcoverde e Sertânia referentes ao ano de 2021 (IPA, 2021).

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais características edafoclimáticas dos municípios de Arcoverde e Sertânia.

Tabela 2. Atributos físico-químicos das parcelas permanentes instaladas em dois municípios do estado de Pernambuco com dois tipos de cobertura vegetal. Legenda: CA (Caatinga aberta), CD (Caatinga densa)

Tabela 3. Lista das espécies arbustivas-arbóreas inventariadas nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco em áreas de Caatingas abertas e densas. Legenda: CA (Caatinga aberta), CD (Caatinga densa), x presença da espécie na parcela.

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos calculados para os indivíduos arbustivos/arbóreos ($CAP \geq 3$ cm) para a vegetação estudada em áreas de Caatinga abertas e densas, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco. Legenda: NI (números de indivíduos), DR (densidade relativa), ABR (área basal relativa), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 5. Média dos parâmetros fitossociológicos calculados para os indivíduos arbustivos/arbóreos ($CAP \geq 3$ cm) para a vegetação estudada em áreas de Caatinga abertas e densas, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco. Legenda: DA (densidade absoluta), ABA (área basal absoluta), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 6. Biomassa de folhas e biomassa aérea total de espécies leguminosas e não leguminosas inventariadas em áreas de Caatinga aberta e densa com e sem a exclusão do pastejo de animais no município de Sertânia, Pernambuco. Legenda: CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 7. Biomassa de folhas e biomassa aérea total de espécies leguminosas e não leguminosas inventariadas em áreas de Caatinga aberta e densa com e sem a exclusão do pastejo de animais no município de Arcoverde, Pernambuco. Legenda: CACP (Caatinga

aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 8. Média das biomassas foliar e total calculados para a vegetação estudada em áreas de Caatinga abertas e densas, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco com a influência do pastejo, CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 9. Valores mínimos (MI), máximos (MA) e médios (ME) de $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ em espécies fixadoras (LF) e não fixadoras (R) e nitrogênio derivado da atmosfera ($\% \text{N}_{\text{dda}}$) em leguminosas em áreas de Caatinga sob pastejo no município de Arcoverde-PE. Legenda: n (número de indivíduos amostrados), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo), LF (leguminosa fixadora), R (Referência).

Tabela 10. Valores mínimos (MI), máximos (MA) e médios (ME) de $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ em espécies fixadoras (LF) e não fixadoras (R) e nitrogênio derivado da atmosfera ($\% \text{N}_{\text{dda}}$) em leguminosas em áreas de Caatinga sob pastejo no município de Sertânia-PE. Legenda: n (número de indivíduos amostrados), CDCP (Caatinga densa com pastejo), LF (leguminosa fixadora), R (Referência).

Tabela 11.Quantidades de N total em folhas de espécies arbustivas-arbóreas de leguminosas fixadoras e não- fixadoras e não leguminosas e quantidade de N fixado em folhas de leguminosas fixadoras em áreas de caatinga aberta e densa no município de Arcoverde, sob a influência do pastejo. Legenda: CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Tabela 12. Quantidades de N total em folhas de espécies arbustivas-arbóreas de leguminosas fixadoras e não- fixadoras e não leguminosas e quantidade de N fixado em folhas de leguminosas fixadoras em área de caatinga densa no município de Sertânia, sob a influência do pastejo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1.1 Hipóteses	15
1.2 Objetivos	15
1.2.1 Objetivo geral	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Análises das pastagens brasileiras.....	16
2.2 Caracterização das pastagens na região semiárida nordestina	17
2.3 Fixação Biológica de Nitrogênio.....	18
2.4 Fixação biológica de nitrogênio em pastagens.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1 Localização e descrição das áreas de estudo e desenho experimental	22
3.2 Amostragens, coleta de material e preparo das amostras para análise	27
3.3 Estimativa da Biomassa de folhas e biomassa aérea total.....	28
3.4 Estimativa do N fixado simbioticamente em leguminosas arbóreas, quantificação do N na biomassa foliar e % do N derivado da atmosfera (%N _{dda})	29
3.5 Análise de dados	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Levantamento florístico e fitossociológico	30
4.1.2 Biomassa de folhas e Biomassa Total	39
4.1.3 Abundância natural de ¹⁵ N e %N _{dda}	48
4.1.4 N total nas folhas e N fixado.....	51
5. CONCLUSÕES.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

INTRODUÇÃO

Nas regiões semiáridas do Brasil, a vegetação nativa principal, a caatinga, é constantemente envolvida em processo de mudança de uso do solo para a inserção da extensa atividade pecuária. Em sistemas agrícolas de subsistência, como aqueles praticados no Semiárido brasileiro, o uso indiscriminado destes solos vem aumentando com o passar dos anos. Apesar da ocorrência de várias famílias botânicas na caatinga, a vegetação é composta por diversas espécies de plantas da família das leguminosas. Estas plantas são fontes de nitrogênio para o solo e favorecem o crescimento de gramíneas. Além disso, seu consumo direto é utilizado como fonte de proteína para o pasto.

A retirada da vegetação nativa ou o aproveitamento da mesma para o consumo intensivo do pasto vêm causando a perda da vegetação natural na Caatinga. A biomassa vegetal pré-existente deste bioma é perdida e os nutrientes constituintes do estoque do solo que poderiam integrar a ciclagem natural também são desperdiçados. Um elemento que está amplamente ligado com o uso deste solo e a ciclagem é o nitrogênio (N). O N é um elemento de suma importância no ambiente de pastagem, pois está intimamente ligado ao vigor e ao desenvolvimento das espécies vegetais pertencentes a este ambiente.

Embora o N seja um elemento presente de maneira significativa na atmosfera, as suas formas disponíveis no solo para a absorção das plantas, dependem de transformações realizadas por grupos de micro-organismos procaríotos como as bactérias diazotróficas ou de maneira química com o uso de fertilizantes agrícolas. O seu ciclo biogeoquímico depende do conjunto de fatores abióticos e bióticos. Sua dinâmica no sistema solo é complexa e envolve processos de transformações pela microbiota do solo que podem produzir formas minerais que podem ser facilmente perdidas por volatilização, lixiviação ou desnitrificação. Solos ocupados por pastagens nativas apresentam problemas de fertilidade natural. Desta maneira, suas formas disponíveis no solo tornam-se limitada em áreas de Caatinga.

Em um cenário global e atual os fertilizantes têm onerado o custo de produção. A adubação não é uma prática rotineira adotada pelos produtores nas pastagens do Semiárido. Além do alto custo, o mercado brasileiro depende da importação de fertilizantes primários, por isso é de se esperar problemas associados aos baixos níveis de produtividade e qualidade. A busca incessante de alternativas viáveis e menos onerosas,

traz em pauta um processo natural de grande importância para a agropecuária, a fixação biológica de nitrogênio (FBN).

Manter a população e a produção de plantas na Caatinga requer um longo período de tempo. Condições climáticas e nutricionais dos solos na Caatinga interferem de maneira direta na manutenção desta vegetação. Em ecossistemas naturais encontrar metodologias que não destruam e nem introduzam material vegetal torna-se imprescindível. Apesar de ser um processo conhecido mundialmente, ainda são escassos os estudos da quantidade de aporte de N em áreas destas florestas secas. Dessa forma, estimar a quantidade de nitrogênio aportado pelo processo de FBN, que pode ser variável de acordo com diversos fatores bióticos e abióticos, desempenha papel crucial na tomada de decisão acerca do manejo utilizado. A metodologia mais indicada para estimar a FBN é a técnica da abundância natural do ^{15}N . Esta técnica é baseada na diferença da abundância natural do isótopo ^{15}N entre o N do solo e o atmosférico.

O Bioma Caatinga é exclusivamente brasileiro e pouco estudado. O grande desafio da pecuária no Semiárido é utilizar os recursos da caatinga preservando sua sustentabilidade. Por isso, desenvolver estudos nesta área, principalmente aqueles que envolvem pesquisas de longa duração, serve para explorar as potencialidades do Semiárido de forma sustentável e economicamente viável, compreendendo a grande diversidade edafoclimática, de tipos de cobertura vegetal e de manejo da caatinga dessa região.

As coletas e estimativas de dados efetuadas nesse trabalho irá compor um banco de dados que subsidiará um repositório de informações sobre os aportes de N por meio da simbiose leguminosa e rizóbios e ciclagem de nutrientes na Caatinga, em especial em áreas utilizadas como recurso forrageiro para a pecuária. Estas informações permitirão fornecer uma visão dos fluxos biogeoquímicos e estoques de biomassa total e forrageira no Semiárido de Pernambuco. Além disso, servirá como base para entender como a atividade pastoreira e seu manejo reflete nas dinâmicas naturais de pastagens nativas e cultivadas no Semiárido nordestino.

1.1 Hipóteses

A vegetação, o estoque de biomassa vegetal e as quantidades de N fixadas em áreas de caatinga são influenciadas pela presença ou ausência de pastejo;

Áreas nativas sem a atividade pecuária apresentam maior aporte de N por meio do processo de fixação biológica.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Comparar as quantidades de nitrogênio fixado em leguminosas nodulantes em áreas com cobertura de caatinga fechada e de caatinga aberta, submetidas a situações de pastejo ou de exclusão de animais.

1.2.2 Objetivos específicos

Fazer levantamento fitossociológico e estimativas da produção de biomassa vegetal em áreas de caatinga fechada e aberta com e sem pastejo;

Estimar as proporções e quantidades de N fixado em leguminosas arbóreas em áreas de caatinga fechada e aberta com e sem pastejo;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Análises das pastagens brasileiras

Historicamente, regiões de fronteira tiveram a pecuária como atividade precursora de ocupações, apoiada no uso da terra e dos recursos naturais (BARCELLOS et al., 2008) como uma reserva de capital ao invés de uma prática econômica que estimulasse desenvolvimento e tecnologia. (MARTHA JR. et al., 2006). Na década de 1970, a pecuária nacional viveu instabilidades econômicas e políticas e os grandes produtores enxergaram nas pastagens um ambiente seguro em função do baixo custo (BARIONI et al., 2003), além de assegurar a posse dessas grandes extensões de terra (DIAS-FILHO, 2011). Esta visão propôs mudanças no modelo de exploração pecuária, tornando as pastagens o principal meio de produção da pecuária (BARCELLOS et al., 2008). Segundo Almeida (2014), as pastagens constituem fonte de alimento volumoso que oferece os nutrientes necessários para um bom desempenho animal.

O Brasil é um país que possui uma vasta extensão territorial e um clima cujas condições favorecem o crescimento de plantas herbáceas, que são utilizadas no desenvolvimento das atividades rurais (ALMEIDA, 2014). Nos últimos anos, as regiões brasileiras ampliaram a taxa de lotação de suas pastagens e a sua dinâmica se deve ao aumento generalizado da produtividade da atividade pecuária, principalmente das áreas de pastagens remanescentes. (DIAS-FILHO, 2014)

As últimas estimativas do Censo Agropecuário Brasileiro (IBGE, 2017) apontam que a área total de pastagens (naturais e plantadas) no Brasil é de 149,7 milhões de hectares. Comum cenário de constante crescimento, a pecuária se tornou uma das atividades mais importantes do agronegócio nacional – em 2019, representou 6,8% do PIB brasileiro, tendo o ramo pecuário uma participação de 31,9% do PIB total do agronegócio (CEPEA, 2020). Além disso, a atividade pecuária brasileira possui destaque por representar o maior rebanho comercial mundial, ser o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina (CARVALHO et al., 2017)

Apesar da vasta extensão territorial e dos números promissores, estima-se que de 50% a 70% das pastagens no Brasil apresentam algum grau de degradação (DIAS-FILHO, 2011), entendendo como degradadas aquelas pastagens que apresentam queda

contínua de sua produtividade (COSTA, 2009). O principal motivo da degradação de pastagens é o impacto humano direto sob o gerenciamento inapropriado das pastagens, especialmente o uso sistemático da taxa de lotação animal que vai além da capacidade da regeneração das áreas do pisoteio (FAO, 2009). Dias-Filho (2011) ainda aponta ausência de adubações periódicas, as falhas no estabelecimento da pastagem e os problemas bióticos, como outras causas importantes na degradação desse uso da terra. Ainda segundo o mesmo autor, nas regiões onde se concentra a fronteira agrícola do país (Norte, Nordeste e Centro-Oeste), o problema seria maior; sendo intermediário na região Sudeste e menor na região Sul. Euclides (2011) observou exemplo de lotação elevada e ausência de adubação de manutenção como fatores determinantes para a degradação das pastagens.

Identificar as causas de degradação e reparar com práticas alternativas e sustentáveis é fundamental para recuperar as pastagens, mantendo-as produtivas (DIAS-FILHO, 2011a).

2.2 Caracterização das pastagens na região semiárida nordestina

Com uma área de 1.127.953 km², que corresponde a 13,25% do território nacional e abrangendo 1.262 municípios, o Nordeste brasileiro é ocupado por cerca de 70% de região semiárida (IBGE, 2019). A principal cobertura vegetal no Semiárido é a caatinga, ocupando aproximadamente 80% dessa área (ALTHOFF et al., 2016).

Altas temperaturas, baixa precipitação pluvial, recursos hídricos escassos, solos pouco intemperizados e baixa produção de biomassa vegetal são fatores que caracterizam a região semiárida do Nordeste brasileiro (MAIA et al., 2006). Esses fatores edafoclimáticos desfavoráveis, associados às práticas agropecuárias extrativistas, aceleram o processo de degradação dos solos e alteram a biodiversidade nativa (MAIA et al., 2006; CARDOSO et al., 2015; SANTOS et al., 2019). A intensidade dessas mudanças está relacionada ao tipo de manejo utilizado (MEDERIOS et al., 2020), que no Semiárido brasileiro é baseado na retirada da vegetação nativa (caatinga) para introdução de pastagens, afetando a dinâmica físico-química e biológica dos solos (SOUSA et al., 2012). Como as lavouras são mais vulneráveis às limitações ambientais, a pecuária, sobretudo a criação de ruminantes, assume extrema importância para região semiárida do Nordeste brasileiro (NÓBREGA et al., 2011)

O maior rebanho de caprinos e ovinos do Brasil está inserido no Nordeste, com cerca de 8,91 e 11,16 milhões de cabeças, correspondendo a 92,7% e 60,6% do rebanho nacional, respectivamente (IBGE, 2015). Na bovinocultura de leite, a região corresponde por 13,2% da atividade pecuária (FERREIRA & URBANO, 2013). A fonte primária de alimento para os animais criados em regiões semiáridas do Nordeste do Brasil são as pastagens nativas (MARQUES et al., 2014). As pastagens nativas suportam bovinos, caprinos e ovinos, mas a capacidade de suporte das mesmas varia e em quase todas as propriedades, a capacidade de suporte vem sendo ultrapassada (GIULIETTI et al, 2004).

No período de 4 a 6 meses, a região apresenta uma estação úmida, na qual as pastagens são abundantes e de boa qualidade nutritiva com maior produção de biomassa de forragem; entretanto, na estação seca, que dura de 6 a 8 meses, há redução na disponibilidade e qualidade da forragem, implicando em uma redução na capacidade de suporte destas pastagens (ARAÚJO FILHO et al., 1998). A vegetação nativa do Semiárido é bem diversificada, com muitas espécies forrageiras nos três estratos: herbáceo, arbustivo e arbóreo. As espécies da Caatinga participam significativamente da dieta dos ruminantes domésticos. Durante o período chuvoso as gramíneas e dicotiledôneas herbáceas fazem parte da dieta dos ruminantes, à medida que a estação seca progride e com o aumento da disponibilidade de folhas secas de árvores e arbustos, estas espécies se tornam cada vez mais importantes na dieta, principalmente dos caprinos (ARAÚJO FILHO et al., 1995; PEREIRA FILHO et al., 2013).

Embora a seca seja frequente nas áreas semiáridas, diminuindo a disponibilidade de forragem, tradicionalmente há ainda a falta de planejamento dos produtores nordestina da criação animal. Enriquecer a pastagem nativa com o uso de espécies adaptadas às condições de caatinga e com alto potencial forrageiro através da formação dos pastos cultivados, adaptados às condições de seca são práticas que aumentariam a oferta de nutrientes para os animais (ALVES et al., 2014). Porém, tradicionalmente, as pastagens nativas não são manejadas e a sustentabilidade das mesmas depende da capacidade natural de aporte de biomassa e N, assim como das características de ciclagem e armazenamento de água e nutrientes de cada ambiente.

2.3 Fixação Biológica de Nitrogênio

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o segundo processo biológico mais importante do planeta. Estimativas apontam que cerca de 175 milhões toneladas de N₂ são fixadas por ano nos ecossistemas terrestres através de micro-organismos fixadores de nitrogênio (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Segundo Peoples e Craswell (1992) a FBN é a principal via de aporte de N atmosférico no sistema solo-planta. Esse processo natural é realizado por diferentes grupos filogenéticos de micro-organismos procariotos (REIS et al., 2006), que compreende a ação de bactérias e arqueias (CANFIELD et al., 2010). Esses micro-organismos têm vida livre nos solos (WURZBURGER et al., 2012) ou formam nódulos radiculares através de associações simbióticas (leguminosa-rizóbio) (ASHWORTH et al., 2015). São conhecidos como diazotróficos, pois detêm um complexo enzimático denominado nitrogenase capaz de promover a quebra da ligação tripla do azoto presente na atmosfera em formas assimiláveis pelas plantas (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). De maneira geral, a nitrogenase catalisa a redução do dinitrogênio (N²) em amônia (NH³⁺), que é protonado para formar NH⁴⁺ (IPATA et al., 2015; KEUTER et al., 2014).

As leguminosas assumem papel de destaque por formarem associações com bactérias fixadoras de N com formação de estruturas especiais, os nódulos formados pela planta hospedeira, resultando no aporte de quantidades expressivas de N no sistema solo-planta (TERRA et al., 2019). Já os diazotróficos de vida livre fixam o N² para a produção da sua própria biomassa, que posteriormente será mineralizada, tornando o N disponível para as plantas. (KENNEDY E TCHAN, 1992).

Leguminosas podem garantir um aporte de N para as gramíneas, por meio da transferência do N biologicamente fixado (PEREIRA, 2002). Essa transferência pode ser feita de maneira direta, pela liberação de produtos nitrogenados pelas raízes, através das hifas micorrízicas e também por reabsorção do N volatilizado ou lixiviado das folhas das leguminosas. Por forma indireta, a transferência pode ocorrer por meio da senescência de raízes e nódulos ou pela decomposição da liteira e fezes e urina dos animais (CANTARUTTI & BODDEY, 1997). Estudo desenvolvido por Corrêa et al. (2014) observou que 54% do acúmulo de N no sistema de consórcio de milho com crotalária foi obtido através da FBN.

Como a FBN contribui significativamente na nutrição nitrogenada, é importante adotar metodologias para estimar quantidade de N fixado em plantas fixadoras e não

fixadoras (VINCENT et al., 1982; HARDARSON et al., 1984). Por isso, a técnica da abundância natural de ^{15}N tem sido utilizada na estimativa da contribuição da FBN associada a plantas leguminosas e não leguminosas (HÖGGER, 1997). O princípio em que se baseia a técnica é o de que o N-total do solo tende a ser mais enriquecido em ^{15}N do que o N das camadas de serapilheira e/ou o nitrogênio contido nos tecidos de plantas (HÖGGER et al., 1996).

2.4 Fixação biológica de nitrogênio em pastagens

A FBN vem garantindo o sucesso na manutenção e recuperação de pastagens degradadas (SILVA et al., 2013; APOLINÁRIO et al., 2016). Áreas com pastos nativos, que tiveram seus estoques de N diminuídos através da biomassa vegetal que foi consumida pelo animal ou através da queima das espécies para o desmatamento, podem repor este elemento através da FBN (FREITAS et al., 2015). A simbiose entre rizóbios e leguminosas consorciadas com gramíneas forrageiras nos sistemas silvipastoril vem aumentando o estoque de nitrogênio nos solos (ASHWORTH et al. 2015; XAVIER et al., 2011). Estima-se que o consórcio de leguminosas arbóreas com pastagens pode fixar até 108 kg ha^{-1} de N por ano (APOLINÁRIO et al., 2015). Pastos consorciados (leguminosas + gramíneas) estão sendo vistos como um manejo mais sustentável na produção bovina (LUSCHER et al., 2014) pois a introdução de leguminosas soluciona os problemas com a baixa fertilidade em ambientes com gramíneas (ANDRADE et al., 2015).

Silva et al. (2013), em estudo com a inserção de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens*, verificaram aumento significativo dos teores de nitrogênio total da serapilheira. Nas espécies sabiá (*Mimosa caesalpinhiifolia*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), foram encontrados 12,3 e 11,4 g kg^{-1} , respectivamente. Em pastagens naturais, leguminosas espontâneas capazes de realizar FBN contribuem com cerca de 80% de N_{dda}, o que confere aportes de até $6 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}$ (FREITAS et al., 2012).

Silva et al (2010), avaliando a FBN em pastagens com diferentes intensidades de corte, observaram que a contribuição do N acumulado através da FBN por diazotróficos varia entre 10 e 42%, independente da intensidade de corte.

No Semiárido brasileiro, a vegetação nativa (Caatinga) é a principal forma de pasto nativo da extensa atividade pecuária da região. A vegetação atual do Semiárido é um imenso mosaico de pequenas áreas com distintos tempos de regeneração e/ou graus

de pastejo, entre poucas áreas preservadas por tempos superiores a 50 anos (FREITAS et al., 2015). Na Caatinga, Fabaceae é uma das famílias botânicas mais importantes, com 320 espécies, pertencentes a 86 gêneros, e com alto grau de endemismo (Queiroz, 2009), muitas das quais com capacidade de FBN em simbiose com bactérias do grupo dos rizóbios. Apesar disto, o conhecimento sobre a capacidade de nodulação das espécies nativas e, especialmente, sobre as quantidades de N aportadas pela FBN nas diferentes condições edafoclimáticas e de cobertura das pastagens naturais do Bioma Caatinga ainda são escassas. Por outro lado, algumas das espécies nativas e de ocorrência natural com potencial forrageiro já se mostraram capazes de nodular abundantemente em solos do Semiárido, porém a capacidade de FBN depende do tipo de solo (FREITAS et al., 2011).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e descrição das áreas de estudo e desenho experimental

As avaliações foram realizadas em parcelas que compõem a primeira rede de parcelas permanentes para estudos ecológicos em áreas de uso pecuário no Bioma Caatinga (PERENE). As parcelas foram desenhadas com o intuito de serem unidades de estudo de baixa manutenção e de acompanhamento rápido e prático. As mesmas estão instaladas em duas estações experimentais do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizadas nos municípios de Arcoverde e Sertânia (Figura 1). Estas parcelas estão inseridas na região semiárida, englobando geograficamente a mesorregião do Sertão do estado de Pernambuco. As principais características dos municípios encontram-se na tabela 1.

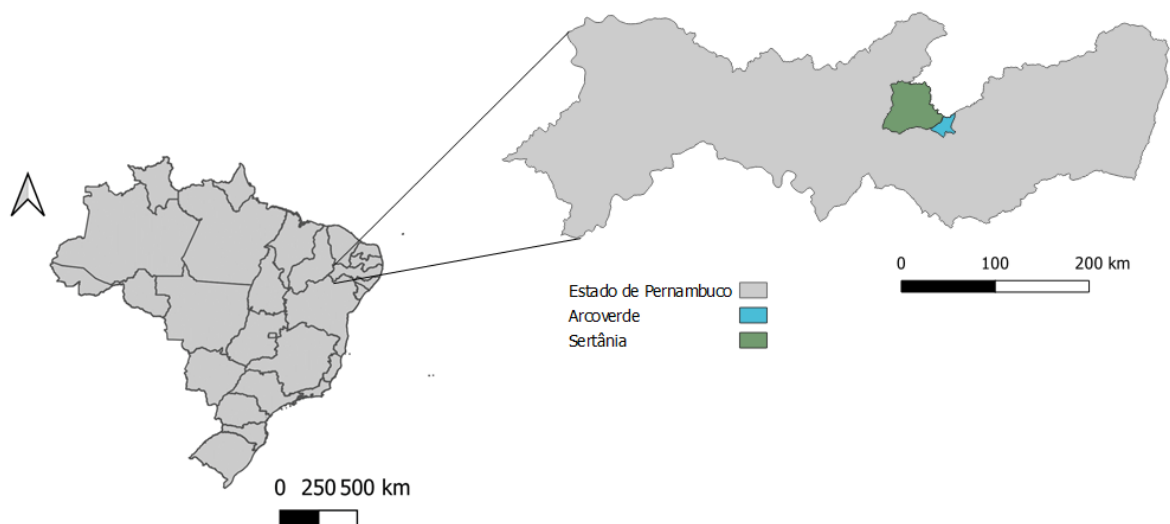


Figura 4. Mapa de localização geográfica dos municípios de Arcoverde e Sertânia

Tabela 1. Principais características edafoclimáticas dos municípios de Arcoverde e Sertânia.

Municípios/Características	Arcoverde	Sertânia
Mesorregião	Sertão	Sertão
Microrregião	Sertão do Moxotó	Sertão do Moxotó
Coordenadas	8°25'15" S 37°03'41" W	8°04'14" S 37°15'57" W
Altitude (m)	730	558
Temperatura média anual (°C)	23,5	25
Precipitação média anual (mm)	798	635
CLIMA (Classificação Köppen)	Tropical com inverno seco	Semiárido quente
Tipo de solo	Neossolo Regolítico	Luvissole crômios

Em cada área, as parcelas permanentes incluem dois tipos de cobertura vegetal que são utilizados para fins pecuários no Bioma: caatinga fechada e caatinga aberta. Dentro de cada tipo de cobertura, foram delimitadas parcelas com pastejo e parcelas com exclusão de animais. Os critérios descritores dos dois tipos de cobertura, de acordo com o Comitê Técnico Científico da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005), foram:

Caatinga fechada – caatinga em avançado estado de crescimento e regeneração e, em vários casos, de sucessão ecológica, com dossel que intercepta mais de 80% da luz solar radiante e que pode ser reconhecido visualmente em imagens de satélite de alta resolução como área com alta densidade de árvores e poucos pontos de solo nu (Figura 2.).



Figura 5. Imagens aéreas feitas por drone dos municípios de Sertânia e Arcoverde, respectivamente, representando áreas de Caatinga fechada.

Caatinga aberta – caatinga com menor densidade de árvores e arbustos e maior cobertura de estrato herbáceo, em estágio inicial/intermediário de regeneração e sucessão ecológica. Esse tipo de formação pode ser derivado de dois cenários: 1) por Nitrogênio simbioticamente fixado em leguminosas em áreas de caatinga pastejada limitação edafoclimática, ou um seja, uma interação de solos pouco férteis e baixa precipitação pluvial que limita o crescimento das plantas; e 2) por ação antrópica, que modificou o equilíbrio biológico, mantendo o sistema em estádios iniciais de sucessão. É difícil distingui-los, mas ambos têm menor biomassa vegetal que a caatinga fechada. (Figura 3.)



Figura 6. Imagens aéreas feitas por drone dos municípios de Sertânia e Arcoverde, respectivamente, representando áreas de Caatinga aberta.

Dentro destas formações vegetais foram delimitadas duas parcelas de 25 x 25 m. Em uma das parcelas o pastejo é permitido e na outra parcela não é permitido, sendo ela cercada para impedir a entrada dos animais e, por este motivo, foram denominadas de parcelas com exclusão. Dentro de cada uma foi separada uma bordadura de 5 m de largura em todo o perímetro, ficando a área útil de estudo com 20 x 20 m, totalizando uma área amostral de 400 m² por parcela. Como foram estabelecidas 8 parcelas, sendo 4 parcelas

para cada município, totaliza-se uma área amostral total de 3200 m² (0,32 ha). O desenho experimental da delimitação destas parcelas pode ser observado na figura 4.

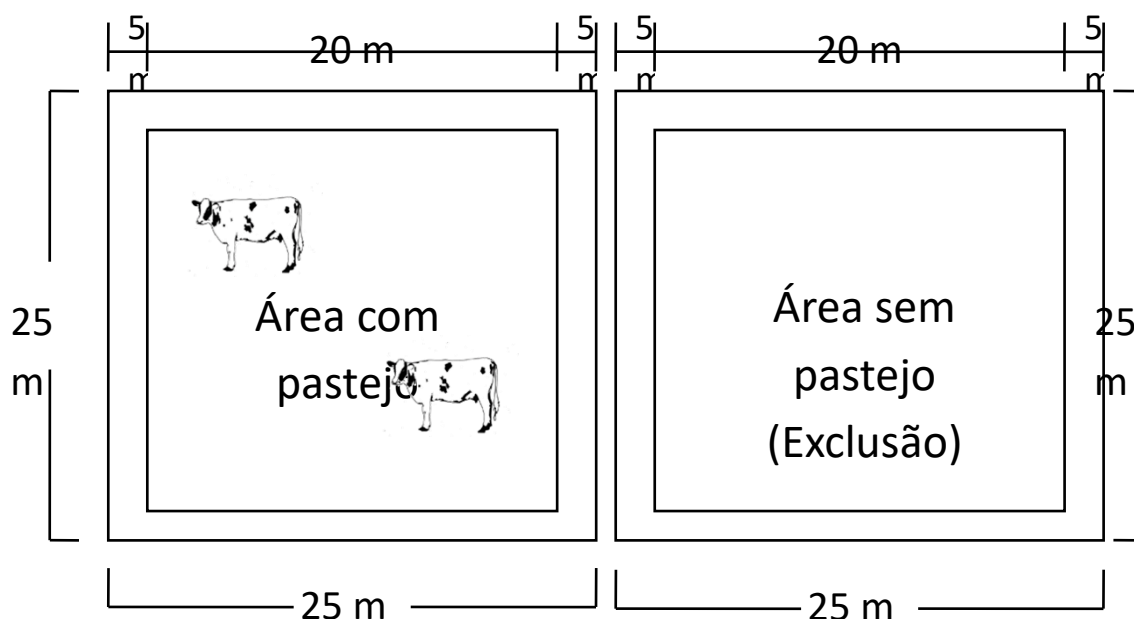


Figura 4. Delimitação das parcelas permanentes para fins de estudo.

As parcelas de exclusão foram unidades amostrais de comparação das dinâmicas biogeoquímicas de áreas com a não interferência da pecuária com a área sob pastejo. As atividades de pastejo compreendiam caprinos, ovinos, equinos e bovinos.

As parcelas foram instaladas em 2017 e a amostragem e coletas nas áreas foram realizadas em 2021 representando quatro anos de exclusão de animais. Em cada área foram coletadas amostras simples de solo por parcela para as análises físico-químicas. A amostragem foi realizada na camada superficial que corresponde a 0-20 cm de profundidade determinadas em seis pontos de maneira aleatória em campo dentro da bordadura. As amostras de solos foram destorroadas, secas ao ar, homogeneizadas e a separação das frações foram feitas por peneiramento com malha de abertura de 2 mm, para obtenção da terra fina seca ao ar (TFSA). Nas amostras foram determinadas a composição granulométrica (areia grossa, areia fina silte e argila), pelo método da pipeta, permitindo a definição da classe textural, o grau de floculação e a densidade das partículas do solo. Os atributos químicos analisados foram: condutividade elétrica (CE), determinada após preparo da pasta de saturação; pH em água (1:2,5); sódio (Na⁺), potássio (K⁺) e fósforo (P), extraídos com Mehlich-1, sendo Na⁺ e K⁺ dosados por

fotometria de emissão de chama e P por colorimetria; cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e alumínio (Al^{3+}), extraídos com KCl 1 mol L^{-1} e dosados por titulometria; acidez potencial (H+Al), CTC, soma de bases e saturação de bases e por alumínio (EMBRAPA 2009).

Tabela 2. Atributos do solo das parcelas permanentes instaladas em dois municípios do estado de Pernambuco com dois tipos de cobertura vegetal. Legenda: CA (Caatinga aberta) CD (Caatinga densa).

Atributos	Arcoverde				Sertânia			
	Sem exclusão		Com exclusão		Sem exclusão		Com exclusão	
	CA	CD	CA	CD	CA	CD	CA	CD
pH (água) (1:2,5)	5,7	5,45	5,12	4,98	6,13	6,15	6,3	6,08
H+Al (cmolc dm-3)	4,16	3,94	3,13	5,5	2,21	2,15	0,79	1,99
Ca^{2+} (cmolc dm-3)	3,93	3,72	2,62	4,58	7,83	13,91	6,98	13,86
Mg^{2+} (cmolc dm-3)	1,62	1,43	1,45	2,08	2,22	2,57	2,77	2,28
Al^{3+} (cmolc dm-3)	0,1	0,14	0,16	0,17	0,1	0	0	0
Na^+ (cmolc dm-3)	0,02	0,03	0,01	0,03	0,04	0,09	0,04	0,04
K^+ (cmolc dm-3)	0,58	0,55	0,41	0,46	0,67	0,34	0,63	0,64
P (mg dm-3)	11,83	11	18	9,33	15,67	31	67,83	90,5
S (cmolc dm-3)	6,15	5,73	4,48	7,15	11,32	16,92	10,5	16,82
CTC m (%)	10,29	9,64	7,61	12,62	12,93	18,97	11,17	18,77
V (%)	1,61	2,40	3,45	2,33	0,92	0	0	0
Dap (g co^3)	59,57	59,13	58,87	56,42	82,91	88,67	92,93	89,40
Dr (g co^3)	1,25	1,39	1,35	1,2	1,3	1,18	1,35	1,2
Areia grossa (%)	2,47	2,47	2,47	2,46	2,47	2,47	2,47	2,46
Areia fina (%)	39,33	57,5	43,17	41,83	43,83	43,83	46,83	44
Silte (%)	20,5	18,67	24	18,17	21,67	15,67	22,67	18,33
Argila (%)	24,5	14,83	19,83	24	21,17	17,67	19,5	19,17
Grau de flocculação (%)	15,67	9	14,87	16	13,33	22,83	11	18,5
Classe textural	77	100	90,17	80,17	85,33	82,17	100	80,17
	FA	FA	FA	FA	FA	FGA	FA	FGA

3.2 Amostragens, coleta de material e preparo das amostras para análise

A amostragem de tecido vegetal foi realizada durante a estação chuvosa, os dados pluviométricos referentes ao ano do material coletado estão apresentados na figura 5.

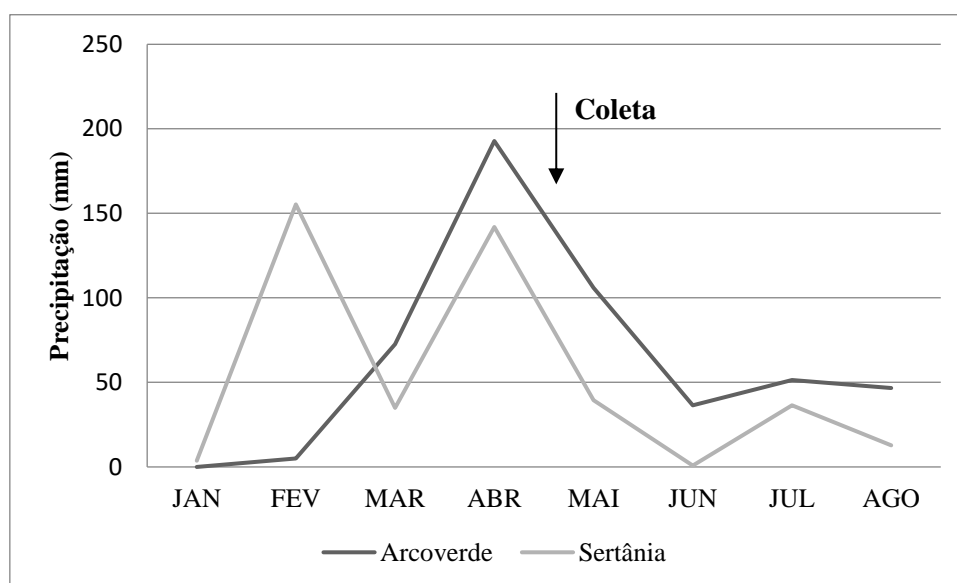


Figura 5. Valores mensais da precipitação dos municípios de Arcoverde e Sertânia referentes ao ano de 2021 (IPA, 2021).

Dentro de cada parcela, todas as plantas que apresentaram diâmetro de caule à altura do peito (DAP; 1,30 m em relação ao nível do solo) igual ou superior a 3 cm foram identificadas (material vegetal foi coletado para correta identificação botânica de cada espécie) e tiveram suas circunferências medidas. Nas plantas com mais de uma ramificação, tendo pelo menos uma de suas ramificações atendendo ao critério de inclusão, foram medidas todas as ramificações. Os valores das circunferências dos indivíduos foram transformados em área basal (AB) e posteriormente em DAP, considerando-se o caule como circular. Para os indivíduos com ramificações, foi calculada a área basal total correspondente ao somatório das áreas basais de todas as ramificações de cada indivíduo e este valor foi utilizado para o cálculo do DAP equivalente destes indivíduos. Para cada espécie foram determinadas as áreas basais absolutas (somatório das áreas basais de todos os indivíduos da espécie em cada parcela) e relativas (relação entre a área basal da espécie e a área basal total de todas as espécies da parcela) e as densidades absolutas (número de indivíduos) e relativas (relação entre a densidade da espécie e a densidade total de todas as espécies da parcela).

Em todas as parcelas, foram realizadas coletas de tecido foliar de 5 indivíduos de dois grupos de espécies: 1) espécies alvo, que foram todas as espécies de leguminosas com capacidade de nodulação conhecida e também as espécies de leguminosas sem informações na literatura sobre sua capacidade de nodulação e; 2) espécies referência, que foram as espécies não leguminosas ou leguminosas não nodulantes. Para cada planta, foi coletada uma amostra composta por 10 a 20 folhas saudáveis completamente expandidas, localizadas de 1,5 a 2 m de altura da copa. Dessa forma, as amostras coletadas foram consideradas amostras simples, de cada indivíduo.

Após a coleta, o tecido foliar de cada indivíduo amostrado foi acondicionado em saco de papel e submetido à secagem em estufa de circulação forçada de ar (72 horas a 65°C) até peso constante. Posteriormente, as amostras foram processadas, individualmente, em moinho de facas do tipo Wiley TE-680. O material foi devidamente identificado e enviado para determinação dos teores de N total (%) e abundância natural de ^{15}N em espectrômetro de massa Thermo Quest-Finnigan Delta Plus (Finnigan-MAT; CA USA) com interface com um Analisador Elementar (Carlo Erba model 1110; Milan, Italy), no Laboratório de Ecologia Isotópica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA-USP).

3.3 Estimativa da Biomassa de folhas e biomassa aérea total

A biomassa de folhas e a biomassa total foram estimadas para cada indivíduo das parcelas, utilizando as seguintes equações alométricas desenvolvidas para espécies da Caatinga por Silva & Sampaio (2008), Souza et al. (2012) e Sampaio & Silva (2005), respectivamente:

$$B \text{ folhas} = 0,0681 \times DAP^{1,5829}, \text{ para espécies de grande porte}$$

$$B \text{ folhas} = 0,0180 \times DAP^{1,845}, \text{ para espécies de pequeno porte}$$

$$B \text{ total} = 0,173 \times DAP^{2,295}$$

Em que: B folhas é a biomassa de folhas (kg), B total é a biomassa aérea total (kg) e DAP é o diâmetro à altura do peito (cm).

3.4 Estimativa do N fixado simbioticamente em leguminosas arbóreas, quantificação do N na biomassa foliar e % do N derivado da atmosfera (%Ndda)

Os valores de abundância natural de ^{15}N foram expressos em partes por mil (δ ,‰), tendo como base o valor de abundância natural de ^{15}N do ar (% átomos $^{15}\text{N} = 0,3663$), de acordo com a equação:

$$\delta = (\text{Ramostra}/\text{Rpadrão} - 1) \times 1000$$

Onde: Ramostra e Rpadrão são as razões das massas de ^{15}N : ^{14}N da amostra e do padrão (N_2 atmosférico), respectivamente.

“Quando a diferença entre o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ de uma espécie alvo e o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ das espécies referência em cada parcela foi estatisticamente significativa ($p \leq 0.05$) foi estimada a proporção de N da planta derivado da atmosfera (%Ndda), utilizando a metodologia da abundância natural (SHEARER & KOHL, 1986)”:

$$\%Ndda = [(\delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - \delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})) / (\delta^{15}\text{N}(\text{referência}) - B)] \times 100$$

Em que: %Ndda é o percentual de N da planta fixadora que é derivado do ar, $\delta^{15}\text{N}(\text{referência})$ é o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ das espécies referência de cada parcela; $\delta^{15}\text{N}(\text{fixadora})$ é o valor médio de $\delta^{15}\text{N}$ de cada espécie fixadora de cada parcela e B é o valor de $\delta^{15}\text{N}$ na parte aérea da leguminosa quando a planta cresce em sistema sem nitrogênio (como para a maioria das espécies da Caatinga não existe valor determinado, foi utilizado o valor $B = -1,24\text{‰}$, determinado por Reis Jr. et al. (2010) para *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth.).

A quantidade de N na biomassa foliar de cada espécie, em cada uma das parcelas, foi calculada multiplicando-se sua biomassa estimada pelos teores de N médios da espécie na parcela. As quantidades de N fixadas ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) foram obtidas multiplicando as quantidades de N total das folhas pelos resultados de %Ndda médios de cada espécie. Neste cálculo assume-se que a biomassa de folhas corresponde à maior parte da produção anual das plantas, já que são espécies decíduas.

3.5 Análise de dados

Foram testadas a normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias. A análise da variância das densidades, áreas basais e biomassas foliar e total foi realizada para os valores médios totais avaliando separadamente para cada cobertura vegetal, e comparando somente os manejos entre as cidades de Arcoverde e Sertânia. Neste caso, as subamostras foram consideradas como medições repetidas dentro de cada parcela; considerando um delineamento em blocos, com os blocos formados pelas parcelas permanentes. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados pelo software SISVAR versão 5.8.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Levantamento florístico e fitossociológico

Nas oito parcelas inventariadas e tomando como referência o critério de inclusão descrito neste trabalho ($DAP \geq 3$ cm), foram amostrados 1128 indivíduos. A flora arbustiva-arbórea destas oito parcelas está representada por 39 espécies distribuídas entre 13 famílias botânicas. Do total amostrado, 515 indivíduos foram do município de Arcoverde e 613 do município de Sertânia.

As espécies foram agrupadas entre leguminosas nodulantes conhecidas na literatura, espécies de leguminosas sem informações sobre sua capacidade de nodulação e espécies de referência, que podiam ser espécies não leguminosas ou leguminosas não nodulantes. Das 39 espécies, nove espécies não foram identificadas (Tabela 3). Quando comparado com outros trabalhos na Caatinga o número de espécies se mostrou superior. Fabricante & Andrade (2007) amostraram 22 e Santana et al. (2021), oito. No entanto, Souza & Rodal (2010) inventariaram 78 espécies e Ramalho et al. (2009) 52. A grande variação no número de espécies amostradas em outros levantamentos pode ter influência de diversos fatores, tais como a classe de solo, a precipitação da localidade, topografia, profundidade e fertilidade dos solos (LIMA & COELHO 2018).

Leguminosas nodulantes, *Mimosa stipulacea* (Benth.). Ducke e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. são espécies comuns aos dois municípios. Nenhuma espécie foi

comum às oito parcelas, no entanto *Croton blanchetianus* Baill. e *Lantana camara* L. (espécies de referência não leguminosas) também foram comuns a ambos municípios. Com base em todas as famílias amostradas nas parcelas a de maior representatividade foi à família da Fabaceae (10) que sozinha representa 76% das espécies identificadas, com destaque pra subfamília Mimosoideae. Espécies dessa família são caracterizadas por apresentarem um potencial para fixação de nitrogênio e possuir elevado teor de proteínas, que podem a vir favorecer a fertilidade natural dos solos (FREITAS et al. 2011). Silva et al. (2017) analisando a florística do componente arbustivo-arbóreo em ambiente de caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil encontrou que 47% das espécies inventariadas pertenciam a família da Fabaceae. Os autores ainda afirmam que essa grande representatividade pode ser explicada pela capacidade que as espécies dessa família têm em recuperar ambientes perturbados, pois apresentam alta capacidade de dispersão e produção de sementes.

Euphorbiaceae (4), Anacardiaceae (2), Boraginaceae (2), Rutaceae (2) Bignoniaceae (2) são famílias com representatividade a partir de duas espécies identificadas. Outros estudos também apontam que estas famílias estão presentes na maioria dos levantamentos florísticos e fitossociológicos, de forma predominante (BARBOSA et al., 2020). Farias et al. (2017) também constataram em estudo semelhante a presença dessas famílias com predominância na riqueza das espécies. Espécies de família das Fabaceae e Euphorbiaceae são muito importantes para o Bioma Caatinga, pois representam em sua maioria um elevado potencial forrageiro (CAMPOS et al. 2017).

As demais famílias (Apocynaceae, Burseraceae, Caricaceae, Lamiaceae, Myrtaceae, Solanaceae, Nyctaginaceae e Verbenaceae) estão representadas por uma única espécie distribuídas em ambos os municípios.

Em outros inventários florístico e fitossociológico realizados em caatinga, as espécies e famílias identificadas neste estudo também se mostraram presentes. (DIAS et al., 2018; SILVA et al., 2012; FERRAZ et al., 2013; COSTA et al., 2015; SILVA et al., 2022; ANDRADE et al., 2021.)

Não identificado	São João	-	x			
Não identificado	Senhora-vó	-				x
Não identificado	Vidro	-				x
Não identificado	Canzendo	-				x
Não identificado	Chorão	-	x			
Não identificado	Esporão-de-galo	-	x			x
Não identificado	Graúna	-				x
Guapira sp. 1	João-Mole	Nyctaginaceae				x
Não identificado	Louro-branco	-				x
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Moleque-duro	Boraginaceae		x		x
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell.	Pau-piranha	Nyctaginaceae				x
Não identificado	Bungi	-				x
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Coração-de-negro	Fabaceae(Caesalpinoideae)	x			x
<i>Sapium lanceolatum</i> Huber.	Burra-leiteira	Euphorbiaceae		x		
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Baraúna	Anacardiaceae				x
<i>Euphorbia phosphorea</i> Mart.	Pau-de-leite	Euphorbiaceae				x
Senegalia sp.	Carará	Fabaceae(Mimosoideae)				x
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby.	Canafístula	Fabaceae(Caesalpinoideae)			x	
<i>Solanum paludosum</i> Moric.	Jurubeba	Solonaceae	x		x	
<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Limãozinho	Rutaceae				x

No município de Arcoverde os parâmetros fitossociológicos calculados para este estudo mostrou uma densidade absoluta de 218 e 390 indha⁻¹ nas caatingas abertas sem e com exclusão (Tabela 4). E áreas basais absolutas de 4,01 e 3,16 m²/ha, respectivamente. Nas caatingas densas foram amostrados 568 indha⁻¹ na parcela sem exclusão e 431 indha⁻¹ com exclusão. Assim como 8 m²/ha e 9,90 m²/ha para áreas basais absolutas. Rodal et al. (2008a) encontraram valores de 1.076 a 2.172 indha⁻¹, ao pesquisar quatro áreas em Custódia-PE e Floresta-PE.

Ferraz et al. (2014) e Silva et al. (2022) ao analisarem a fitossociologia em ambientes de caatinga encontram os valores de 4,17 e 4,55 m²/ha de área basal absoluta. Já Souza et al. (2020) ao estudarem um fragmento de Caatinga no RN, observou o valor de área basal de 5,53 m²/ha. Esses valores se apresentam mais altos aos valores encontrados nas caatingas abertas deste trabalho. E apesar das parcelas de caatinga densa os valores apresentarem valores mais altos de áreas basais do que na caatinga aberta, Lemos e Meguro (2015) encontraram valores de 18,3 m²/ha, podendo então dizer que valores encontrados neste trabalho são considerados baixos para o bioma.

A caatinga densa com exclusão é considerada a parcela que apresenta a maior diversidade de espécies, apesar de o número de indivíduos representantes de cada espécie variar entre um e 44. Na parcela sem exclusão o número maior de indivíduos amostrados comparado à área com exclusão se deu devido à elevada presença de indivíduos da espécie popularmente chamada de canela-de-veado que representa cerca de 70% da densidade relativa da área (Tabela 4).

Este município foi o que maior apresentou espécies de leguminosas nodulantes, como as juremas brancas e pretas. Com destaque para a jurema-branca que apresentou a maior densidade relativa (35%) independentemente do tipo de manejo e da cobertura vegetal. Essas espécies são consideradas plantas nativas e de grande ocorrência nas áreas semi-áridas nordestinas. São frequentemente descritas na literatura e utilizadas pelas populações locais como forrageiras para caprinos, ovinos e bovinos. Além de serem consideradas espécies com capacidade de fixar nitrogênio no solo através de simbiose com bactérias na sua raiz.

Tabela 4. Parâmetros fitossociológicos calculados para os indivíduos arbustivos/arbóreos ($CAP \geq 3$ cm) para a vegetação estudada em áreas de caatinga aberta e densa, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco. Legenda: NI (números de indivíduos), DR (densidade relativa), ABR (área basal relativa), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

SERTÂNIA			
Local/Espécies	NI	DR (%)	ABR (%)
CACP			
Catingueira	6	7,5	13,76
Marmeleiro	74	92,5	86,24
TOTAL	80	100	100
CASP			
Catingueira	1	4,55	18,18
Marmeleiro	18	81,82	62,30
Pereiro	2	9,09	16,43
Pinhão	1	4,55	3,08
TOTAL	22	100	100
CDCP			
Aroeiro-do-sertão	2	0,69	0,62
Catingueira	32	11,07	17,76
Chumbinho	63	21,80	6,58
Umburana-de-cambão	1	0,35	1,66
João mole	2	0,69	1,90
Jurema-branca	1	0,35	0,25
Jurema-de-imbira	150	51,90	58,94
Jurema-preta	6	2,08	5,35
Marmeleiro	5	1,73	0,37
Pereiro	25	8,65	6,09
Pinhão	2	0,69	0,49
TOTAL	289	100	100
CDSP			
Bungi	1	0,45	0,16
Catingueira	40	18,02	19,08
Chumbinho	18	8,11	3,73
João-mole	7	3,15	6,49
Jucá	2	0,90	3,01
Jurema-branca	2	0,90	0,83
Jurema-de-imbira	68	30,63	44,51
Marmeleiro	60	27,03	11,60
Pereiro	24	10,81	10,60
TOTAL	222	100	100

ARCOVERDE

Local/Espécies	NI	DR (%)	ABR (%)
CACP			
Chorão	15	21,43	5,11
Coração-de-negro	2	2,86	0,44
Esporão-de-galo	1	1,43	0,17
Jiquiri	2	2,86	1,27
Jurema-branca	10	14,29	4,97
Jurema-preta	14	20,00	9,07
Jurubeba	24	34,29	7,79
São João	1	1,43	0,82
Tamburil	1	1,43	70,32
TOTAL	70	100	100
CASP			
Canafístula	3	2,4	1,53
Chumbinho	37	29,6	20,63
Fumo-bravo	1	0,8	0,63
Jiquiri	8	6,4	7,86
Jurema-branca	44	35,2	48,85
Jurema-preta	3	2,4	6,53
Jurubeba	29	23,2	13,96
TOTAL	125	100	100
CDCP			
Burra-leiteira	9	4,95	21,03
Canela-de-veado	136	74,73	64,23
Chumbinho	2	1,10	0,21
Fumo-bravo	3	1,65	0,59
Jurema-branca	10	5,49	7,16
Moleque-duro	22	12,09	6,77
TOTAL	182	100	100
CDSP			
Baraúna	1	0,72	12,87
Bungi	5	3,62	0,32
Canzendo	1	0,72	0,20
Carcará	3	2,17	0,93
Cipó-de-cesto	1	0,72	0,10
Coração de-negro	4	2,90	1,53
Esporão-de-galo	5	3,62	0,82
Frei-Jorge	5	3,62	2,19
Graúna	1	0,72	0,76
Guabiraba	3	2,17	1,52
Jiquiri	44	31,88	38,11
Jurema-branca	3	2,17	0,51
Limãozinho	15	10,87	20,00
Louro-Branco	1	0,72	0,34
Marmeleiro	9	6,52	1,80
Moleque-duro	14	10,14	1,96

Pau-leite	12	8,70	4,07
Pau-piranha	1	0,72	7,24
Pau-d'arco	1	0,72	1,81
Senhora-vó	2	1,45	1,41
Vidro	7	5,07	1,51
TOTAL	138	100	100

Para os parâmetros fitossociológicos apresentados para o município de Sertânia podemos observar uma densidade absoluta de 250 e 68,75 ind/ha nas caatingas abertas sem e com exclusão. E áreas basais absolutas de 1,83 e 0,32 m²/ha, respectivamente.

Nas caatingas densas 903 ind/ha sem exclusão e 693 ind/ha com exclusão. Assim como 11,49 m²/ha e 8,20 m²/ha para áreas basais absolutas. Menores áreas basais encontradas neste estudo para caatingas abertas são explicadas pelo baixo número de indivíduos amostrados nesta parcela. AMORIM et al., (2005) e PEREIRA et al., (2003), utilizando o mesmo critério de inclusão ≥ 3 cm de diâmetro a altura do peito, encontram 3.247 ind.ha⁻¹ e 2.780 ind.ha⁻¹, número elevado quando comparado ao encontrado neste trabalho. SABINO et al. (2016) avaliando dois fragmentos de Caatinga na Paraíba encontraram valores de 15 e 18m²/ha para áreas basais totais, valores superiores para este estudo.

No município de Sertânia nas caatingas abertas, independentemente do tipo manejo, não foram amostradas leguminosas nodulantes. Sendo o marmeleiro a espécie com densidade relativa maior que 80% e com maiores áreas basais absolutas, ocupando 86 e 62% de áreas basais relativas. *Croton blanchetianus* é uma espécie endêmica da caatinga (Flora do Brasil 2020, 2021) e que podem prestar serviços ecossistêmicos extremamente relevantes para a população local (SILVA et al., 2021). Sabino et al., (2016) apontaram que a elevada ocorrência dessa espécie está intimamente ligada a antropização, indicando que a área se encontra em estágios iniciais de sucessão secundária progressiva. A presença dessa espécie foi amostrada também nas áreas de caatinga densa de Sertânia e na área de caatinga densa com a exclusão do pastejo no município de Arcoverde.

Outra espécie que se destacou no inventário florístico foi a jurema-de-imbira, sendo a segunda espécie com maior número de indivíduo na caatinga densa sem exclusão ocupando cerca de 50% da densidade relativa desta parcela e influenciando no maior valor da área absoluta relativa do município. Ela também foi amostrada na parcela de caatinga densa com exclusão.

A *Mimosa ophthalmocentra* é considerada uma espécie endêmica da caatinga (GIULIETTI et al. 2002). É uma espécie usada como forrageira e as suas folhas e legumes são consumidas por cabras, ovelhas e bovinos (SILVA et al. 2011). Apesar de ser uma considerada uma leguminosa, a mesma não tem potencial para fixação e consequentemente apesar do seu elevado número de indivíduos na área, esta espécie não pode contribuir para a fixação biológica de nitrogênio da parcela.

Tabela 5. Média dos parâmetros fitossociológicos calculados para os indivíduos arbustivos/arbóreos ($CAP \geq 3$ cm) para a vegetação estudada em áreas de Caatinga abertas e densas, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco. Legenda: DA (densidade absoluta), ABA (área basal absoluta), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Município/Parâmetros	Arcoverde		Sertânia	
	CACP	CASP	CACP	CASP
DA (ind ha⁻¹)	218,75 Ba	390,63Aa	250Ab	68,75Bb
ABA (m² ha⁻¹)	4,01 Aa	3,16 Ba	1,83Ab	0,32Bb
	CDCP	CDSP	CDCP	CDSP
DA (ind ha⁻¹)	568,75 Aa	431,25Ba	903,12Ab	693,75Bb
ABA (m² ha⁻¹)	8,0 Ba	9,9 Aa	11,49Bb	8,2Ab

Letras maiúsculas comparam a influência do manejo na cobertura vegetal do município. Letras minúsculas compararam a influência do mesmo manejo e cobertura entre municípios. Tukey a 5%

Araújo Filho, (2013) afirma que a estrutura de uma comunidade florística é representada pelo número e pela distribuição dos indivíduos que a compõem, volume expresso pela cobertura e produção de fitomassa. O mesmo autor ainda afirma que o crescimento e a densidade de uma comunidade vegetal estão relacionados com as precipitações pluviais e com as características químicas e físicas do solo.

Apesar de apresentarem diferenças significativas os parâmetros de densidades absolutas e áreas basais absolutas são fortemente influenciados pelas quantidades e morfologia dos indivíduos amostrados nas áreas (Tabela 5). A variabilidade nos

parâmetros fitossociológicos encontradas neste trabalho é justificada pela grande variabilidade das fisionomias de caatinga e/ou pelas diferenças nos tipos de usos. Espera-se que áreas que apresentem espécies com alta palatibilidade, impactem diretamente na diminuição de indivíduos na área e/ou até mesmo a extinção de uma espécie. Segundo Crispim et al. (2004), a manutenção das espécies nos ecossistemas depende da quantidade de herbivoria daquele ambiente e da movimentação daqueles indivíduos naquela área.

O pisoteio de caprinos e ovinos pode provocar alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. LUZ & HERLING, (2004) observaram que fatores como a intensidade do pisoteio animal, o hábito de crescimento de espécies forrageiras, a textura do solo e a umidade no momento do pastejo promovem alterações nas características físicas do solo.

A depender da intensidade de pisoteio a germinação de muitas espécies pode ser afetada. Mudanças na florística da caatinga são observadas seja pelo consumo de plântulas que impedem a renovação do estoque de espécies arbóreo-arbustivo ou pelo anelamento dos troncos dessas espécies (PARENTE et al., 2010).

Redução da porosidade na camada superficial do solo foi observada por Pereira Júnior (2006) avaliando o pisoteio de ovinos em pastagem consorciada na região Nordeste, comprometendo o armazenamento de água e ar, fundamental para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

No entanto, Albuquerque (1999) estudando a dinâmica da caatinga submetida a diferentes intensidades de uso por bovinos percebeu que o desaparecimento das espécies arbustivas foi reflexo da seca prolongada ocorrida no período do experimento, do que pela intensidade de uso.

ALVES et al., (2007) observaram que as diferenças fisionômicas da Caatinga se devem, em sua maioria, a necessidade de adaptação às variações climáticas regionais e locais, à composição florística e as condições edáficas.

Fitossociologicamente, os parâmetros estudados das espécies são determinados pelas variações topográficas, tipo de solo e pluviosidade (ARAÚJO FILHO & CRISPIM, 2002).

4.1.2 Biomassa de folhas e Biomassa Total

No município de Sertânia a biomassa foliar total das áreas de Caatinga aberta sem e com exclusão foram de 0,909 Mgha⁻¹ e 0,174 Mg ha⁻¹, respectivamente. Para caatinga densa esses valores se mostraram superiores com 4,88Mg ha⁻¹ para esta cobertura com o

manejo do pastejo e $3,6 \text{ Mg ha}^{-1}$ para o sem pastejo. Sylla et al., (2002) encontram valores de biomassa foliar de 1824 e 3035 kg ha^{-1} em uma floresta no semiárido, são valores que se aproximam ao encontrado neste trabalho. Apesar dos baixos valores de biomassa foliar encontrado nas parcelas de caatinga aberta sem e com o manejo do pastejo que são explicados pelo fato de terem sido amostrados apenas 22 indivíduos na parcela com exclusão. E embora estivessem presentes 80 indivíduos na parcela sem exclusão os valores de DAP médio foram baixos para os indivíduos amostrados, acarretando assim menores valores de biomassa das folhas encontradas nestas parcelas.

Já para o município de Arcoverde os valores encontrados para a biomassa foliar total das áreas de Caatinga aberta sem e com exclusão foram de $1,18 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $1,54 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. E para a cobertura vegetal densa os valores foram de $3,34 \text{ Mg ha}^{-1}$ para esta cobertura com o manejo do pastejo e $3,56 \text{ Mg ha}^{-1}$ para o sem pastejo (tabela 6.). Souza et al., (2012) estudando uma área de Caatinga no município de Santa Terezinha, PB encontrou biomassa de folhas variando entre $2,28$ a $3,0 \text{ Mg ha}^{-1}$.

A razão para a maior diferença das biomassas encontradas é que as plantas nas caatingas abertas apresentam menores DAP e, em média, os indivíduos ocupam menos espaço. Assim como nesse tipo de cobertura vegetal o número de indivíduos é menor do que quando comparado a caatinga densa. Como a biomassa foi estimada a partir do diâmetro e as áreas basais das plantas são parâmetros relevantes essas diferenças são observadas na biomassa dos dois tipos coberturas na Caatinga. Para Lima Junior et. al., (2014) as diferenças acontecem devido às diferentes populações vegetais ocupantes da área, as características climáticas e do solo, como também a ação antrópica. Sampaio e Freitas (2008) observaram em trabalho que existe uma grande variação do estoque de biomassa no bioma da Caatinga. Essa faixa pode variar entre 2 a 160 Mg.ha^{-1} .

Para biomassas totais foram encontrados os valores $6,04$ e $0,979 \text{ Mg ha}^{-1}$ para caatinga aberta com e sem pastejo, respectivamente e $43,29$ e $30,02 \text{ Mg ha}^{-1}$ para os mesmos manejos, mas com cobertura vegetal de caatinga densa, no município de Sertânia. Em Arcoverde os valores foram de $21,92 \text{ Mg ha}^{-1}$ na caatinga aberta com pastejo e $10,93 \text{ Mg ha}^{-1}$ na caatinga aberta sem pastejo e $30,37 \text{ Mg ha}^{-1}$ para caatinga densa com pastejo e $42,67 \text{ Mg ha}^{-1}$ sem pastejo.

Jaramillo et al., (2003b) diz que mudanças no uso e no manejo de terra como converter áreas nativas em pasto, e como e quando essas áreas são utilizadas afetam o a

redução do estoque de biomassa aérea total. Assim como Houghton et al., (2009) dizem que essa biomassa sofre diminuição por causa da vulnerabilidade às práticas de perturbações naturais, corte ou queimada. Os mesmos também afirmam que os valores de biomassa podem variar de 5 Mg ha⁻¹ para áreas de pastagens e 300 Mg ha⁻¹ para florestas tropicais.

Vargas et al., (2008) em estudo sobre o acúmulo de biomassa uma floresta tropical sazonalmente seca encontraram valores de biomassa aérea que variam de 0,1 a 144 Mg ha⁻¹. Já Jaramillo et al. (2011) em atualização de revisão com estimativas de biomassas aéreas observaram valores variando entre 35 e 140 Mg ha⁻¹ em florestas decíduas, em florestas semi-perenes entre 125 e 225 Mg ha⁻¹ e em florestas semi-decíduas foi encontrado os maiores estoques de biomassa, entre 247 e 390 Mg ha⁻¹.

Características ambientais e antrópicas são fatores que influenciam fortemente nos valores de biomassa encontrados. Estudos no Seridó-RN sobre a biomassa em áreas de Caatinga a apresentaram variações entre > 5 Mg ha⁻¹ e 25 Mg ha⁻¹ (ACYOLLI et al., 2008). Amorim et al., (2005) afirmam que valores baixos de biomassas aéreas na caatinga podem estar relacionados às características intrínsecas da vegetação, que é naturalmente aberta e baixa, independentemente da influência antrópica. Adicionalmente, fatores como fertilidade, textura do solo e topografia estão relacionados com altos valores de biomassas aéreas totais, devido à existência de mais recursos disponíveis para o crescimento da população vegetal (CASTILHO et al., 2006).

A produção de biomassa nas regiões da Caatinga tem alta variabilidade regional e sazonal, principalmente devido à baixa pluviosidade total e distribuição desigual da precipitação (JUNIOR et al., 2014). O município de Sertânia apresenta um sistema em que as chuvas são distribuídas de forma irregular anualmente, resultando em períodos de seca severa (VELOSO et al., 1991). Acarretando uma variação na precipitação média anual de 240 mm a 1500 mm (KROL et al., 2001). No período de coleta deste trabalho, a precipitação pluviométrica de Arcoverde foi superior a de Sertânia explicando as diferenças de biomassa encontradas (figura 5.).

Na época seca do ano a parte aérea (folhas) da maioria das plantas arbóreas passa a ser a principal fonte de alimentos para os animais, limitando o fornecimento de nutrientes para as plantas, pois não há da cobertura vegetal do solo com a serrapilheira, comprometendo todo o equilíbrio do ecossistema (PARENTE 2009).

Araújo filho & Crispim, (2002) avaliam que durante a estação seca a folhagem das espécies lenhosas decíduas, passa a constituir praticamente a única fonte de forragem para os animais. E que na estação das chuvas a participação da folhagem de árvores e arbustos é baixa, pois estrato herbáceo compõe a fonte de alimento desses animais.

Tabela 6. Biomassa de folhas e biomassa aérea total de espécies leguminosas e não leguminosas inventariadas em áreas de Caatinga aberta e densa com e sem a exclusão do pastejo de animais no município de Sertânia, Pernambuco. Legenda: CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo)

SERTÂNIA									
Espécies	Nome popular	Biomassa foliar (kg/ha)				Biomassa Total (kg/ha)			
		CACP	CASP	CDCP	CDSP	CACP	CASP	CDCP	CDSP
Leguminosas nodulantes									
<i>Mimosa stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema-branca	-	-	14,21	32,47	-	-	93,81	229,92
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema-preta	-	-	205,97	-	-	-	2734,30	-
Leguminosas não-nodulantes									
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.	Catingueira	106,88	24,67	743,24	692,41	938,09	208,65	8689,03	5633,90
<i>Libidibia férrea</i> (Mart. ExTul.) L.P. Queiroz	Jucá	-	-	-	89,93	-	-	-	1006,26
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	Jurema-de-imbira	-	-	2918,92	1486,60	-	-	24835,19	14000,92
Não leguminosas									
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	Aroeiro-do-sertão	-	-	33,06	-	-	-	243,28	-

<i>Mimosa arenosa</i>	Jiquiri	25,87	117,08	-	1374,08	165,33	852,51	-	15668,15
<i>Mimosa stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema-branca	104,66	705,49	229,76	27,35	629,51	5432,62	2225,83	155,45
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema-preta	180,14	75,50	-	-	1197,84	857,30	-	-
Leguminosas não-nodulantes									
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Canafístula	-	43,54	-	-	-	309,48	-	-
<i>Senegalia</i> sp.	Carcará	-	-	-	44,93	-	-	-	308,09
<i>Poecilanthe parviflora</i> Benth.	Coração de negro	19,67	-	-	69,09	110,21	-	-	529,65
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	536,88	-	-	-	18151,51	-	-	-
Não leguminosas									
<i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl.	Baraúna	-	-	-	286,35	-	-	-	7296,66
Não identificado	Bungi	-	-	-	37,74	-	-	-	190,05
<i>Sapium lanceolatum</i> Huber	Burra-leiteira	-	-	533,48	-	-	-	7649,273	-
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela-de-veado	-	-	2291,78	-	-	-	18396,13	-
Não identificado	Canzendo	-	-	-	10,65	-	-	-	61,74

Não identificado	Chorão	116,43	-	-	-	614,01	-	-	-
<i>Lantana câmara</i> L.	Chumbinho	-	344,62	10,80	-	-	2073,58	46,34	-
<i>Melloa</i> sp.	Cipó-de-cesto	-	-	-	6,05	-	-	-	27,23
Não identificado	Esporão-de-galo	4,74	-	-	45,31	19,11	-	-	246,38
<i>Cordia goeldiana</i>	Frei-Jorge	-	-	-	98,45	-	-	-	758,39
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	Fumo-Bravo	-	10,65	26,53	-	-	61,74	143,84	-
Não identificado	Graúna	-	-	-	30,65	-	-	-	285,86
<i>Campomanesialineatifolia</i>	Guabiraba	-	-	-	64,82	-	-	-	545,40
<i>Solanum paludosum</i> Moric	Jurubeba	179,31	245,02	-	-	926,80	1345,45	-	-
<i>Zanthoxylum syncarpum</i>	Limãozinho	-	-	-	688,99	-	-	-	8386,21
Não identificado	Louro-branco	-	-	-	16,13	-	-	-	112,72
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	-	-	-	93,44	-	-	-	562,14
<i>Cordia leucocephala</i> Moric.	Moleque-duro	-	-	252,42	109,09	-	-	1917,34	586,48
<i>Euphorbia phosphorea</i> Mart.	Pau-de-leite	-	-	-	186,22	-	-	-	1401,09
<i>Guapira</i> sp. 1	Pau-piranha	-	-	-	181,60	-	-	-	3770,41

<i>Handroanthu simpetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau-d'arco	-	-	-	60,62	-	-	-	768,29
Não identificado	São João	15,90	-	-	-	110,43	-	-	-
Não identificado	Senhora-vó	-	-	-	57,41	-	-	-	520,31
Não identificado	Vidro	-	-	-	75,94	-	-	-	490,01
TOTAL		1183,59	1541,90	3344,77	3564,90	21924,75	10932,67	30378,77	42670,70

Os resultados encontrados neste trabalho para biomassa das folhas e biomassas aéreas totais, apesar de corroborarem com outros estudos não seguiram uma tendência para afirmar que o apenas manejo esteja influenciando nos tipos de coberturas vegetais. Enquanto no município de Arcoverde para caatingas densas eu tenho valores superiores de biomassas sem a influência do pastejo, nas caatingas abertas não podemos observar a mesma tendência. Assim, como o município de Sertânia que podemos observar que coberturas densas não pastejadas apresentam menores valores de biomassas comparadas às observadas nas caatingas densas sem exclusão dos animais. E apesar de estatisticamente diferentes os valores obtidos estão atrelados a fatores bióticos e abióticos discutidos neste trabalho (Tabela 8). De fato, ambientes não pastejados tendem a apresentar melhores e maiores valores dos parâmetros estudados, mas para esse estudo acredita-se que outras características, que não sejam o manejo estão influenciando mais fortemente os resultados encontrados.

Tabela 8. Média das biomassas foliar e total calculados para a vegetação estudada em áreas de Caatinga abertas e densas, nos municípios de Arcoverde e Sertânia, Pernambuco com a influência do pastejo. Legenda: CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

	Arcoverde		Sertânia	
	CACP	CASP	CACP	CASP
Biomassa folhas (Mg/ha)	1,18 Ba	1,54Aa	0,909Ab	0,174Bb
Biomassa total (Mg/ha)	21,92Aa	10,93Ba	6,04Ab	0,979Bb
	CDCP	CDSP	CDCP	CDSP
Biomassa folhas (Mg/ha)	3,34 Ba	3,56Aa	4,81Ab	3,59 Ba
Biomassa total (Mg/ha)	30,37 Ba	42,67Aa	43,29Ab	30,02Bb

Letras maiúsculas comparam a influência do manejo na cobertura vegetal do município. Letras minúsculas comparam a influência do mesmo manejo e cobertura entre municípios. Tukey a 5%

4.1.3 Abundância natural de ^{15}N e %Ndda

As espécies com potencial para fixação apresentaram proporção de N derivado da atmosfera (%Ndda < 68 %), mas com poucos indivíduos amostrados. Leguminosas fixadoras como a *M. tenuiflora* em ambientes de caatinga, apresentaram alta capacidade de fixação biológica de nitrogênio (FBN) como relatada por FREITAS et al., (2010b) e SOUZA et al., (2012). Freitas et al. (2010b) estudando o % de nitrogênio derivado da

atmosfera em Santa Teresinha - PB, Serra Talhada - PE e Remígio - PB encontraram proporções de N_{da} de 28, 58 e 54 %, respectivamente. Essas variações nos resultados se aproximam ao % encontrado para esse estudo (Tabela 9). Souza et al. (2012) analisando a proporção de NDDA em áreas de caatinga madura encontraram percentuais maiores que 60%.

Freitas et al., 2010c em estudos de caatinga para área madura em Serra Talhada-PE, observaram que a proporção alta N das espécies nativas como, *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir. e *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, estava relacionada com a FBN. Essas espécies também foram amostradas neste estudo e consideradas como leguminosas com potencial para fixação.

Högberg, 1997, diz que diferenças entre o valor médio das espécies referência e os das leguminosas fixadoras forem superiores a 2‰, o cálculo do %N_{da} tem maior confiabilidade. Diferenças essas que puderam ser observadas neste estudo.

Na parcela de caatinga aberta com pastejo o δ 15N das leguminosas fixadoras foi estatisticamente diferente das espécies fixadoras. No mesmo tipo de cobertura vegetal sem a influência do pastejo os valores de δ 15N das juremas brancas e pretas foram diferentes para as médias das espécies de referência, que variaram entre 7,45 ‰, e 9,27 ‰, no entanto o jiquiri apresentou valores médios de 9,52 ‰, e apesar de ser considerada uma leguminosa de referência seu valor não foi estatisticamente diferente das médias das espécies de referência desta parcela. Os baixos valores de N_{da} desta espécie na parcela podem ser justificados pelos valores de δ 15N altos.

Condição esta que também é observado nas parcelas de caatinga densa com e sem exclusão do pastejo, na qual a jurema-branca, espécie de leguminosa fixadora teve valores médios de 6,01‰ e 7,24‰ nos valores de δ 15N, que não diferiram estatisticamente da média das espécies de referências utilizadas nestas parcelas. Assim como o jiquiri que apresentou um δ 15N média de 9,54 ‰, valor considerado alto para espécies de leguminosas fixadoras e que não apresentou diferença das espécies utilizadas como referência.

Tabela 9. Valores mínimos (MI), máximos (MA) e médios (ME) de δ 15N (‰) em espécies fixadoras (LF) e não fixadoras (R) e nitrogênio derivado da atmosfera (%N_{da}) em leguminosas em áreas de Caatinga sob pastejo no município de Arcoverde-PE. Legenda: n (número de indivíduos amostrados), CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

Parcela/nome popular	n	Fixação	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$			Ndda (%)		
			MI	MA	ME	MI	MA	ME
CACP								
Jurema-branca	5	LF	0,33	1,73	0,97*	5,84	50,06	29,83
Jurema-preta	5	LF	0,17	0,66	0,45*	39,76	55,11	46,44
Chorão	5	R	0,66	2,59	1,91	0	0	0
CASP								
Jiquiri	4	LF	7,21	11,61	9,52	0	0	0
Jurema-branca	5	LF	2,13	9,19	4,12*	48,54	60,07	57,16
Jurema-preta	2	LF	1,79	2,64	2,21*	59,33	68,28	63,80
Jurubeba	5	R	6,23	10,58	9,12	0	0	0
Chumbinho	5	R	5,11	8,12	7,45	0	0	0
Canafístula	2	R	8,99	9,54	9,27	0	0	0
CDCP								
Jurema-branca	4	LF	5,92	9,44	7,24	0	0	0
Burra-leiteira	5	R	5,92	8	7,43	0	0	0
Canela-de-veado	5	R	6,92	7,93	7,29	0	0	0
Moleque-duro	5	R	5,79	8,07	7,32	0	0	0
CDSP								
Jiquiri	5	LF	8,76	10,23	9,54	0	0	0
Jurema-branca	2	LF	3,46	8,56	6,01	0	0	0
Pau-leite	4	R	3,25	7,69	5,47	0	0	0
Frei-Jorge	5	R	6,44	7,79	6,97	0	0	0

* significativamente diferente da média das espécies referência (Tukey, 5% de probabilidade)

As áreas de Caatinga aberta do município de Sertânia não apresentaram leguminosas nodulantes. E as espécies de Jurema-branca na caatinga densa sem pastejo apresentaram um $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ médio de 9,44 que não diferiram estatisticamente das médias de referência e um % de Ndda negativo, o que implica dizer que aquela espécie naquela parcela não estava fixando nitrogênio.

Na caatinga densa com pastejo a média $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ da jurema-preta diferiu das médias dos indivíduos de espécies de referência utilizadas nesta parcela, porém a média % Ndda para a jurema-preta desta área é considerado baixo (Tabela 10).

Tabela 10. Valores mínimos (MI), máximos (MA) e médios (ME) de $\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$ em espécies fixadoras (LF) e não fixadoras (R) e nitrogênio derivado da atmosfera (%Ndda) em leguminosas em áreas de Caatinga sob pastejo no município de Sertânia-PE. Legenda: n (número de indivíduos amostrados), CDCP (Caatinga densa com pastejo), LF (leguminosa fixadora), R (Referência).

Parcela/espécie	n	Fixação	Sertânia					
			$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$			Ndda (%)		
			MI	MA	MED	MI	MA	MED
CDCP								
Jurema-preta	2	LF	3,15	4,27	3,71*	29,12	43,52	36,32

Chumbinho	5	R	7,59	9,22	8,2	0	0	0
Pereiro	5	R	3,62	4,88	4,87	0	0	0

* significativamente diferente da média das espécies referência (Tukey, 5% de probabilidade)

4.1.4N total nas folhas e N fixado

Andrews et al., 2011 observaram que mais da metade no N obtido por leguminosas fixadoras em regiões semiáridas são através da FBN. Entretanto existe grande variação na quantidade de N² fixado por todas as espécies de leguminosas. Essa quantidade depende de fatores como: a produção de biomassa vegetal, a especificidade da simbiose e características ambientais (Stahl et al., 2002; Raddad et al., 2005).

Nas caatingas abertas independente do pastejo e na caatinga densa sem pastejo no município de Arcoverde as quantidades de N total das leguminosas fixadoras foram superiores as das não leguminosas. Estes valores refletem o fato de nestas parcelas serem amostrados mais indivíduos de leguminosas fixadoras. No entanto na caatinga aberta sem pastejo a quantidade de N total das leguminosas não-fixadoras foi maior devido a presença de indivíduos da espécie de canafístula, que apresentaram valores de biomassa das folhas elevados, influenciando assim para uma maior quantidade de N total para esses indivíduos nesta parcela.

Ainda neste município na caatinga densa com pastejo o valor da quantidade total de N nas espécies não leguminosas foi maior do que as de leguminosas fixadoras, visto que nesta parcela apenas juremas-brancas foram amostradas, e as mesmas estavam presentes em densidades baixas, com baixos valores de biomassa. Espécies nodulantes têm baixas densidades em áreas de vegetação madura, que são dominadas por não leguminosas ou leguminosas não nodulantes (SAMPAIO, 1996; ALCOFORADO-FILHO et al., 2003). Fato também que justifica os valores baixíssimos de 0,28 e 0,36 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N fixado nas parcelas de caatingas densas sem e com pastejo. A maioria das espécies consideradas como leguminosas fixadoras nestas parcelas não estavam fixando nitrogênio. Com $\delta^{15}\text{N}$ se aproximando as das não leguminosas. Cleveland et al., (2010) afirmam que a proporção de leguminosas potencialmente fixadoras na vegetação é um dos parâmetros utilizados para estimativas das quantidades de N fixadas.

Quanto à quantidade de N fixado os valores variaram entre 2,68 e 9,96 kg ha⁻¹ ano⁻¹, nas caatingas abertas com e sem pastejo respectivamente (Tabela 11). Os % médios

de N_{da} nas caatingas abertas sem pastejo foram maiores do que na caatinga aberta com pastejo. O N acumulado desta parcela também foi maior do que na caatinga aberta com pastejo. Freitas et al. (2010c) encontraram valores de N fixado variando entre 2,5 a 3,3 kg ha⁻¹ ano em áreas de Caatinga madura em Serra Talhada-PE e 9,3 a 11,2 3 kg ha⁻¹ ano no mesmo tipo de Caatinga, mas Remígio-PB, valores que se aproximam ao encontrado neste estudo. Hartwig, (1998), diz que a quantidade de nitrogênio fixado por área é influenciada por dois fatores, a biomassa expressa em massa por unidade de área e a eficiência de fixação de N² que é expressa pela porcentagem de nitrogênio oriundo da FBN. Espera-se que menores intensidades de pastejo promovam uma menor remoção de biomassa da parte aérea por ação da herbivoria, o que leva a induzir a manutenção de maior porcentagem de N na parte aérea derivado da fixação biológica. A biomassa foliar nas áreas de caatinga aberta sem exclusão das leguminosas fixadoras foi de aproximadamente 310 kg ha⁻¹, enquanto na caatinga aberta com a exclusão dos animais foi de aproximadamente 900 kg ha⁻¹ (Tabela 7). Dessa forma, o fator que influenciou no maior aporte de nitrogênio nas áreas de caatinga aberta sem pastejo foi a biomassa da parte aérea, responsável por absorver e sintetizar a energia luminosa produzindo fotoassimilados, que podem ser utilizados pelos os rizóbios durante a simbiose.

Apesar de haver fixação esses valores ainda são considerados baixos. Souza et al. (2012) estudando áreas de caatinga com diferentes períodos de regeneração encontraram uma contribuição de considerada baixa da FBN de aproximadamente 6 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Freitas et al. (2010) em áreas de caatinga madura estimaram uma contribuição da FBN de 11 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Freitas et al., (2017) observaram que um aporte anual maior que 18 kg ha⁻¹ ano⁻¹ na única leguminosa fixadora, jurema-preta em áreas de caatingas maduras. Neste mesmo estudo, mas usando áreas de caatinga de regeneração o valor estimado de N fixado anualmente na área seria de 5 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Esses autores associam a baixa quantidade de N fixado à baixa quantidade de biomassa foliar das espécies de leguminosas fixadoras, uma vez que os valores de %N_{da} foram considerados elevados.

Tabela 11. Quantidades de N total em folhas de espécies arbustivas-arbóreas de leguminosas fixadoras e não-fixadoras e não leguminosas e quantidade de N fixado em folhas de leguminosas fixadoras em áreas de caatinga aberta e densa no município de Arcoverde, sob a influência do pastejo. Legenda: CACP (Caatinga aberta com pastejo), CASP (Caatinga aberta sem pastejo), CDCP (Caatinga densa com pastejo), CDSP (Caatinga densa sem pastejo).

ARCOVERDE	
N Total (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	N Fixado (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)

	CACP	CASP	CDCP	CDSP	CACP	CASP	CDCP	CDSP
Leguminosas fixadoras	6,61	18,77	7,58	8,52	2,68*	9,87*	0	0
Leguminosas não-fixadoras	-	35,59	-	-	-	-	-	-
Não leguminosas	1,41	1,75	31,95	5,6	-	-	-	-

* Quantidade total de N fixado por todas as espécies

No município de Sertânia apenas a parcela de caatinga densa com pastejo apresentou espécies fixando nitrogênio. Mas, os valores encontrados neste estudo são considerados baixíssimos (Tabela 12).

Tabela 12. Quantidades de N total em folhas de espécies arbustivas-arbóreas de leguminosas fixadoras e não- fixadoras e não leguminosas e quantidade de N fixado em folhas de leguminosas fixadoras em área de caatinga densa no município de Sertânia, sob a influência do pastejo

	Sertânia	
	N total	N fixado
	(kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)	
Leguminosas fixadoras	1,77	0,67*
Leguminosas não-fixadoras	10,11	-
Não leguminosas	2,13	-

* Quantidade total de N fixado por todas as espécies

5. CONCLUSÕES

Entender a influência do pastejo nos parâmetros fitossociológicos, na biomassa e na FBN na vegetação da Caatinga, é significativo quando considerado a utilização desse bioma como parte da composição da dieta desses animais. O conhecimento de aspectos como a retirada da cobertura vegetal pelos animais e o ciclo de nutrientes no solo ainda precisam ser bastante esclarecidos. Solos descobertos e expostos a aspectos bióticos e abióticos, tais como, a retirada da vegetação nativa e períodos de secas prolongadas no semiárido nordestino reduzem o potencial produtivo daquelas áreas. Para manter esse potencial e as diversidades biológicas deste bioma é necessário o manejo adequado desses animais.

Através da análise fitossociológica, ficou evidente que as duas coberturas vegetais (aberta e densa) da caatinga, independente de manejo adotado naquela parcela, apresentam elevado grau de perturbação, elucidado pelo baixo número de indivíduos, e pelos baixos valores dos parâmetros calculados.

Devido ao comportamento dos dados obtidos, não é possível afirmar que o pastejo esteja influenciando nas diferentes coberturas das caatingas, os baixos valores podem estar atrelados a fertilidade natural que é fator de limitações de solo para desenvolvimento de plantas. Para tais conclusões definitivas, são necessários novos estudos.

Os sinais de $\delta^{15}\text{N}$, a %N_{dda} e os valores N fixados também foram bastante variáveis nas parcelas estudadas. Com aportes baixos para N fixado no bioma caatinga. Pode-se observar que espécies com potencial para fixação estavam expressando pouca ou até nenhuma fixação. O que evidencia que essas áreas devem manter-se preservadas para que o equilíbrio natural dos ecossistemas seja restabelecido.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, L.J.O. et al. Biomassa nas florestas de caatinga nas microrregiões do Seridó Oriental (RN) e Seridó Ocidental (PB). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17, 2008, Rio de Janeiro.

ALCOFORADO FILHO, F.G.; SAMPAIO, E.V.S.B. & RODAL, M.J.N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifolia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta botânica brasílica*, v.17, p.287-303, 2003.

ALMEIDA J. R. Desempenho e características de cordeiros criados em creep feeding com silagem de grãos úmidos de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n.4, p.1048-1059, 2014.

ALTHOFF, T.D.; MENEZES, R.S.C.; CARVALHO, A.L.; PINTO, A. S.; SANTIAGO, G.A.C.F.; OMETTO, J.P.H.B.; VON RANDOW, C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Climate change impacts on the sustainability of fire wood harvestans vegetation and soil carbon stocks in a tropical dry Forest in Santa Teresina municipality, Northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 360, p. 367-375, 2016.

ALVES JÚNIOR. T. F.; BRANDÃO, C. F. L. S.; ROCHA, K. D. Efeito da borda na estrutura de espécies arbóreas e num fragmento de floresta ombrófila densa, Recife, PE. *Revista Brasileira Ciência Agrária*, Recife, v.1, n. único, p.49-56, 2007.

ALVES, R. N.; FARIAS, I.; MENEZES, R. S. C.; LIRA, M. A.; SANTOS, D. C. Produção de forragem pela palma após 19 anos sob diferentes intensidades de corte e espaçamentos. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 4, p. 38-44, 2007.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustiva-arborea de uma área de caatinga do Sériido, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ANDRADE, C.M.S.; ASSIS, G.M.L.; FERREIRA, A.S. Eficiência de longo prazo da consorciação entre gramíneas e leguminosas em pastagens tropicais. In: **Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Fortaleza, p. 31, 2015.

ANDRADE, F. N.; LOPES, J. B.; BARROS, R. F. M. de; LOPES, C. G. R.; SOUSA, H. S. de. Diversidade e estrutura de espécies arbustivo-arbórea em área destinada ao manejo florestal no município de São Francisco do Piauí, Piauí. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 14, n. 1, 2021.

ANDREWS, M.; JAMES, E.K.,SPRENT, J.I.,BODDEY, R.M.,GROSS, E., REIS JR, F.B. Nitrogen fixation in legumes and actinorhizal plants in natural ecosystems: values obtained using ¹⁵N natural abundance. **Plant Ecology and Diversity**, n. 4, p. 131-140, 2011.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Decomposition of arboreal legume fractions in a silvopastoral System. **Crop Science**, v. 56, n. 3, p.1356-1363, 2016.

APOLINÁRIO, V. X. O. et al. Tree legumes provide market able wood and add nitrogen in warm-climate silvopasture systems. **Agronomy Journal**, v.107, n. 5, p. 1915- 1921, 2015.

ARAÚJO FILHO, J. A. de. Manejo pastoril sustentável da caatinga. Recife, PE: Projeto Dom Helder Camara, p. 200, 2013.

ARAÚJO FILHO, J. A. de; CRISPIM, S. M. A. Pastoreio de bovinos combinado com caprinos e ovinos em áreas de caatinga no nordeste do Brasil. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1, ARAÚJO FILHO, J.A. Caatinga: agroecologia versus desertificação. **Ciência Hoje**, v. 30, n. 180, p. 44-45, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. A.; LEITE, E. R.; SILVA, N. L. Contribution of Woody species to the diet composition of goat and sheep in caatinga vegetation. **Pasture Tropicalis**, v.20, p.41-45, 1998.

ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, E.B.; CARVALHO, E.C. Pastagens no semi-árido: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: Simpósio sobre pastagens nos ecossistemas brasileiros: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável, 1995. Brasília, DE **Anais...** Brasília:SBZ, p.63-75, 1995.

ASHWORTH, A. J.; WEST, C. P. Biologically fixed nitrogen in legume inter cropped systems: Comparison of nitrogen difference and nitrogen-15 enrichment techniques. **Agronomy Journal**, 107(6): p. 2419-2430, 2015.

BARBOSA, A. DA S., ANDRADE, A. P. DE, FÉLIX, L. P., AQUINO, ÍTALO DE S., & SILVA, J. H. C. S. Composição, similaridade e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de áreas de caatinga. **Nativa**, v. 8, n.3, p.314-322, 2020.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; JUNIOR, G.B.M. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros, **Revista Brasileira Zootec.**, v.37, suplemento especial p.51-67, 2008.

BARIONI, L. G., MARTHA JÚNIOR, G. B., RAMOS, A. K. B., VELOSO, R. F. RODRIGUES, D. C., VILELA, L. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: **Simpósio Sobre o Manejo da Pastagem**, p. 105-153, FEALQ, Piracicaba, São Paulo, 2003.

CAMPOS, F. S.; GOIS, G. C.; VICENTE, S. L. A.; MACEDO, A.; MATIAS, A. G. S. Alternativa de forragem para caprinos e ovinos criados no semiárido. **NutritimeRevistaEletrônica**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 5004-5013, 2017.

CANFIELD, D. E.; GLAZER, A. N.; FALKOWSKI, P. G. The evolution and future of earth's nitrogen cycle. **Science**, v. 330, n. 6001, p. 192-196, 2010.

CANTARUTTI, R.B.; BODDEY, R.M. Transferência de nitrogênio das leguminosas para as gramíneas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, p. 431-445, 1997.

CARDOSO, J.A.F.; LIMA, A.M.N.; CUNHA, T.J.F.; RODRIGUES, M.S.; HERNANI, L.C.; AMARAL, A.J.; OLIVEIRA NETO, M.B. Organic Matter Fractions in a Quartzipsamment under Cultivation of Irrigated Mango in the Lower Francisco Valley Region, Brazil. **Revista Brasileira de Ciências do solo**, v. 39, p. 1068-1078, 2015.

CARVALHO, T.B.; ZEN, S.D. A cadeia de pecuária de corte no Brasil: evolução e tendências. **Revista IPecege**, v. 3, n. 1, p. 85-99, 2017.

CASTILHO, C.V. et al. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian forest: Effects of soil and topography. **Forest Ecology and Management**, v.234, n.1-3, p.85-96, 2006.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **PIB agronegócio**. 2019. Disponível em:<<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>.

CLEVELAND, C.C., HOULTON, B.Z., NEIL, C., REED, S.C., TOWNSEND, A.R., WANG, Y. Using indirect methods to constrain symbiotic nitrogen fixation rates: a case study from an Amazonian rain forest. **Biogeochemistry**, n. 99, p. 1- 13, 2010.

COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. PROTOCOLO DE MEDIÇÕES DE PARCELAS PERMANENTES. **Rede de Manejo Florestal da Caatinga**. 2005. [s.l:s.n.]

CORRÊA, A.L.; ABBOUD, A.C.S.; GUERRA, J.G.M.; AGUIAR, L.A. & RIBEIRO, R.L.D. Adubação verde com crotalária consorciada ao minimilho antecedendo a couve-folha sob manejo orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, n. 6, p. 956-963, 2014.

COSTA, G. M. D.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. D.; CONCEIÇÃO, A. A. Variações locais na riqueza florística em duas ecorregiões de caatinga. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 685-709, 2015.

COSTA, N. L. Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. **Embrapa**, Porto Velho, Rondônia, 2004.

CRISPIM, S. M. A. et al. Efeito da queima e herbivoria em áreas de campo cerrado na sub-região de Poconé, MT. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá. Anais... Corumbá, 2004.

DIAS, U. N. S.; ALVES, L. C.; BRAGA, M. F. N. DE S.; SOUZA, M. C.; SILVA, L. F. F. DA; SOUSA, W. DE S. E.; CARVALHO, F. A.; PIFANO, D. S. O. O componente

arbustivo-arbóreo em área de Depressão Sertaneja Meridional em Petrolina, PE. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, 28, p. 1-11, 2018.

DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4.ed. **Revista atual.eampl**. Belém: Ed. do Autor. 216p., 2011b.

DIAS-FILHO, M. B. Diagnóstico das pastagens no Brasil. **Embrapa**. Amazônia Oriental, Belém, PA, 2014.

DIAS-FILHO, M.B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 243-252, 2011a.

DÖBEREINER, J. A importância da fixação biológica de nitrogênio para a agricultura sustentável. **Biotecnologia Ciência**, p. 2-3, 1997.

EUCLIDES, V.P.B. Manejo de pastagens para bovinos de corte. **In: Curso de pastagens**, Palestras apresentadas. Campo Grande. Embrapa Gado de Corte, p. 21, 2001.

FABRICANTE, J. R. ANDRADE, L. A. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó Paraibano. **Oecologia brasiliensis**, 11, p. 341-349, 2007.

FAO. The state of food and agriculture. Rome: **FAO**, 2009. Disponível em: <<http://bit.ly/dcsAFD>>.

FARIAS R.C.; LACERDA A.V.; GOMES A.C., BARBOSA F.M; DORNELAS C.S.M. Riqueza florística em uma área ciliar de Caatinga no Cariri Ocidental da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 4, n. 7, p. 109-118, 2017.

FERRAZ, C, R.; ANABEL, A. M.; FERREIRA. R. A.; PRATA. N. A. P. Levantamento fitossociológico em área de caatinga no monumento natural grotado angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 89-98, 2013.

FERRAZ, J. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA J. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de Floresta, Pernambuco. **RevistaÁrvore**, v. 38, n. 6, p. 1055-1064, 2014.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, M. A., URBANO S. A. Novas Tecnologias para Alimentação de Bovinos Leiteiros na Seca. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15.1, p. 42-52, 2014.

Flora do Brasil 2020. 2021. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br>. Acesso em: 02 de janeiro de 2023.

FREITAS, A.D.S., SILVA, A.F., SAMPAIO, E.V.S.B. Yield and biological nitrogen fixation of cowpea varieties in the semi-arid region of Brazil. **Biomass and Bioenergy**, 45, 109-114, 2012b.

FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SANTOS, C.E.R.S. & FERNANDES, A.R. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. **Journal of Arid Environments**, v.74, n.3, p.344-349, 2010b.

Freitas, A.D.S., Sampaio, E.V.S.B., Santos, C.E.R.S., Fernandes, A.R. Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid Caatinga. **Journal of Arid Environments** v.74, p. 344-349, 2010c.

FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B; SANTOS, C.E.D.R.S.; SILVA, A.F.; SOUZA, R.J.C.D.; Fixação biológica de nitrogênio no Semiárido Brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia física**, v.8, n. 4, p. 585-597, 2015.

FREITAS, A.D.S.; SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.R.; FRAGA, V.S. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.9, p.1856-1861, 2011.

FREITAS, Ana Dolores Santiago de et al.. QUANTIFICAÇÃO DA FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO EM FRAGMENTOS DE CAATINGA NO AGRESTE DE PERNAMBUCO .. In: Anais da III reunião nordestina de Ciência do Solo. Ciência do Solo: Integração e uso do conhecimento para uma agricultura sustentável no Nordeste. Anais...Aracaju(SE) Unit e Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2017. Disponível em:

<<https://www.even3.com.br/anais/IIIrnscs/45146-QUANTIFICACAO-DA-FIXACAO-BIOLOGICA-DE-NITROGENIO-EM-FRAGMENTOS-DE-CAATINGA-NO-AGRESTE-DE-PERNAMBUCO-->>.

GIULIETTI, A.M., BOCAGE NETA, A.L., CASTRO, A.AJ.E Diagnóstico da vegetação nativa do bioma da caatinga. In: **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, p.47-90, 2004.

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P. DE; BARBOSA, M.R. DE V.; NETA, A.L.B. & FIGUEIREDO, M.A. Espécies endêmicas da caatinga. p. 103-176. In: Sampaio, E.V.S.; Giulietti, A.M.; Virgínio, J. & GamarraRojas, C.F.L. (Eds.). Vegetação e flora da caatinga. Recife, **Associação Plantas do Nordeste**, 2002.

HARDARSON, G., F. ZAPATA E SKA DANSO. Avaliação de campo da fixação simbiótica de nitrogênio por cepas de rizóbio usando metodologia de ¹⁵ N. **Plant Soil**, 82, p. 369-375, 1984.

Hartwig, U.A. The regulation of symbiotic N₂ fixation: a conceptual model of N feedback from the ecosystem to the gene expression level. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, 1, p. 92-120, 1984.

HÖGBERG, P. ¹⁵N natural abundance in soil-plant systems. *New Phytologist*, v.137, p.179-203, 1997.

HÖGBERG, P. ¹⁵N natural abundance in soil-plant systems. **New Phitol**, 137: p. 483-486, 1997.

HÖGBERG, P.; HÖGBOM, L.; SHINKEL, H.; HÖRBERG, M.; JOHANNISSON, C.; WALLMARK, H. N-15 abundance of surface soils, roots and micorrizas in profiles of European Forest soils. **Ecology**, 108: p. 207-214, 1996.

HOUGHTON, R.A.; HALL, F.; GOETZ, S.J. Importance of biomass in the global carbon cycle. *Journal of Geophysical Research*, v.114, G00E03, 2009.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15974-semiarido-brasileiro.html?t=acesso-ao-produto>>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). BDMEP–Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. 2018.

IPATA, P. L.; PESI, R. What is the true nitrogenase reaction? Aguided approach. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 42, n. 3, p. 142-144, 2015.

JARAMILLO, V.J. AHEDO-HERNÁNDEZ, R.; KAUFFMAN, J.B. Biomass, carbon, and nitrogen pools in Mexican tropical dry forest landscapes. **Ecosystems**, v.6, n.7, p.609-629, 2003b.

JÚNIOR, C. L.; ACCIOLY, L. J. O. , GIONGO, V., LIMA, R. L.F. A. ; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de equações alométricas e índice de vegetação. *Sci. For.*, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 289-298, 2014.

KENNEDY, I.R.; TCHAN, Y.T. Biological nitrogen fixation in non-leguminous Field crops: recente advances. **Palnt and Soil**, v. 141, p. 93-118, 1992.

KEUTER, A.; VELDKAMP, E.; CORRE, M. D. Asym biotic biological nitrogen fixation in a temperate grassland as affected by management practices. **Soil Biology & Biochemistry**, 70: p. 38-46, 2014.

KROL, M.S., A. JAEGAR, A. BRONSTERT & KRYWKOW, J. 2001. The semiarid integrated model (SDIM), a regional integrated model assessing water availability, 48 vulnerability of ecosystems and society in NE-Brazil. **Physics and Chemistry of the Earth** v. 26, p. 529-533, 2001.

LEMONS, J. R.; MEGURO, M. Estudo fitossociológico de uma área de Caatinga na Estação Ecológica (ESEC) de Aiuaba, Ceará, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 2, p. 39-50, 2015.

LIMA JUNIOR, C.; ACCIOLY, L. J. O.; GIONGO, V.; LIMA, L. R. F. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MENEZES, R. S. C. Estimativa de biomassa lenhosa da caatinga com uso de

equações alométricas e índice de vegetação. **ScientiaForestalis**, v. 42, n. 102, p. 289–298, 2014.

LIMA, B. G. COELHO, M. F. B. Fitosociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, Ceará, Brasil. **CiênciaFlorestal**, 28, p. 809-819, 2018.

LUSCHER, A.; MUELLER-HARVEY, I.; SOUSSANA, J.F.; REES, R.M. & PEYRAND, J.L. Potencial of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. **Grass and Forage Science**, v. 69, n. 2, p. 206-228, 2014.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Impactos do pastejo sobre as propriedades físicas do solo. In: SIMPÓSIO ESTRATÉGICO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., Viçosa. Anais... Viçosa, p. 209-250, 2004.

MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semiárido cearense. **Revista árvore**, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: **Embrapa**, 2017.

MARQUES, A. A. T.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; CARVALHO, F. F. R.; ARAÚJO, M. J. TORREÃO, J. N. C. Performance and carcass traits of Moxotó growing goat supplemented on native pasture under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.3, p.151-159, 2014.

MARTHA Jr., G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O.; BARIONI, L.G.; SOUSA, D.M.G. Pecuária de corte no Cerrado: uma visão conjuntural. In: MARTHA JR., G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.) Uso Eficiente de Fertilizantes em Pastagens no Cerrado. Planaltina: **Embrapa Cerrados**, 2006a.

MEDERIOS, A.S.; MAIA, S.M.F.; SANTOS, T.D.; GOMES, T.C.A. Soil carbon losses in conventional farming systems due to land-use change in the Brazilian semi-arid region. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 287, 2020.

NÓBREGA, G.H.; SILVA, E.M.D.; SOUZA, B.B.D.; MANGUEIRA, J.M. A produção animal sob influência do ambiente nas condições do semiárido nordestino. **Revista Verde**. v. 6, n. 1, p. 67-73, 2011.

PARENTE, H. N. Avaliação da vegetação e do solo em áreas de caatinga sob pastejo. **Revista Caatinga**. Mossoró, v.22, n3, p182- 190, 2009.

PARENTE, H. N.; PARENTE, M. O. M. Impacto do pastejo no ecossistema caatinga. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. UNIPAR*, Umuarama, v.13, n.2, p. 115-120, 2010

PEOPLES, M.B.; CRASWELL, E.T. Biological nitrogen fixation: investments, expectations and actual contributions to agriculture. **Plant and Soil**, v.141, n.1-2, p.13-40, 1992.

PEREIRA FILHO, J.M; SILVA, A. M. A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.1, p.77-90, 2013.

PEREIRA JÚNIOR, E. B. Efeito do pisoteio ovino sobre atributos do solo, em área de coqueiral. 2006. 35 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

PEREIRA, I. M. et al. Use-history effects on structure and flora of caatinga. *Biotropica*, v. 35, n. 2, p. 154–165, 2003.

PEREIRA, J.M. Leguminosas Forrageiras em sistemas de produção de ruminantes: onde estamos? Para onde vamos? Editores: OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. SIMFOR, Simpósio Sobre Manejo Estratégico Da Pastagem. **Anais...** Viçosa – MG. UFV: Departamento de Zootecnia. 2002.

QUEIROZ, L. P. Leguminosas da Caatinga. Universidade Estadual de Feira de Santana, **Kew Royal Botanic Gardens**. Associação Plantas do Nordeste, Feira de Santana, 2009.

RAMALHO, C. I.; ANDRADE, A. P.; FÉLIX, L. P.; LACERDA, A. V.; MARACAJÁ, P. B. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no semi-árido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 182-190, 2009.

REIS JÚNIOR, F.B.; SIMON, M.F.; GROSS, E.; BODDEY, R.M.; ELLIOTT, G.N.; NETO, N.E.; LOUREIRO, M.F.; QUEIROZ, L.P.; SCOTTI, M.R.; CHEN, W.M.; NORÉN, A.; RUBIO, M.C.; FARIA, S.M.; BONTEMPS, C.; GOI, S.R.; YOUNG, J.P.W.; SPRENT, J.I.; JAMES, E.K. Nodulation and nitrogen fixation by *Mimosa* spp. in the Cerrado and Caatinga biomes of Brazil. **New Phytol**, v.186, p.934-946, 2010.

REIS, V.M., OLIVEIRA, A.L.M., BALDANI, V.L.D., OLIVARES, F.L. E BALDANI, J.I. Fixação biológica de nitrogênio simbiótica e associativa. In: Fernandes, M.S. (Ed.). Nutrição mineral de plantas. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, p. 153-174, 2006.

RODAL, M. J. N.; MARTINS, F. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Levantamento quantitativo das plantas lenhosas em trechos de vegetação de caatinga em Pernambuco. *Caatinga*, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008a.

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. *Floresta e Ambiente*, v. 23, n. 4, p. 487-497, 2016.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C., FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M. & BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p. 1349-1356, 2011.

SAMPAIO, E. V. S. B.; FREITAS, A. D. Produção de biomassa na vegetação nativa do semi-árido nordestino. In: MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. (Eds.). Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido. 2. ed. Recife PE: Editora universitária - UFPE. p. 11–26, 2008.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J. & BARBOSA, M.R.V. (eds). Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. **Sociedade Botânica do Brasil**, p.203-224, 1996.

SANTANA, J. A.; ZACCHARIAS, A. F.S.; SILVA, A. B.; FREIRE, A. D. S. M.; ZACCHARIAS, E. G. Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021.

SANTOS, U.J.; DUDA, G.P.; MARQUES, M. C.; MEDEIROS, E.V.; LIMA, J.R.S.; SOUZA, E.S.; BROSSARD, M.; HAMMERCHER, C. Soil organic carbon fractions and humic substances are affected by land uses of Caatinga Forest in Brazil, **Arid Land Research and Management**, 2019.

SHEARERE, G. & D.H. KOHL. N₂-fixation in Field settings: estimations based on natural ¹⁵N abundance. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 13, p. 699-755, 1986.

SILVA, A. B. et al. Estoque de serrapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 37, v. 2 , p. 502-511, 2013.

SILVA, A. I.; SÁ-FILHO, G.; OLIVEIRA, L.; GUZEN, F.; CAVALCANTI, J.; CAVALCANTE, J. Perfil fitoquímico de extratos etanólicos e metanólicos do *Croton blanchetianus*. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 24, n.1, p. 134-142, 2021.

SILVA, E. D. G. DA, ALVES, A. R., COELHO, D. DA C. L., QUIRINO, N. I. L., HOLANDA, A. C. DE, & BEZERRA, R. M. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo em ambiente de caatinga, Rio Grande do Norte, Brasil . **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 125-130, 2022.

SILVA, J. M.; MEDEIROS, E. V.; DUDA, G. P.; BARROS, J. A.; SANTOS, U. J. Fames and microbial activities involved in the suppression of cassava root by organic matter. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 708-717, 2017.

SILVA, L.B.; SANTOS, F.A.R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Estudo comparativo da madeira de *Mimosa ophthalmocentra* Mart. exBenth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (Fabaceae-Mimosoideae) na caatinga nordestina. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 2, p. 301-314, 2011.

SILVA, L.L.G.G.; ALVES, G.C.; RIBEIRO, J.R.A.; URQUIAGA, S.; SOUTO, S.M.; FIGUEIREDO, M.V.B.; BURITY, H.A. Fixação biológica de nitrogênio em pastagens com diferentes intensidades de corte. **Arch. zootec.**, v. 59, n. 225, p. 21-30, 2010.

SILVA, S.O.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.; LIRA, M.A.; ALVES JÚNIOR, F.T.; CANO, M.O.O. & TORRES, J.E.L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.441-450, 2012.

SOUSA, F.P.; FERREIRA, T.O.; MENDONÇA, E.S.; ROMERO, R.E.; OLIVEIRA, J. G. B. Carbon and nitrogen in degraded Brazilian semi-arid soils under going desertification. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 148, p. 11-21, 2012.

SOUZA, J. A. N. RODAL, M. J. N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de Caatinga no rio Pajeú, floresta/Pernambuco-Brasil. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 4, p. 54-62, 2010.

SOUZA, L.Q.; FREITAS, A.D.S.; SAMPAIO, E.V.S.B.; MOURA, P.M. & MENEZES, R.S.C. How much nitrogen is fixed by biological symbiosis in tropical dry forests? 1. Trees and shrubs. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.94, p.171-179, 2012.

SOUZA, M. R.; FERREIRA, M. B.; SOUSA, G. G.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 329-335, 2020.

STAHL, L., NYBERG, G., HÖGBERG, P., BURESH, R.J. Effects of planted tree fallows on soil nitrogen dynamics, above-ground and root biomass, N₂-fixation and subsequent maize crop productivity in Kenya. **Plant and Soil** n. 243, p. 103-117, 2002.

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.

TERRA, A.B.C.; FLORENTINO, L.A.; REZENDE, A.V.D.; SILVA, N.C.D. Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista brasileira de ciências agrárias**, v. 42, n.2, 2019.

VARGAS, R.; ALLEN, M.F.; ALLEN, E.B. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. **Global Change Biology**, v.14, n.1, p.109-124, 2008.

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. 123 p, 1991.

VINCENT, J.M. Nitrogen fixation in leguminosas. **Academic Press**, Sydney, Austrália, p. 288, 1992.

WURZBURGER, N. et al. Molybdenum and phosphorus Interact to constrain symbiotic nitrogen fixation in tropical forests. **PLoS ONE**, 7(3):e33710, 2012.

XAVIER, D. F. et al. Dinâmica da serrapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 10, p. 1214-1219, 2011.



Emitido em 14/02/2023

PROJETO Nº 69/2023 - DCAA-DAG (11.01.02.06.06)

(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)

(Assinado digitalmente em 14/02/2023 15:27)
AMANDA MENEZES DA SILVA LEONCIO
ASSISTENTE EM ADMINISTRACAO
DCAA-DAG (11.01.02.06.06)
Matrícula: ###423#5

Visualize o documento original em <https://sigs.ufrpe.br/documentos/> informando seu número: **69**, ano: **2023**, tipo:
PROJETO, data de emissão: **14/02/2023** e o código de verificação: **b264601397**