



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS DE PATOS - PB**

JOSIAS DIVINO SILVA DE LUCENA

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS
DENDROMÉTRICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS EM SÃO JOSÉ DE
ESPINHARAS – PB, BRASIL**

Patos – Paraíba – Brasil

2017

JOSIAS DIVINO SILVA DE LUCENA

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS
DENDROMÉTRICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS EM SÃO JOSÉ DE
ESPINHARAS – PB, BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Valério Coutinho de Araújo

**Patos - Paraíba - Brasil
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DO CSTR

- L935a Lucena, Josias Divino Silva de
Análise da cobertura vegetal e estimativas de parâmetros dendrométricos de espécies florestais arbóreas em São José de Espinharas – PB, Brasil / Josias Divino Silva de Lucena. – Patos, 2017.
59f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2017.
- “Orientação: Prof. Dr. Lúcio Valério Coutinho de Araújo”.
- Referências.
1. Caatinga. 2. Volumetria. 3. Biomassa. I. Título.

JOSIAS DIVINO SILVA DE LUCENA

**ANÁLISE DA COBERTURA VEGETAL E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS
DENDROMÉTRICOS DE ESPÉCIES FLORESTAIS ARBÓREAS EM SÃO JOSÉ DE
ESPINHARAS – PB, BRASIL**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Florestal.

APROVADA EM: 14/02/2017

Prof. Dr. Lúcio Valério Coutinho de Araújo (UAEF/UFCG)
Orientador

Prof. Dr. Francisco das Chagas Vieira Sales (UAEF/UFCG)
1º Examinador

Prof. Dr. Assíria Maria Ferreira da Nóbrega (UAEF/UFCG)
2º Examinador

Dedico este trabalho aos meus pais José Nóbrega e Maria das Dores, aos meus irmãos e a minha avó Severina - mãe (*in memoriam*) por todo o apoio em todos os aspectos e pela motivação que me fizeram seguir em frente em todos os momentos, principalmente, nos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Ao criador de todas as coisas, o nosso Deus, pelo simples fato de me dar a oportunidade da vida, por me dar saúde e forças para superar todos os obstáculos que, por ventura, vieram a me afetar nesses cinco anos de curso e em toda minha vida. A Deus, toda honra e glória! É dele a vitória alcançada em minha vida!

Aos meus pais, José Nóbrega e Maria das Dores, por todo o apoio incondicional, amor, companheirismo, educação, motivação e por sempre me apontarem os ensinamentos para o caminho certo. Sou grato por terem me mostrado que a simplicidade e a humildade são pilares básicos e essenciais para se conseguir vencer através de méritos próprios.

A minha avó Severina - mãe (*in memoriam*), que apesar de não estar presente fisicamente nesses cinco anos da minha graduação, colaborou e muito para minha formação pessoal e profissional. Deixou um legado de mulher batalhadora, carinhosa, uma verdadeira mãe para mim, um exemplo de vida.

Aos meus irmãos Jean Marcos e Meiriele que, juntos com meus pais, formam a minha família - o meu bem mais precioso.

Ao professor Lúcio Coutinho, pela imensurável colaboração e apoio para a realização deste trabalho, pela atenção, pelos conselhos e por todas as oportunidades a mim disponibilizadas durante esta graduação. Além de professor, é um grande amigo da vida.

Aos membros da banca examinadora, Prof^o Francisco das Chagas Vieira Sales e Prof^a Assíria Maria Ferreira da Nóbrega, pela disponibilidade e pelas contribuições para o enriquecimento deste trabalho.

A toda minha família - avó, tios (as), primos (as), padrinhos (as), compadres, afilhado (Lucas Gabriel) por torcerem pela minha vitória, pelo apoio, pelos momentos de alegria vivenciados, enfim, por toda a motivação repassada, a qual foi muito importante por não me fazer desistir nos momentos difíceis.

A minha tia Dapaz e minhas primas Efigênia, Elizângela e Evinha, pelo apoio, irmandade e familiaridade, pela recepção carinhosa de sempre, pelos conselhos, enfim, por todos os momentos de alegria que serviram de motivação para continuar esta batalha.

Aos amigos Adriel, Aritano, Elivaldo, Josuelo, Manoel, Ramon e seu Raimundo, pela disponibilidade, comprometimento, empenho, paciência e por não medirem esforços para me ajudarem na coleta dos dados. A vocês, minha eterna gratidão.

Ao amigo poeta e engenheiro Ramon Medeiros e a toda sua família (Seu Raminho, Dona Joana e Rafael), pelo apoio essencial no período da coleta de dados. Não mediram esforços para me oferecer uma excelente recepção. A vocês, minha eterna gratidão.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal, especialmente, Leandro Calegari, Ivonete, Lucineudo, Joedla, Elisabeth, Patrícia, Jacob, Rivaldo, Rozileudo, pelos conhecimentos repassados, pela amizade e pelas oportunidades.

A todos da minha turma 2012.1 - Adão, Adriel, Amélia, Andréia, Fábio Junho, Fagner, Francisco (Noturno), Gutemberg, Helton, Jaqueline, Josueldo, Josy, Lenildo (Zé), Matthaus, Michele, Rennan, Samara, Silvana, Talita, Vinícius e Whenderson, pessoas que vivenciaram comigo momentos de alegria, angústia, comprometimento, ajuda, tristeza etc. Sem dúvida, vocês foram essenciais para essa vitória.

A Patrícia Lucena, pela amizade, apoio e ajuda na correção da linguagem textual.

Aos amigos e vizinhos do sítio poção castelo - meu local de origem, pela amizade, confiança e o carinho de sempre.

A todos da residência universitária (RUSAN), especialmente, os colegas e amigos do quarto 07 (Alexsandro, Jailson, João Henrique, Sávio Eudes e Whenderson) e do quarto 08 (especialmente Roberto e Juciê Jafer), amigos que me ajudaram durante diversos momentos nesses cinco anos.

Aos amigos do programa PET - Adriel, Ana Paula, Josueldo, Rennan, Beatriz, Renata, Iara, Raphael, Luan, Geovânio, Jefferson, Roberta e Yasmin.

A todos os colegas e amigos do curso de Engenharia Florestal, especialmente, Ramon, Roberto, Jaqueline Rocha, Sávio Maciel, Antônio (Ketin), Pedro Hermógenes, Geovana, Yasmin Yathiara, Adna, Sérvio, Valdirene, Bianca, Felipe Gomes, César e João Henrique.

Aos amigos de Ouro Branco com os quais convivi diretamente na UFCG – Raphael Almeida, Nayara, Rafaela, Davi, Antônio Carlos, Maurílio e Marcelo Lucena. Agradeço pela amizade e por terem feito parte de muitos momentos.

Aos amigos bons e testados, “cabras” simples e humildes, os formadores da “Laia” - Alcides, André, Edson, Elder, Jailson, João Marcos, José, Júnior e Renato. Agradeço pelo apoio, pelas alegrias compartilhadas, conversas e conselhos, os quais contribuíram como forma de motivação.

Aos funcionários da UFCG, especialmente os que fazem a Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal – Edinalva, Ivanice, seu Valter e todos os demais.

Aos que contribuíram direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho e que, por ventura, não foram citados. A todos, o meu muito obrigado!

LUCENA, Josias Divino Silva de. **Análise da cobertura vegetal e estimativas de parâmetros dendrométricos de espécies florestais arbóreas em São José de Espinharas - PB, Brasil.** 2017. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR), Patos - PB, 2017. 59 p.

RESUMO

Objetivou-se analisar a cobertura vegetal através de estimativas de parâmetros dendrométricos e qualiquantitativos para espécies florestais arbóreas em um fragmento de caatinga no município de São José de Espinharas, Paraíba. Para análise da vegetação, foi realizado um inventário florestal por meio de amostragem aleatória utilizando-se 32 unidades amostrais de 400 m². A coleta de dados do inventário seguiu as orientações do Protocolo de Medições da Rede de Manejo Florestal da Caatinga, sendo o nível de inclusão o CAP \geq 6 cm. Avaliou-se a composição florística, as variáveis qualitativas, a estrutura horizontal e diamétrica da fitocenose. As espécies *Poincianella pyramidalis* e *Aspidosperma pyriforme* foram estudadas individualmente para determinação de fatores de forma, fatores de empilhamento e peso das suas madeiras. Para isto, realizou-se a cubagem de 20 árvores por espécie através do método de Smalian. Com as toras das árvores cubadas formaram-se pilhas, as quais foram medidas e pesadas. Foram coletados discos de madeira para determinação da umidade e realizadas estimativas da densidade básica e da biomassa lenhosa média por espécie. Foram encontradas 18 espécies, 17 gêneros e 10 famílias botânicas representadas por uma densidade de 1378,91 árvores.ha⁻¹. O índice de diversidade de Shannon foi de 1,87 nats.ind⁻¹. Os fatores de forma obtidos foram 0,77 e 0,81 para *P. pyramidalis* e *A. pyriforme*, respectivamente, enquanto os fatores de empilhamento foram 2,96 para a primeira e 3,08 para a segunda. As famílias Fabaceae, Apocynaceae e Euphorbiaceae foram as mais representativas, sendo as espécies *P. pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* e *A. pyriforme* as mais importantes. Os valores dos índices de diversidade indicaram uma baixa diversidade florística. Constatou-se um alto número de fustes mortos, tortuosos e/ou bifurcados abaixo de 2,50 m. Os fatores de forma e de empilhamento obtidos sugerem estar havendo uma superestimativa no cálculo do volume. A madeira de *P. pyramidalis* foi mais pesada que a de *A. pyriforme*, com alta produtividade de biomassa lenhosa.

Palavras - chave: Caatinga. Volumetria. Biomassa lenhosa.

LUCENA, Josias Divino Silva de. **Analysis of vegetation cover and estimates of dendrometric parameters of tree species in São José de Espinharas - PB, Brazil.** 2017. End of course Monograph (Undergraduate in Forest Engineering) - Federal University of Campina Grande (UFCG), Health and Rural Technology Center (CSTR), Patos - PB, 2017. 59 p.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the vegetation cover through estimates of dendrometric and quantitative parameters for tree forest species in a caatinga fragment in the municipality of São José de Espinharas, Paraíba. For vegetation analysis, a forest inventory was carried out by means of random sampling using 32 sample units of 400 m². The data collection of the inventory followed the guidelines of the Measurement Protocol of the Caatinga Forest Management Network, the inclusion level being $CAP \geq 6$ cm. The floristic composition, the qualitative variables, the horizontal and diametric structures of the phytocosis were evaluated. The species *Poincianella pyramidalis* and *Aspidosperma pyriformium* were studied individually for determination of shape factors, stacking factors and wood weight. For this, 20 trees per species were counted using the Smalian method. With the logs of the cubed trees, piles were formed, which were measured and weighed. Wood discs were collected for moisture determination and estimates of the basic density and the average woody biomass per species. We found 18 species, 17 genera and 10 botanical families represented by a density of 1378,91 trees.ha⁻¹. The Shannon diversity index was 1.87 nats.ind⁻¹. The shape factors obtained were 0.77 and 0.81 for *P. pyramidalis* and *A. pyriformium*, respectively, while the stacking factors were 2.96 for the first and 3.08 for the second. The families Fabaceae, Apocynaceae and Euphorbiaceae were the most representative, being the species *P. pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora* and *A. pyriformium* the most important. The values of diversity indexes indicated low floristic diversity. A high number of dead, tortuous and / or forked stems below 2.50 m were found. The shape and stacking factors obtained suggest that there is an overestimation in the volume calculation. The wood of *P. pyramidalis* was heavier than that of *A. pyriformium*, with high yield of woody biomass.

Key words: Caatinga. Volumetry. Woody biomass.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Ojetivos Específicos	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 A Caatinga	12
3.2 O uso da biomassa como fonte de energia	13
3.3 Principais usos da caatinga.....	15
3.4 Uso da caatinga como fonte energética	16
3.5 Métodos de quantificação da madeira	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo.....	19
4.2 Inventário florestal.....	20
4.3 Análise florística e fitossociológica.....	21
4.5 Cubagem de fustes.....	22
4.6 Fator de forma	24
4.7 Volume empilhado e fator de empilhamento	24
4.8 Estimativas da densidade básica e biomassa	25
4.9 Análises dos dados	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Estatística do inventário.....	28
5.2 Composição florística.....	29
5.3 Diversidade florística.....	30
5.4 Estrutura horizontal	31
5.5 Estrutura diamétrica.....	35
5.6 Variáveis qualitativas	37
5.7 Fator de forma e fator de empilhamento	41
5.8 Biomassa verde e seca	45
6 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

A caatinga é a vegetação predominante na região semiárida brasileira e é caracterizada pela presença de uma miscelânea de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas que cobrem a maior parte do território dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e fração do nordeste de Minas Gerais, no vale do Jequitinhonha (LEAL et al., 2005).

Essa vegetação é dotada de várias adaptações morfológicas e fisiológicas que permitem a sua sobrevivência nos vários meses de deficiência hídrica durante o ano. O tamanho reduzido das folhas, a queda das mesmas na estação seca, o acúmulo de água nos tecidos vegetais, a presença de folhas modificadas e de raízes com função de reserva em algumas espécies são exemplos das estratégias desenvolvidas pelas plantas da caatinga.

Os recursos florestais da caatinga são utilizados para diversos fins, estando presentes na alimentação, habitação, vestuário, lazer e saúde das populações, por meio da oferta de bens e serviços na forma de frutos, fibras, corantes, ervas medicinais, madeira para construção, lenha e água (PAUPITZ, 2010). Esse autor ressalta ainda para a possibilidade de geração de rendas complementares oriundas da exploração de produtos da caatinga durante os períodos de estiagens, nos anos em que a produção das lavouras é afetada pelas secas, ou ainda, depois das colheitas e ao longo dos períodos pré-safra.

A procura pela utilização dos recursos florestais de forma mais equilibrada e sustentável, bem como a falta de informações que nos proporcionem um entendimento completo das espécies florestais exóticas e nativas, são aspectos fundamentais na condução de estudos científicos e no manejo de florestas (FORMENTO; SCHORN; RAMOS, 2004).

O estudo da análise estrutural através da florística e fitossociologia permite monitorar eventuais alterações na estrutura da vegetação e pode contribuir para o aumento do conhecimento sobre o bioma, sendo possível estabelecer ações que preservem seu patrimônio genético e sua utilização de forma racional (PEREIRA JÚNIOR; ANDRADE; ARAÚJO, 2013).

Araújo (2007) destaca a necessidade de se continuar realizando levantamentos que permitam identificar todas as espécies da caatinga, seus padrões de distribuição, bem como as relações com os fatores ambientais, de modo a fornecer subsídios para a distinção dos diferentes tipos de caatinga e suas correlações florísticas.

Em se tratando da quantificação e comercialização da madeira, o volume das árvores é a variável mais utilizada. As estimativas dessa variável podem ser realizadas através de vários

métodos, entre os quais se destacam a utilização de um fator de forma pré-estabelecido e a aplicação de equações volumétricas desenvolvidas a partir de modelos matemáticos de regressão.

O conhecimento das variáveis dendrométricas de espécies florestais de maneira precisa é um subsídio essencial para a quantificação do estoque de madeira. A aplicação de um fator de forma conhecido e preciso, por exemplo, dispensa a aplicação dos métodos de cubagem rigorosa, que em muitos casos são inviáveis.

Diferentemente do volume, outra possibilidade de quantificação e comercialização da madeira é através do seu peso, tendo em vista que a mesma se trata de um produto sólido, sendo mais coerente e indicado se utilizar essa grandeza. Portanto, apesar de ser mais trabalhoso, esse método pode ser uma alternativa confiável, justificando a realização de estudos visando a ampliação do conhecimento e a viabilização do seu uso.

Conhecer as características estruturais da vegetação em conjunto com as características dendrométricas é relevante para o fornecimento de informações inerentes ao seu manejo e aos aspectos econômicos. Assim, o presente estudo buscou responder os seguintes questionamentos: quais as espécies mais importantes no fragmento de caatinga no município de São José de Espinharas - PB? Quais os valores médios encontrados para o fator de forma, fator de empilhamento e peso da madeira de duas espécies que se destacam nesse fragmento?

Nesse sentido, este estudo pretende contribuir com informações acerca da estrutura da vegetação em um fragmento de caatinga visando subsidiar a conservação e o manejo adequado desse ecossistema. Além disso, busca colaborar com informações referentes à quantificação de madeira para duas espécies florestais com alto valor de importância na referida região, gerando subsídios que possibilitem empreendedores, pesquisadores e demais interessados a utilizarem estimativas confiáveis para quantificar e comercializar os produtos madeireiros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a cobertura vegetal através de estimativas de parâmetros dendrométricos e qualiquantitativos para espécies florestais arbóreas em um fragmento de caatinga no município de São José de Espinharas, Paraíba.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a composição florística e fitossociológica em um fragmento de caatinga;
- Conhecer a estrutura horizontal e diamétrica da floresta;
- Avaliar as variáveis qualitativas da fitocenose;
- Estimar fatores de forma e fatores de empilhamento para as espécies estudadas;
- Realizar comparações entre volume empilhado, volume real e peso.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Caatinga

A caatinga, que representa cerca de 70% da cobertura vegetal da região Nordeste e ocupa aproximadamente 11% do território nacional, é caracterizada como uma vegetação xerófila, com ampla variação fisionômica e florística, predominando maior frequência de espécies pertencentes às famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Cactaceae (DRUMOND et al., 2002).

Mesmo sendo um dos grandes domínios florísticos-vegetacionais brasileiros, a caatinga é um dos mais desconhecidos e o menos protegido, possuindo menos de 2% de sua área sob a forma de unidades de conservação de proteção integral (SANTANA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2014).

Sua vegetação é constituída por árvores e arbustos de porte reduzido, em sua maioria, espinhosas e decíduas, que perdem suas folhas no início da estação seca. A composição botânica do bioma conta ainda com a predominância de plantas anuais, cactáceas, bromeliáceas e componentes do estrato herbáceo, representado por gramíneas e dicotiledôneas (SANTOS et al., 2010).

Pereira Filho e Bakke (2010) ressaltam que na maioria dos levantamentos realizados na caatinga verifica-se que a ação do homem tem submetido esta vegetação a um processo de sucessão secundária e que as espécies lenhosas pioneiras como a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e marmeleiro (*Croton blanchetianus* Baill.) são as mais frequentes, ocorrendo também outras espécies como catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz), mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.), mofumbo (*Combretum leprosum* Mart.), dentre outras. No estrato herbáceo, os autores citam como mais frequentes as gramíneas, como as milhãs (*Brachiaria plantaginea* e *Panicum sp.*), capim rabo-de-raposa (*Setaria sp.*) e capim panasco (*Aristida setifolia* H. B. K.) e, dentre as dicotiledôneas, destacam-se mata-pasto (*Senna obtusifolia*), alfazema-brava (*Hyptis suaveolens* Point), malva-branca (*Sida cordifolia* L.), feijão-de-rola (*Phaseolus patyroides* L.), centrosema (*Centrosema sp.*), erva-de-ovelha (*Stylosanthes humilis* H. B. K.), manda-pulão (*Croton sp.*), brejo (*Amaranthus sp.*), dentre outras.

O bioma Caatinga compreende um mosaico composto de diferentes formações que apresentam diversas transições. Essa variedade de aspectos fisionômicos resulta de uma inter-

relação complexa entre fatores ecológicos, como clima, topoclima, condições edáficas e topográficas, e fatores antrópicos, gerando dificuldades para uma classificação padronizada da vegetação de caatinga (ALVES, 2009). Rodal; Martins e Sampaio (2008) apontam ainda as diferenças litológicas como fatores determinantes para o diversificado mosaico vegetacional.

Diante dessas variações vegetacionais, Rodal; Araújo e Barbosa (2005) ressaltam a necessidade de ampliar o número e a área de unidades de conservação, a fim de que se abranja todas as fisionomias do complexo mosaico edafoclimático presente no bioma. Portanto, os autores atentam para a criação de unidades de conservação capazes de representar essa heterogeneidade espacial dos fatores abióticos, em especial os tipos de solos, a topografia e a geomorfologia.

A caatinga é um importante bioma exclusivamente brasileiro, porém tem sido desmatado de forma acelerada. Mesmo diante de alguns entraves, sua correta utilização pode contribuir para o desenvolvimento da região Nordeste e do país tendo em vista seu imenso potencial para a conservação de serviços ambientais, uso sustentável e bioprospecção (SFB, 2013).

O desmatamento para obtenção de lenha ou para uso agrícola e pastoreio da área, na maioria dos casos seguidos do abandono e ocorrendo a posterior regeneração, ocasionaram o desequilíbrio entre espécies tardias, intermediárias e pioneiras, a exposição do solo e perda do banco de sementes, acarretando a degradação de grandes extensões de áreas de caatinga (COSTA et al., 2009).

Cerca de 45% de sua área foi desmatada até o ano de 2009, o que corresponde, em números absolutos, a um total de aproximadamente 377.000 km² (MMA, 2011). Durante o período de 2002-2008, a caatinga sofreu um desmatamento médio anual de 0,33% (2763 km²/ano) de sua cobertura vegetal nativa (MMA, 2010), porém, esse percentual caiu para 0,23% (1.921,18 km²/ano) entre 2008-2009 (MMA, 2011).

Implantar o manejo da caatinga é uma necessidade urgente, como forma de harmonizar a exploração e a diversidade biológica em um dos biomas mais frágeis do país (ANDRADE et al., 2005).

3.2 O uso da biomassa como fonte de energia

Biomassa é todo material orgânico, não fóssil, que dispõe de energia química no seu interior, o que abrange todas as vegetações aquáticas ou terrestres, árvores, biomassa virgem,

lixo orgânico, resíduos de agricultura, esterco de animais e outros tipos de restos industriais (OMACHI et al., 2004).

A biomassa pode ser adquirida de vegetais não-lenhosos, de vegetais lenhosos, por exemplo, a madeira e seus resíduos, e ainda de resíduos orgânicos, entre os quais estão os resíduos agrícolas, urbanos e industriais, além da possibilidade de obtê-la dos biofluidos, como os óleos vegetais (CORTEZ; LORA; AYARZA, 2008).

No século XX e início do século XXI, a produção de energia mundial através da biomassa representava 10%. Destes, 8,4% era utilizada sob a forma de biomassa tradicional, não sustentável, para aquecer ambientes e cozinhar, enquanto 1,91% eram usados como formas modernas de energia, principalmente na geração de eletricidade, produção de carvão vegetal ou de etanol (GOLDEMBERG, 2009).

O cenário energético nacional tem a lenha como uma fonte importante, destacando-se por ser um recurso natural renovável, com uma possibilidade de produção sustentável e por não possuir o caráter poluidor de outras fontes fósseis. Soma-se ainda a aptidão florestal brasileira e sua grande extensão geográfica (VALE et al., 2000).

O uso da madeira como fonte de energia tem ganhado força sobre outras alternativas energéticas, como os painéis solares e as turbinas eólicas (VALE; FIEDLER; SILVA, 2002). Esses autores apontam que a utilização no setor industrial pode ocorrer de forma direta, através da queima da lenha e de resíduos de reflorestamentos, ou na forma indireta, caracterizada pela transformação da madeira de reflorestamento ou de origem nativa em carvão vegetal, enquanto que a usada no setor residencial é originária da vegetação nativa da mata atlântica, caatinga e cerrado.

Dentre as alternativas energéticas provenientes da biomassa, o biodiesel tem se destacado como uma importante opção de geração de energia limpa, além de ser uma oportunidade de geração de renda e diversificação da produção para agricultores familiares que trabalham no setor produtivo de oleaginosas (FONSECA; VIEIRA, 2011).

Entre as diversas fontes renováveis de biomassa conhecidas, destacam-se lenha, carvão vegetal, babaçu, óleos vegetais, resíduos vegetais, sisal, biogás, casca de arroz, além da cana de açúcar, por meio de seus derivados como o bagaço, a palha e o álcool (SOARES et al., 2006).

3.3 Principais usos da caatinga

A caatinga tem sua ocupação histórica baseada na exploração extrativista de seus recursos naturais, que num passado mais recente tem atingido índices críticos, pois atingem os diversos setores como a extração da madeira, a caça indiscriminada de animais silvestres, a extração de mel de abelha, a colheita de frutos nativos e o uso de plantas medicinais, além do superpastejo dos ruminantes e a agricultura extensiva, os quais têm sido apontados como os principais fatores de degradação atual em que o bioma se encontra (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013).

As cactáceas possuem importância econômica, principalmente, pelo valor ornamental e forrageiro. Na época de estiagem, algumas espécies, a exemplo do mandacaru (*Cereus jamacaru* DC.), são aproveitadas para alimentação de bovinos, caprinos e ovinos, (ROCHA; AGRA, 2002). Silva e Alves (2009) estudaram as características físico-químicas dos frutos de mandacaru e encontraram características adequadas tanto para o consumo *in natura* quanto para o processamento industrial, indicando a possibilidade de serem usados para a fabricação de doces e geléias.

Em estudo realizado por Ferraz, Meunier e Albuquerque (2005) sobre o uso das plantas lenhosas situada na mata ciliar do Riacho do Navio, município de Floresta - PE, foram relatados usos para 34 espécies nativas lenhosas, com destaque para as espécies *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Schinopsis brasiliensis* Engl. e *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore, que foram citadas em maiores números de categorias de uso. No total, foram mencionados 41 tipos de uso, sendo os principais, alimento de criação, alimento humano, lenha, mourão, estaca de cerca e tratamento de desordens respiratórias. Observou-se ainda que a valorização dos frutos nativos de *Spondias tuberosa* Arr. Câmara, por exemplo, pode contribuir para a diversificação e segurança alimentar.

Conforme Cavalcanti e Resende (2006), o imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) é uma planta nativa e endêmica da caatinga de grande importância sócio-econômica, principalmente pelo aproveitamento de seus frutos pelos pequenos agricultores, que os comercializam na forma *in natura* ou como doces, geléias, etc., além de uma parte da produção ser consumida por animais silvestres e domésticos, especialmente pelos caprinos.

No município de Cabaceiras-PB, foram registradas 41 espécies, divididas em 11 categorias de uso, destacando-se forragem com 29 espécies, seguida por tecnologia com 26, e combustível, medicinal e outros usos obtiveram valores iguais, 25 espécies cada uma. As

espécies que foram mais citadas pela população local foram aroeira (*M. urundeuva*), pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.), quixabeira (*Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn.) e catingueira (*P. pyramidalis*) (SILVA et al., 2014).

O ecoturismo tem surgido como uma alternativa de geração de emprego e renda para a população local (CAVALCANTE, 2009). O autor analisou o potencial turístico do Parque Estadual da Pedra da Boca, localizado na porção Norte do município de Araruna, PB, enfatizando que o local possui um conjunto rochoso de grande beleza cênica, além de uma geomorfologia singular e com potencial para a prática de esportes radicais, ecoturismo, lazer, pesquisa e educação, ou seja, com um alto poder de atração para turistas, pesquisadores e estudantes.

3.4 Uso da caatinga como fonte energética

A lenha da caatinga se destaca entre as principais fontes de energia utilizadas no semiárido nordestino, com relevância para o consumo doméstico e das indústrias, principalmente as de panificação, olarias e calcinação de gipsita no polo gesseiro da região do Araripe (LIMA JÚNIOR et al., 2014). Apesar dessa intensa exploração, Silva e Sampaio (2008) ressaltam a pouca informação sobre as quantidades de biomassas que são retiradas desse bioma.

O bioma Caatinga tem uma vegetação composta em grande parte por plantas arbustivas, característica que tem restringido seu aproveitamento econômico ao emprego para forragem, fins medicinais, taninos e energia. Dessa forma, a utilização da madeira para fins energéticos é significativa na região, principalmente pela vantagem comparativa com os preços elevados dos outros insumos (PAES et al., 2013).

Oliveira et al. (2006) complementam esta afirmação ressaltando que a presença de muitas ramificações e de fustes tortuosos e retorcidos tem limitado o uso das espécies desse bioma para estacas, lenha e carvão.

A maior parte da lenha utilizada é explorada de forma insustentável e ilegal. Machado, Gomes e Mello (2010) em pesquisa realizada em nove cerâmicas implantadas em municípios no Estado de Sergipe constataram que o uso de lenha de espécies nativas ocorre em todos os municípios, com destaque para o uso das espécies angico, catingueira, juazeiro, jurema, marmeleiro e sabiá. Além disso, a base energética das cerâmicas encontra-se num quadro insustentável, pois de uma demanda total de 4225 estéreos de lenha por mês, metade é

procedente de vegetação nativa da caatinga sem plano de manejo e/ou de espécies exóticas frutíferas sem plantio de reposição.

3.5 Métodos de quantificação da madeira

O conhecimento do volume de madeira de uma floresta é de grande relevância, tornando-se cada dia mais importante para a implantação de plantios de espécies nativas, pois a valorização da madeira, o uso social, ecológico e economicamente correto é uma forte necessidade da sociedade (SANTOS et al., 2012). Segundo esses autores, essa preocupação faz referência ao planejamento, ordenamento e otimização do uso da madeira, com precisão na quantificação do volume dos povoamentos florestais.

Dentre os métodos utilizados, o fator de forma é uma opção antiga, recomendado para situações em que não se tenha nenhuma informação sobre a forma da árvore ou quando o trabalho de inventário exigir rapidez, fornecendo estimativas confiáveis do volume, desde que se controle a tipologia florestal, espécie e classe diamétrica (FIGUEIREDO; SCHROEDER; PAPA, 2009).

Thaines et al. (2010) citam a utilização da análise de regressão como um dos métodos de quantificação do volume de madeira de árvores em pé e afirmam que através de equações de volume devidamente ajustadas às características do povoamento pode-se estabelecer uma base sólida para elaboração de planos de manejo.

O volume de madeira aproveitável de uma árvore depende, basicamente, do uso a que se destina. Por isso, existem vários tipos de volume que expressam as diferentes formas de como o volume de madeira de uma árvore pode ser medido, a exemplo do volume comercial e total, do volume com casca e sem casca, do volume sólido e empilhado (BATISTA; COUTO; SILVA FILHO, 2014).

No Brasil, a utilização do volume empilhado e sua respectiva unidade de medida, o estéreo, para a comercialização de lenha é praticada desde os tempos coloniais e ainda perdura atualmente para a comercialização de quase todo tipo de madeira, desde a lenha que as padarias ou restaurantes compram em pequenas quantidades, até a madeira para produção industrial comercializada pelas grandes indústrias (BATISTA; COUTO, 2002).

A conversão do volume real para volume de madeira empilhado pode ser obtida por diferentes métodos, dentre os quais se destaca o fator de empilhamento, que se trata de um método indireto que relaciona o volume real de madeira contida numa pilha (em m³) com o volume em estéreo (dimensões da pilha) (BATISTA; COUTO, 2002).

Apesar da praticidade, a estimativa do volume empilhado através de um fator de empilhamento é influenciada por diversas características como o diâmetro e comprimento das toras, espessura de casca, forma de empilhamento, espécie e idade, podendo produzir valores discrepantes, comprometer o planejamento florestal e gerar desconfianças quanto à comercialização (CAMPOS; LEITE, 2013; BINOTI et al., 2014).

Por ser um produto sólido, a recomendação do Sistema Internacional é a utilização da massa como forma de medida da madeira, sendo a unidade o quilograma ou a tonelada. A biomassa tem sido utilizada em estudos ecológicos como forma de determinar a capacidade produtiva de um ecossistema (BATISTA; COUTO, 2002).

Diante da estreita relação que existe entre peso de madeira e capacidade energética, é interessante apresentar os resultados de inventários florestais também em massa de madeira, o que garante estimativas mais estáveis do potencial dos povoamentos florestais e pode resultar em facilidades em avaliações econômicas necessárias para a determinação de planos de colheita e de manejo (CAMPOS; LEITE, 2013).

Na caatinga, ainda são poucos os estudos desenvolvidos visando a quantificação da biomassa, destacando-se os desenvolvidos para a vegetação do Seridó por meio de equações alométricas e da densidade básica (AMORIM et al., 2005; SANTOS et al., 2016) e os desenvolvidos para algumas espécies individuais (FERRAZ, 2011; AZEVÊDO et al., 2014).

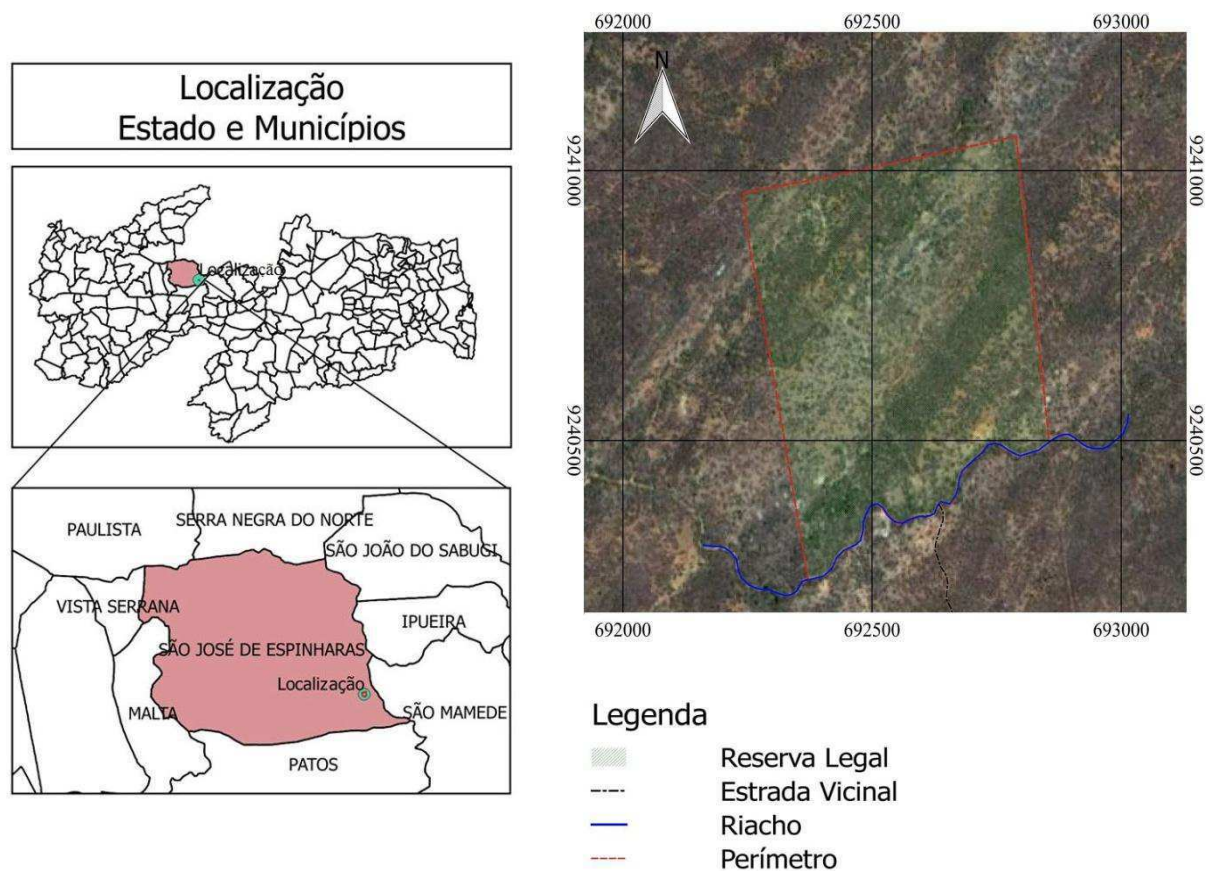
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização e Caracterização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na propriedade rural denominada Sítio Jatobá, localizada no município de São José de Espinharas, Paraíba, situado na mesorregião do Sertão Paraibano, especificamente na microrregião de Patos.

O levantamento florístico e fitossociológico para análise da vegetação foi realizado na área da Reserva Legal da propriedade, que engloba uma área aproximada de 34 hectares e está inserida geograficamente sob as coordenadas $37^{\circ} 15' 32,548''$ e $37^{\circ} 15' 16,41''$ de longitude oeste e $6^{\circ} 52' 12,99''$ e $6^{\circ} 52' 4,632''$ de latitude sul S, a sudeste da cidade de São José de Espinharas, distando aproximadamente 10 km da mesma por estrada de acesso (Figura 1).

Figura 1 — Localização da área de estudo



Fontes — GOOGLE (2015); IBGE (2015)

A área da reserva sempre teve seus recursos florestais preservados ao longo do tempo, porém relata-se a predominância de atividades pecuárias no passado, especialmente o pastoreio por bovinos, o qual perdura até os dias atuais.

O abate das árvores para o estudo das características dendrométricas foi executado numa área no interior da propriedade que não abrangeu a Reserva Legal, atendendo o disposto na Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabelece o dever de conservar a vegetação da Reserva Legal, só permitindo a exploração por meio do manejo sustentável.

O município de São José de Espinharas está inserido na região conhecida como Polígono das Secas. Apresenta clima do tipo Aw', caracterizado por ser quente e úmido com chuvas de verão e outono. A temperatura média anual situa-se em torno de 28 °C e a precipitação pluviométrica média anual totaliza cerca de 880 mm distribuídos irregularmente, em que 79% deste total concentra-se em quatro meses do ano (CPRM, 2005).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo BSh, caracterizado por ser um clima semiárido, quente e seco, com precipitação média abaixo de 800 mm (ALVARES et al. , 2013).

Os solos que predominam no município são os Luvisolos, cujas características são de serem rasos a pouco profundos, rico em bases (nutrientes) e com argila de alta atividade, porém possuem limitações ao uso, como a alta suscetibilidade à erosão, presença comum de pedregosidade superficial e pequena profundidade efetiva (EMBRAPA, 2014).

Na maior parte da área do município, a topografia compreende um relevo ondulado à suavemente ondulado com declividade média a baixa, com exceção de áreas situadas na porção sudeste e extremo sul, as quais apresentam relevo ondulado à fortemente ondulado marcadas pela presença de algumas serras que atingem altitudes próximas a 600 m (CPRM, 2005).

A vegetação é classificada como savana-estépica, que compreende a caatinga do sertão árido nordestino (IBGE, 2012). Na divisão do bioma Caatinga, o município de São José de Espinharas está incluído na ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional, caracterizada por uma vegetação de caatinga arbustiva a arbórea, sobre solos de origem cristalina (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002).

4.2 Inventário florestal

O inventário florestal foi realizado para o conhecimento da composição florística e fitossociológica da vegetação, sendo possível identificar as espécies mais frequentes e

dominantes, além da obtenção dos resultados referentes à estrutura de diâmetros e às estimativas de área basal e volume.

As unidades amostrais foram distribuídas aleatoriamente na área de estudo, caracterizando uma Amostragem Inteiramente Aleatória (PÉLLICO NETTO; BRENA, 1997). Foi utilizado um total de 32 unidades amostrais de dimensões 20 x 20 m (400 m²), totalizando uma área amostral de 1,28 ha.

A coleta de dados foi realizada seguindo as orientações do Protocolo de medições de parcelas permanentes da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC, 2005). No interior das unidades amostrais foram amostrados todos os indivíduos vivos ou mortos ainda em pé, considerando um nível de inclusão de 6 cm para a circunferência a altura do peito (CAP). Dessa forma, os dados coletados foram nome popular, circunferência ao nível da base (CNB, altura de 0,30 m), circunferência a altura do peito (1,30 m), medição da altura total e as variáveis qualitativas.

O reconhecimento das espécies foi realizado primeiramente em campo, por meio do nome popular, determinado com auxílio de mateiros e técnicos experientes na caatinga da área de estudo e, posteriormente, foi feita a identificação da sinonímia e grafia dos táxons através de consulta à Maia (2004) e Forzza (2016). No período do inventário, a vegetação estava em dormência, não havendo, portanto, material vegetativo e reprodutivo.

De posse dos resultados da estrutura horizontal da vegetação obtidos através do inventário, foram selecionadas as duas espécies objeto de pesquisa neste estudo – *Poincianella pyramidalis* (catingueira) e *Aspidosperma pyrifolium* (pereiro), utilizando-se como critérios o valor de importância (VI), a importância comercial na região e o porte arbóreo característico da espécie.

4.3 Análise florística e fitossociológica

A composição florística foi analisada com base na distribuição dos indivíduos em espécies e famílias e a riqueza através dos índices de Shannon-Weaver e da equabilidade de Pielou, bem como do índice de dominância de Simpson.

A análise fitossociológica foi feita através do conhecimento da estrutura horizontal. Os parâmetros avaliados da estrutura horizontal foram a densidade, a frequência e a dominância, bem como, os respectivos índices de importância.

4.4 Variáveis qualitativas

Na presente pesquisa, os indivíduos foram avaliados quanto às variáveis referentes à classe de vitalidade, a qualidade de fuste e a posição no dossel, todas padronizadas e descritas pela rede de manejo florestal da caatinga (RMFC, 2005).

A classe de vitalidade avalia cada fuste em função de sua vitalidade e sanidade, de acordo com a seguinte classificação:

1. Fuste sadio;
2. Fuste doente ou muito atacado por insetos ou patógenos;
3. Fuste morto.

A qualidade do fuste diz respeito ao estado que prevalece na maior parte do fuste, sendo:

1. Totalmente reto, sem defeitos, sem bifurcações até 2,50 m;
2. Ligeiramente torto ou com poucos defeitos, sem bifurcações até 2,50 m;
3. Muito torto, com defeitos graves (oco, rachado ou podre), ou com bifurcações até 2,50 m.

A posição da copa é avaliada em função do dossel geral da parcela e não apenas das árvores vizinhas, sendo assim diferenciada:

1. Dominante (se pertence aos 10% das árvores mais altas da parcela);
2. Intermediária (se localizada no nível médio de altura das árvores da parcela);
3. Oprimida (se localizada por debaixo de outras copas da parcela).

4.5 Cubagem de árvores

A cubagem rigorosa foi realizada procurando atender a variação diamétrica obtida com os resultados do inventário. Foram utilizadas sete classes diamétricas com amplitude de 5 cm, tendo-se como referência o diâmetro a altura do peito (1,30 m). O valor do limite inferior da classe 1 foi de 1,5 cm e a última classe (classe 7) compreendeu os indivíduos acima de 31,5 cm.

Antes do abate, foram tomadas as medidas de circunferência a 0,30 m do solo (CNB), circunferência na altura de 1,30 m (CAP) e a altura total da árvore. Os dados de CAP foram transformados para diâmetro (DAP) por meio da divisão pelo valor de π (π).

No caso de árvores contendo fustes com mais de uma ramificação na altura do peito, foram tomadas todas as medidas e transformadas em um único valor, correspondente ao

diâmetro equivalente (DEq) valor este utilizado no cálculo do volume cilíndrico (SILVA, 2005; SOUZA et al., 2016). Nessa situação, a altura total mensurada foi a da maior ramificação. Nos fustes que não apresentaram bifurcação, o valor do DEq foi o próprio DAP.

$$DEq = \sqrt{\sum DAP^2} \quad ; \quad V_{cilíndrico} = \frac{\pi * (DEq)^2}{40000} * Ht \quad (1)$$

Em que:

DEq - diâmetro equivalente, em cm;

DAP - diâmetro a altura do peito (1,30 m) com casca, em cm;

$V_{cilíndrico}$ - volume cilíndrico da árvore obtido pelo DEq e pela altura, em m^3 ;

Ht - altura total, em m.

Foram abatidas 20 árvores de *P. pyramidalis* e 20 de *A. pyrifolium*. O abate das árvores foi realizado ao nível do solo, com auxílio de um motosserra. Nas classes com alta densidade, foi considerada toda a amplitude da classe diamétrica para a seleção dos indivíduos a serem amostrados, enquanto que nas classes com menor número de indivíduos procurou-se amostrar os que tivessem diâmetros próximos ao valor central da classe.

A árvore individual foi seccionada em toras regulares de 1 m de comprimento sobre os fustes, mediu-se a circunferência nas duas extremidades, até atingir um valor mínimo aproveitável em torno de 6 cm de circunferência, ou seja, diâmetro mínimo de 1,91 cm. Quando necessário, também se anotou o comprimento das toras menores que 1 metro de comprimento e suas respectivas extremidades.

Com os dados de circunferências nas duas extremidades e o comprimento da tora, foram calculados os volumes totais por árvore através do método de Smalian (SILVA; PAULA NETO, 1979).

$$V_j = \sum_{i=1}^n \left(\frac{g_{i1} + g_{i2}}{2} \right) \times L_i \quad ; \quad g_i = \frac{\pi D_i^2}{40000} \quad (2)$$

Em que:

V_j - volume da árvore j, com casca, em m^3 ;

g_i - área da seção i, em m^2 (i_1 = início da seção; i_2 = fim da seção);

D_i - diâmetro da seção i, em cm;

L_i - comprimento da seção i, em m; e,

π - 3,141592654.

4.6 Fator de forma

O fator de forma é encontrado pela razão entre o volume real da árvore e o volume de um cilindro que possua o diâmetro igual ao DAP da árvore e altura também igual a da árvore. O volume real é conhecido empregando-se qualquer método de cubagem (SILVA; PAULA NETO, 1979). Dessa forma, o fator de forma foi obtido pela seguinte fórmula:

$$F_f = \frac{V_{\text{real}}}{V_{\text{cilíndrico}}} \quad (3)$$

Em que:

F_f – fator de forma;

V_{real} – volume real obtido pela cubagem rigorosa;

$V_{\text{cilíndrico}}$ – volume cilíndrico da árvore obtido pelo DEq e pela altura total.

Com a posse dos dados, foi calculado um fator de forma médio por classe diamétrica, bem como, um fator médio por espécie.

De acordo com Silva (2005), o correto para as espécies da caatinga é considerar o fator de forma como um fator de conversão, pois o volume total da árvore é todo volume aproveitável, incluindo o volume do fuste e dos galhos. Na presente pesquisa, incluíram-se os galhos com diâmetro mínimo de 1,91 cm.

4.7 Volume empilhado e fator de empilhamento

As árvores cubadas anteriormente tiveram suas toras amontoadas, individualmente, sustentadas e apoiadas por estacas de madeira de modo a se formar uma pilha para cada árvore. Em cada pilha foram tomadas três medidas de altura e três de largura, sendo duas nas extremidades e uma no centro da pilha (Figura 2).

Figura 2 — Pilha formada com as toras de uma árvore-amostra utilizada na cubagem (A). Medição da altura da pilha (B).



Fonte — Dados da pesquisa

O volume empilhado foi obtido ao multiplicar as médias das alturas e larguras da pilha pelo comprimento médio das toras, que foi em torno de 1 metro. Como o volume real de cada árvore foi conhecido através da cubagem, foi possível calcular o fator de empilhamento para cada árvore.

$$F_e = \frac{V_{\text{empilhado}}}{V_{\text{real}}} \quad (4)$$

Em que:

F_e - fator de empilhamento;

$V_{\text{empilhado}}$ - volume empilhado em st;

V_{real} - volume real em m³, obtido pelo somatório do volume das toras componentes da pilha.

Calculou-se um fator de empilhamento médio por classe diamétrica, bem como, um fator médio por espécie.

4.8 Estimativas da densidade básica e biomassa

Realizou-se a pesagem das pilhas de madeira formadas com toras das duas espécies objeto de estudo, individualmente. As pilhas foram organizadas, mensuradas e, posteriormente, pesadas com auxílio de uma balança digital suspensa com capacidade para 50

kg e precisão mínima de 10 g. Dessa forma, foi possível encontrar o peso verde de uma pilha de volume conhecido.

Para o cálculo do teor de umidade da madeira foi coletado um disco com espessura aproximada de 3 cm na altura do peito em cinco indivíduos diferentes, totalizando uma amostra com cinco discos por espécie. Os discos foram colocados em sacos plásticos e acondicionados em isopor para evitar ao máximo a perda de umidade no percurso até o Laboratório de Tecnologia da Madeira da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Universidade Federal de Campina Grande, onde foram pesados em balança analítica de precisão 0,01 g para obtenção da massa úmida e, posteriormente, foram colocados em estufa a temperatura 105 °C até obtenção de massa constante (massa seca). O teor de umidade base úmida de cada amostra foi calculado pela fórmula abaixo.

$$TU\% = \frac{Mu - Ms}{Mu} * 100 \quad (5)$$

Em que:

TU% - teor de umidade base úmida da madeira

Mu - massa úmida do disco, em g;

Ms - massa seca do disco, em g.

O peso seco das pilhas foi estimado em função do teor de umidade base úmida de acordo com a seguinte fórmula:

$$PS = PV * [1 - (TU\%/100)] \quad (6)$$

Em que:

PS - Peso seco da pilha correspondente a i-ésima árvore, em kg;

PV - Peso verde da pilha correspondente a i-ésima árvore, em kg;

TU% - teor de umidade médio base úmida da madeira.

Com os dados de peso seco e do volume verde obtido na cubagem foram calculadas as estimativas da densidade básica da madeira, conforme a fórmula abaixo:

$$D_b = \frac{PS}{V_{real}} \quad (7)$$

Em que:

Db - densidade básica da *i*-ésima árvore, em $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$;

PS - peso seco da pilha correspondente a *i*-ésima árvore, em kg;

V_{real} - volume real da *i*-ésima árvore obtido na cubagem rigorosa, em m^3 .

Os dados de peso verde e peso seco das árvores foram extrapolados para metro cúbico e metro estéreo com a finalidade de se comparar o peso da madeira com o volume real e empilhado das espécies estudadas.

A biomassa média por espécie, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, foi estimada através da multiplicação do volume real ($\text{m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$) obtido no inventário pela densidade básica média da madeira. O volume real foi calculado por meio dos fatores de forma encontrados para as espécies estudadas.

4.9 Análises dos dados

A tabulação, o processamento e as análises dos dados foram realizados nos softwares Microsoft Office Excel versão 2007 e Mata Nativa versão 4.0 (CIENITEC, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estatística do inventário

Os cálculos de suficiência amostral foram realizados adotando-se uma probabilidade de 90 % e um erro amostral de 20 %. Nas condições estabelecidas, as 32 unidades amostrais foram suficientes para representar a área de estudo, pois resultou em um erro de amostragem de 14 % (Tabela 1).

Tabela 1 — Parâmetros estatísticos referentes à amostragem calculados em função do volume determinado na altura do peito.

Parâmetro	Valores
Área Total (ha)	33,98
Unidades amostrais (U.A.)	32,00
n (Número Ótimo de U.A.)	16,00
Total da amostra – Volume (m ³)	34,14
Média (m ³ /U.A.)	1,070
Desvio Padrão (m ³ /U.A.)	0,508
Variância (m ³ /U.A.) ²	0,2581
Variância da Média (m ³ /U.A.) ²	0,0078
Erro Padrão da Média (m ³ /U.A.)	0,0881
Coefficiente de Variação %	47,61
Valor de t Tabelado	1,6957
Erro de Amostragem (%)	14,00
IC para a Média (90 %)	$0,9176 \leq X \leq 1,2164$
IC para a Média por ha (90 %)	$22,9408 \leq X \leq 30,4099$
Total da População (m ³)	905,8949
IC para o Total (90 %)	$779,0696 \leq X \leq 1032,7203$

IC – Intervalo de confiança.

Fonte – Dados da pesquisa.

O alto coeficiente de variação observado (47,61 %) é explicado pelo fato de que a vegetação presente na área deste estudo apresenta diferenças fisionômicas marcantes constatadas pela existência de faixas mais densas em alguns locais, enquanto um percentual representativo se caracteriza por conter uma vegetação mais aberta e de menor porte, inclusive com presença de afloramentos rochosos.

A grande variação fisionômica da caatinga é abordada por Amorim et al. (2005), os quais afirmam que existe uma grande variação no que diz respeito à densidade e ao porte das plantas e acrescentam que as mudanças em escala local acontecem a poucas dezenas de

metros, sendo facilmente reconhecíveis e geralmente associadas a uma alteração ambiental claramente identificável. Essa alteração ambiental pode ser o tipo, a profundidade dos solos e a intensidade da precipitação.

5.2 Composição florística

No levantamento florístico foram encontrados 1765 indivíduos pertencentes a 18 espécies, 17 gêneros e 10 famílias botânicas (Tabela 2). As famílias mais representativas (86,6% dos indivíduos) foram Fabaceae, Apocynaceae e Euphorbiaceae, com percentuais de 56,4, 16,7 e 13,5%, respectivamente.

Tabela 2 — Listagem florística das espécies encontradas na Reserva Legal do sítio Jatobá, município de São José de Espinharas – PB, organizadas por ordem alfabética de famílias.

Família/Subfamília	Espécie	Nome comum
Anarcadiaceae	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira
Apocynaceae	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	Pereiro
Bignoniaceae	<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Pau d'arco
Bixaceae	<i>Cochlospermum insigne</i> A.St.-Hil.	Algodão bravo
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	Feijão bravo
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	Bugi
	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mofumbo
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pungens</i> O.E.Schuz	Rompe gibão
Euphorbiaceae	<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro
	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Pinhão-bravo
Fabaceae	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó
Caesalpinoideae		
Fabaceae Faboideae	<i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P.Queiroz	Catingueira
	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz	Pau ferro
	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A. C. Sm.	Cumarú
Fabaceae	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema preta
Mimosoideae		
Mimosoideae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico de caroço
	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca
Malvaceae	<i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil.) A. Robyns	Imbiratanha

Fonte — Dados da pesquisa

Em relação ao número de espécies, as subfamílias Fabaceae Caesalpinoideae e Fabaceae Mimosoideae detiveram um total de três espécies cada uma, enquanto a subfamília Fabaceae Faboideae contribuiu com uma espécie, totalizando sete espécies florestais para a

família Fabaceae. As famílias Combretaceae e Euphorbiaceae contribuíram cada uma com duas espécies. As demais famílias foram representadas por apenas uma espécie, o que contribuiu para um baixo índice de diversidade.

Geralmente, na maioria dos levantamentos florísticos realizados em áreas de caatinga encontram-se um reduzido número de famílias concentrando a maior parte das espécies levantadas, bem como uma alta representatividade em relação ao número de indivíduos (LACERDA et al., 2005; ALMEIDA NETO et al., 2009; ARAÚJO et al., 2010; SABINO; CUNHA; SANTANA, 2016).

As três famílias mais representativas neste estudo também foram as de maior destaque em duas áreas de caatinga, uma degradada e outra conservada, localizada na comunidade rural do município de Cabaceiras – PB, microrregião do Cariri (SILVA et al., 2014). No referido estudo, foram registradas todas as espécies lenhosas que apresentassem diâmetro ao nível do solo maior ou igual a três centímetros ($DNS \geq 3$ cm).

Fabaceae e Euphorbiaceae também se destacaram em áreas de caatinga no Estado da Paraíba, município de Santa Luzia, microrregião do Seridó Ocidental (FABRICANTE; ANDRADE, 2007) e, em outros Estados como Pernambuco, em quatro diferentes áreas de caatinga (RODAL et al., 2008) e Bahia, em duas áreas de caatinga no semiárido do estado (RAMALHO et al., 2009). Os dois primeiros estudos utilizaram o $DNS \geq 3$ cm como critério de inclusão, enquanto o último apenas separou as espécies de acordo com o hábito, sendo arbustivo ou arbóreo. Esses resultados indicam que essas famílias possuem as espécies mais adaptadas às diversas condições de caatinga.

Os resultados encontrados corroboram com as afirmativas de Lacerda et al. (2005), que apontam essas famílias como as maiores detentoras da riqueza de espécies no componente arbustivo-arbóreo de diferentes tipos caducifólios do semiárido nordestino, ratificando a ampla distribuição das mesmas nos vários ecossistemas do semiárido.

5.3 Diversidade florística

O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado para a área estudada foi de 1,87 nats.ind⁻¹; o índice de dominância de Simpson (C) e a equabilidade de Pielou (J) apresentaram valores de 0,79 e 0,65, respectivamente.

O índice de Shannon encontrado neste estudo foi superior ao obtido para a vegetação caatinga da Reserva Legal do assentamento Moacir Lucena, município de Apodi - RN, no

qual o valor foi de 0,86, bem como, também superou o valor de 1,10 encontrado para uma área submetida a manejo pastoril localizada no mesmo assentamento (PESSOA et al., 2008).

Os valores encontrados também se mostraram superiores aos obtidos em duas áreas de caatinga com diferentes históricos de uso no município de São João do Cariri - PB, no qual o ambiente mais conservado sem histórico de eliminação total da vegetação para cultivos agrícolas apresentou valor de 1,51 e, o ambiente mais degradado, anteriormente ocupado com cultivos agrícolas e abandonado há cerca de 30 anos forneceu um índice de 1,43 (ANDRADE et al., 2005). Em um fragmento de caatinga desmatado e abandonado desde o ano de 1976 no município de Pombal, o índice de Shannon ($H' = 1,33 \text{ nats.ind}^{-1}$) também foi inferior ao encontrado na área deste estudo (DANTAS et al., 2010).

A ocorrência de baixos índices de diversidade pode ser atribuída a fatores como a baixa profundidade dos solos, alta pedregosidade, predominância de espécies com alta resistência e aos aspectos relacionados a históricos de perturbação da área (MARANGON et al., 2013).

Em áreas de caatinga preservada no sertão dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, os índices de diversidade encontrados foram superiores aos obtidos para a vegetação da Reserva Legal do sítio Jatobá, com variação dos valores de Shannon de 2,24 a 2,54, dominância de Simpson de 0,86 a 0,96 e a equabilidade de Pielou variou de 0,71 a 0,82 (SILVA, 2005; SANTANA; SOUTO, 2006; ARAÚJO, 2007; GUEDES et al., 2012).

Apesar de ser uma área preservada, os índices de diversidade encontrados neste estudo expressam uma baixa diversidade quando comparados a outras áreas de caatinga preservada. Isso pode ser decorrente das limitações ambientais do local, tais como a deficiência hídrica e as limitações edáficas.

É notória uma grande variação dos índices de diversidade, mesmo dentro de uma mesma região fitogeográfica, fato resultante, principalmente, das diferenças nos estádios de sucessão somados às discrepâncias das metodologias de amostragem, níveis de inclusão, esforço taxonômico, bem como, da própria heterogeneidade florística das diferentes comunidades (MARANGON et al., 2007).

5.4 Estrutura horizontal

Os resultados da análise da estrutura horizontal das espécies encontram-se na Tabela 3, na qual se observa que as dez espécies mais importantes na área estudada, em ordem

decrecente pelo valor de importância (VI), foram: *Poincianella pyramidalis*, *Mimosa tenuiflora*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Combretum leprosum*, *Croton blanchetianus*, *Anadenanthera colubrina*, *Handroanthus impetiginosus*, *Erythroxylum pungens*, *Jatropha mollissima* e *Piptadenia stipulacea*. Essas espécies juntas compreenderam 95,73 % do valor de importância total para a comunidade estudada.

Tabela 3 — Estrutura horizontal das espécies amostradas na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas, listados em ordem decrescente pelo VI (%).

Espécie	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI	VI (%)
<i>P. pyramidalis</i>	485,94	35,24	96,88	14,16	2,146	34,48	83,87	27,96
<i>M. tenuiflora</i>	231,25	16,77	93,75	13,70	1,813	29,13	59,60	19,87
<i>A. pyrifolium</i>	229,69	16,66	84,38	12,33	1,129	18,14	47,13	15,71
<i>C. leprosum</i>	123,44	8,95	84,38	12,33	0,383	6,15	27,43	9,14
<i>C. blanchetianus</i>	172,66	12,52	65,63	9,59	0,268	4,31	26,42	8,81
<i>A. colubrina</i>	40,63	2,95	59,38	8,68	0,250	4,02	15,64	5,21
<i>H. impetiginosus</i>	31,25	2,27	40,63	5,94	0,055	0,88	9,08	3,03
<i>E. pungens</i>	14,84	1,08	40,63	5,94	0,023	0,38	7,39	2,46
<i>J. mollissima</i>	14,06	1,02	34,38	5,02	0,030	0,48	6,53	2,18
<i>P. stipulacea</i>	8,59	0,62	18,75	2,74	0,044	0,71	4,08	1,36
<i>C. laxum</i>	8,59	0,62	12,50	1,83	0,010	0,16	2,61	0,87
<i>B. cheilantha</i>	6,25	0,45	12,50	1,83	0,004	0,07	2,35	0,78
<i>L. ferrea</i>	3,13	0,23	12,50	1,83	0,016	0,26	2,31	0,77
<i>C. insigne</i>	2,34	0,17	9,38	1,37	0,010	0,17	1,71	0,57
<i>A. cearensis</i>	1,56	0,11	6,25	0,91	0,034	0,54	1,57	0,52
<i>M. urundeuva</i>	1,56	0,11	6,25	0,91	0,003	0,05	1,08	0,36
<i>P. marginatum</i>	2,34	0,17	3,13	0,46	0,001	0,02	0,65	0,22
<i>C. flexuosa</i>	0,78	0,06	3,13	0,46	0,004	0,07	0,58	0,19
Total	1378,91	100,00	684,43	100,00	6,223	100,00	300,00	100,00

DA – Densidade Absoluta ($n \cdot ha^{-1}$), DR – Densidade Relativa (%), FA – Frequência Absoluta, FR – Frequência Relativa (%), DoA – Dominância Absoluta ($m^2 \cdot ha^{-1}$), DoR – Dominância Relativa (%), VI – Valor de Importância, VI (%) Valor de Importância em Porcentagem.

Fonte – Dados da pesquisa.

As três primeiras espécies representaram 68,67 % da densidade relativa, 40,19 % da frequência relativa, 81,75 % da dominância relativa e 63,54 % do valor de importância total, comprovando, portanto, que conseguem explorar melhor os recursos do meio para sobreviverem e se desenvolverem, sendo as mais importantes da comunidade estudada. Esses resultados corroboram com os encontrados por Moreira (2014), que também analisou a vegetação em uma área do município de São José de Espinharas e encontrou essas mesmas espécies se destacando como as mais importantes (50,65 % do VI total), inclusive na mesma ordem do presente estudo.

Poincianella pyramidalis apresentou os maiores valores para os parâmetros da estrutura horizontal, o que contribuiu para que a mesma apresentasse o maior valor de importância ecológica (27,96 %). A supremacia dessa espécie é comprovada pelo alto número de representantes, alcançando 35,24 % do total de indivíduos amostrados, pela ampla distribuição na área, visto que ocorreu em 96,88 % das unidades amostrais e devido sua elevada dominância, que atingiu 34,48 % do total.

O comportamento da *P. pyramidalis* observado no presente estudo foi muito semelhante ao verificado em área remanescente de caatinga em Sergipe, a qual também apresentou os maiores valores fitossociológicos, predominando em todos os parâmetros analisados (SILVA; PRATA; MELLO, 2016).

Conforme Sampaio (1996), *P. pyramidalis* é a espécie mais frequente nos levantamentos de caatinga, informação coerente com os resultados encontrados nesse estudo. Além disso, é uma das poucas espécies de ocorrência comum em áreas situadas no embasamento cristalino e em áreas de superfícies arenosas sedimentares (CARDOSO; QUEIROZ, 2007).

Essa espécie também apresentou alta densidade, frequência e consideráveis valores de área basal em dois fragmentos de caatinga no Seridó nordestino, sendo um no Rio Grande do Norte e outro na Paraíba (FABRICANTE et al., 2009). Os autores concluíram que a mesma apresenta características ecológicas de adaptação a ambientes xéricos e degradados.

P. pyramidalis e *A. pyriformis* se destacaram em ambientes com diferentes graus de conservação no município de Jataúba – PE, na classe de altura maior que três metros, sendo que a primeira apresentou maior densidade no ambiente moderadamente degradado (67,8 % contra 17 % da *A. pyriformis*), enquanto que a segunda deteve uma maior densidade num ambiente mais conservado (30,9 % contra 20 % da *P. pyramidalis*) (GALINDO et al. 2008).

A. pyriformis é considerada uma das três espécies que mais se destacam em relação ao número de indivíduos para a maioria dos trabalhos realizados em áreas de caatinga (SAMPAIO, 1996). Resultados semelhantes foram obtidos no presente estudo.

M. tenuiflora foi a segunda espécie de maior destaque quanto ao valor de importância. Ela englobou 16,77 % dos indivíduos presentes na área, com uma ampla distribuição em 93,75 % das unidades amostrais e uma dominância relativa de 29,13 %, o que lhe conferiu o lugar de segunda espécie mais importante da área (VI = 19,87 %).

Em um estudo realizado num fragmento de caatinga 30 anos após corte raso no município de Petrolina – PE, a *M. tenuiflora* se destacou como a espécie mais importante, detendo 49,87 % do valor de importância na área (CALIXTO JÚNIOR; DRUMOND, 2011).

Em área degradada por exploração agropecuária e abandonada há cerca de 30 anos no município de Santa Luzia - PB, Seridó paraibano, a espécie em questão apresentou a maior densidade e elevados valores de cobertura (ARAÚJO et al., 2012).

De acordo com Maia (2004), *M. tenuiflora* é uma espécie pioneira, indicadora de sucessão secundária progressiva ou de recuperação, que tende a reduzir a densidade ao longo desse processo. Em estágios primários de sucessão ecológica é comum que esta espécie forme matas quase puras.

As seis espécies com os menores valores de importância apresentaram densidades menores que quatro indivíduos planta por hectare ($n.ha^{-1}$): *L. ferrea* (3,13), *C. insigne* e *P. marginatum* (2,34), *A. cearensis* e *M. urundeuva* (1,56) e *C. flexuosa* (0,78). Dentre essas, *L. ferrea* e *C. insigne* foram as que obtiveram melhor distribuição na área, pois estiveram presentes em 12,5 % e 9,38 % das unidades amostrais, respectivamente. Os baixos números de indivíduos associados à baixa distribuição permitem inferir que essas espécies são consideradas raras, no sentido numérico, na área de estudo.

Apesar do histórico de uso apontar para a conservação dos recursos florestais ao longo do tempo, observou-se uma alta abundância de três espécies com caráter de pioneirismo (*P. pyramidalis*, *M. tenuiflora* e *A. pyrifolium*). No entanto, é importante atentar para a existência de espécies de estágios sucessionais mais avançados se destacando entre as dez mais importantes, a exemplo de *A. colubrina* e *H. impetiginosus*. Essas ocorrências podem indicar que a área estudada se encontra em um processo de transição da sucessão ecológica inicial para a intermediária.

O pastejo por bovinos, sempre existente na área, pode ter dificultado o estabelecimento de um maior número e densidade de espécies intermediárias e tardias, contudo, não se pode descartar a possibilidade de que as próprias limitações naturais, como as edafoclimáticas, tenham influenciado o comportamento da vegetação local. É provável que esses fatores em conjunto tenham afetado o processo de sucessão da fitocenose.

O efeito do superpastejo na diversidade de famílias e espécies e nos parâmetros de densidade e dominância foi comprovado em duas áreas sob diferentes intensidades e históricos de pastagem no cariri oriental paraibano (LUNA; COUTINHO, 2007). Os autores observaram que a área sob pastejo permanente há mais tempo apresentou uma menor diversidade de famílias e espécies, além de uma densidade populacional 30 % menor em relação à área pastejada há menos tempo e que se encontrava menos degradada.

Em relação à densidade absoluta, a estimativa total encontrada foi de 1378,91 árvores por hectare. Esse valor está próximo aos encontrados em outros levantamentos realizados na

caatinga, nos quais as estimativas variaram de 1227 a 1682,5 árvores.ha⁻¹ (GUEDES et al., 2012; SILVA; LOPES; SILVA, 2012; FERRAZ et al., 2013; MARANGON et al., 2013).

Quanto às árvores mortas ainda em pé, a densidade encontrada foi de 388 árvores.ha⁻¹, representando um percentual de 21,9 % da densidade total estimada. Esse percentual é considerado alto se comparado com resultados obtidos em outras áreas de caatinga na Paraíba, como verificado no estudo de Guedes et al. (2012), que encontraram 7,1 % de indivíduos mortos e, no de Sabino, Cunha e Santana (2016), que observaram aproximadamente 5 %.

Nas matas de galeria do Estado do Piauí, onde a precipitação média anual é superior a 1500 mm, foi observado um total de 5,45 % de árvores mortas, resultados divergentes do presente estudo (MATOS; FELFILI, 2010).

Possivelmente, a grande quantidade de indivíduos mortos observados neste estudo é resultado da estiagem que tem afetado a região Nordeste nos últimos anos. Segundo dados da AESA (2017), a precipitação anual nos últimos cinco anos (2012-2016) ficou abaixo da média esperada para o município de São José de Espinharas, exceto para o ano de 2014.

No entanto, é importante frisar que existem muitos fatores influenciando o tempo que uma árvore permanece em pé depois de morta, de modo que a alta proporção de árvores mortas em pé pode indicar simplesmente que as árvores demoram mais tempo para cair depois que morrem e não que a mortalidade é maior (MARTINS, 2009).

O mesmo autor afirma que os dados sobre árvores mortas em pé são úteis para comparação entre comunidades ou para entender sobre perturbações e aponta que as árvores mortas só devem ter importância em comunidades que são monitoradas por longo prazo, pois quando morrem durante o período de análise podem ser identificadas usando parcelas permanentes de monitoramento, por exemplo.

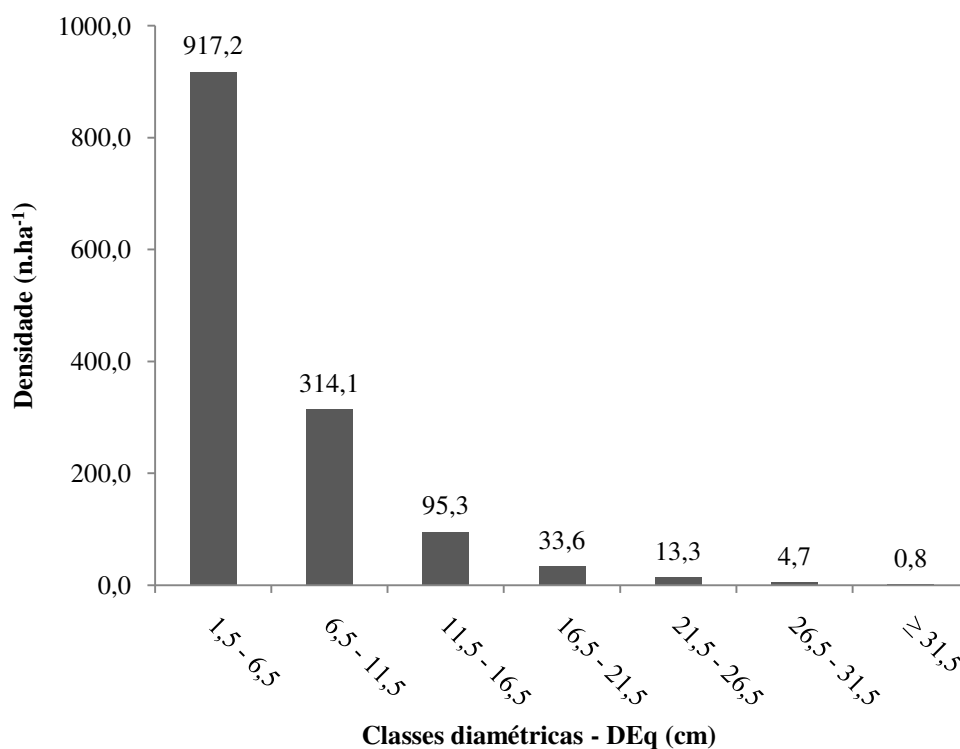
5.5 Estrutura diamétrica

A distribuição diamétrica se caracterizou pela alta concentração de indivíduos nas menores classes de diâmetro, indicando um alto percentual de indivíduos de pequeno porte. Verificando a figura 3, constata-se que aproximadamente 96 % dos indivíduos estão distribuídos nas três menores classes diamétricas, o que contribuiu para a representação gráfica se assemelhar ao formato de um J-invertido.

Esse comportamento é característico de florestas nativas inequiâneas. Na maioria dos levantamentos realizados em vegetação caatinga é comum encontrar percentuais acima de 90 % dos indivíduos distribuídos nas menores classes diamétricas (AMORIM et al., 2005;

ARAÚJO et al., 2007; DANTAS et al., 2010; GUEDES et al., 2012; MARANGON et al., 2013).

Figura 3 — Distribuição da densidade de indivíduos por classe diamétrica, em área de caatinga na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas - PB.



Fonte — Dados da pesquisa

Em pesquisa no semiárido paraibano, Almeida Neto et al., (2009) constataram uma distribuição dos indivíduos em forma de J-invertido e inclinado, verificando que 2.690 indivíduos de um total de 2850 amostrados encontravam-se nas três primeiras classes de menor diâmetro, com alta densidade na primeira classe e tendência de queda acentuada nas classes seguintes, assemelhando-se aos resultados do presente estudo.

O padrão da curva em J-invertido designa o balanço positivo entre recrutamento e mortalidade e caracteriza a vegetação como autorregenerante (SILVA JÚNIOR, 2004).

O maior diâmetro amostrado foi de 31,7 cm, pertencente a um indivíduo de *P. pyramidalis*. O valor médio foi de 6,1 cm e o valor mínimo foi de 1,9 cm, correspondente ao nível de inclusão. É relevante salientar que as análises foram realizadas tomando como base os valores de DEq.

A única espécie que teve representação em todas as classes diamétricas foi *P. pyramidalis*. As espécies *M. tenuiflora*, *A. pyriformis* e *A. colubrina* tiveram seus indivíduos

distribuídos até a penúltima classe (26,5 a 31,5 cm). Nove espécies apresentaram indivíduos com no máximo 11,5 cm de diâmetro, sendo um forte indicativo da presença de muitos indivíduos jovens.

5.6 Variáveis qualitativas

Foi encontrado um total de 2646 fustes pertencentes aos 1765 indivíduos amostrados. Em termos de densidade, o número estimado de fustes por hectare é de 2067,19. Do total, 71,05 % dos indivíduos eram compostos por apenas um fuste, 17,56 % tinham dois fustes, 6,97 % possuíam três fustes e 2,66 % eram compostos por quatro fustes, totalizando aproximadamente 98% dos indivíduos (Tabela 5).

Tabela 4 — Distribuição da densidade de indivíduos (ind.ha^{-1}) com diferentes números de fustes na Reserva Legal do Sítio Jatobá, São José de Espinharas – PB.

Espécie	Nº fustes								
	1	2	3	4	5	6	7	8	≥ 9
<i>P. pyramidalis</i>	376,56	73,44	22,66	7,03	2,34	0,78	1,56	1,56	-
<i>M. tenuiflora</i>	145,31	51,56	22,66	7,81	0,78	1,56	1,56	-	-
<i>A. pyriformium</i>	176,56	37,50	11,72	2,34	1,56	-	-	-	-
<i>C. leprosum</i>	57,03	28,13	14,84	13,28	2,34	1,56	0,78	1,56	3,90
<i>C. blanchetianus</i>	105,47	41,41	20,31	3,91	0,78	-	0,78	-	-
<i>A. colubrina</i>	38,28	1,56	0,78	-	-	-	-	-	-
<i>H. impetiginosus</i>	26,56	3,13	0,78	0,78	-	-	-	-	-
<i>E. pungens</i>	14,06	-	0,78	-	-	-	-	-	-
<i>J. mollissima</i>	14,06	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. stipulacea</i>	5,47	1,56	1,56	-	-	-	-	-	-
<i>C. laxum</i>	5,47	0,78	-	1,56	0,78	-	-	-	-
<i>B. cheilantha</i>	3,91	2,34	-	-	-	-	-	-	-
<i>L. ferrea</i>	3,13	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. insigne</i>	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. cearensis</i>	1,56	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. urundeuva</i>	0,78	0,78	-	-	-	-	-	-	-
<i>P. marginatum</i>	2,34	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. flexuosa</i>	0,78	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	979,69	242,19	96,09	36,72	8,59	3,91	4,69	3,13	3,90
Percentual (%)	71,05	17,56	6,97	2,66	0,62	0,28	0,34	0,23	0,30

Fonte — Dados da pesquisa.

Todas as espécies continham indivíduos com apenas um fuste, sendo que seis destas eram exclusivas dessa categoria. O maior número de fustes encontrados foi em um indivíduo

de *C. leprosum*, que apresentou um total de 14 fustes. A mesma espécie foi a única que apresentou indivíduos contendo acima de 8 fustes pertencentes ao mesmo sistema radicular.

A análise da quantidade de fustes por indivíduo permitiu inferir as espécies que têm maior tendência em se apresentarem bifurcadas desde o nível do solo (abaixo de 0,30 m), sendo elas: *P. pyramidalis*, *M. tenuiflora*, *A. pyriformium*, *C. leprosum*, *C. blanchetianus* e *C. laxum*.

Quanto à vitalidade dos fustes, observou-se que 49,32 % estavam saudáveis, 27,40 % representaram os fustes doentes ou muito atacados por insetos ou patógenos e 23,28 % estavam mortos (Tabela 6).

Tabela 5 — Vitalidade de fustes de espécies da caatinga, distribuídos por densidade (fustes.ha⁻¹), na Reserva Legal do Sítio Jatobá, São José de Espinharas – PB.

Espécie	Sadio	Doente	Morto	Total
<i>P. pyramidalis</i>	476,56	133,59	49,22	659,38
<i>M. tenuiflora</i>	57,81	160,94	153,13	371,88
<i>A. pyriformium</i>	257,03	27,34	19,53	303,91
<i>C. leprosum</i>	71,09	160,94	61,72	293,75
<i>C. blanchetianus</i>	61,72	58,59	153,91	274,22
<i>A. colubrina</i>	21,09	3,91	18,75	43,75
<i>H. impetiginosus</i>	26,56	5,47	6,25	38,28
<i>E. pungens</i>	7,81	3,91	4,69	16,41
<i>J. mollissima</i>	13,28	-	0,78	14,06
<i>P. stipulacea</i>	3,91	7,03	2,34	13,28
<i>C. laxum</i>	10,94	-	6,25	17,19
<i>B. cheilantha</i>	0,78	4,69	3,13	8,59
<i>L. ferrea</i>	3,13	-	-	3,13
<i>C. insigne</i>	1,56	-	0,78	2,34
<i>A. cearensis</i>	0,78	-	0,78	1,56
<i>M. urundeuva</i>	2,34	-	-	2,34
<i>P. marginatum</i>	2,34	-	-	2,34
<i>C. flexuosa</i>	0,78	-	-	0,78
Total (fustes.ha⁻¹)	1019,53	566,41	481,25	2067,19
Percentual %	49,32	27,40	23,28	100,00

Fonte — Dados da pesquisa

Dentre as espécies mais importantes, *A. pyriformium*, *P. pyramidalis* e *H. impetiginosus* se destacaram por apresentar um número representativo de fustes sadios, com percentuais de 84,58 %, 72,27 % e 69,39 %, respectivamente.

Em relação aos fustes doentes ou muito atacados por insetos e patógenos, *C. leprosum* e *M. tenuiflora* detiveram alto número, atingindo percentuais em torno de 50 % dos seus fustes incluídos nessa categoria.

M. tenuiflora e *C. blanchetianus* tiveram alto número de fustes mortos, com percentuais de 41,18 % e 56,13 %, respectivamente. O alto número de fustes mortos pode ser explicado pela longa estiagem que vem afetando a área nos últimos anos, conforme já discutido anteriormente.

Um fato positivo a se ressaltar foi que apesar da baixa densidade das espécies consideradas raras, elas apresentaram todos os seus fustes saudáveis, indicando uma resiliência por parte dessas espécies em relação às demais e comprovando que elas só surgem no ambiente quando as condições são realmente propícias a sua sobrevivência.

Em relação à análise da qualidade de fuste, verificou-se que a quase totalidade desses (98 %) pertenciam à classe 3, a qual engloba os fustes muito tortos, com defeitos graves (oco, rachado, podre), ou com bifurcações até 2,50 metros. Apenas 1,89 % dos fustes foram classificados na classe 2 (ligeiramente torto) e 0,11 % foram incluídos na classe 1 (totalmente reto).

Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2016) em uma área de caatinga no município de São José de Espinharas, os quais constataram que 89,4 % dos fustes se enquadravam na classe 3. Os autores afirmaram que essa característica demonstra um baixo potencial de utilização das espécies lenhosas da área de estudo para fins mais nobres como móveis e madeira para serraria.

Em florestas inequiduais, as análises qualitativas devem ser realizadas visando fundamentar ações ambientais a serem desenvolvidas para melhorar a qualidade e a produtividade da floresta (SOUZA; SOARES, 2013).

Numa análise individual por espécie, *A. colubrina* é a que mais se destaca quanto à qualidade de fuste, pois conteve 14,28 % dos seus fustes na classe 2, além de ter sido uma das poucas espécies representadas na classe 1. Além dela, apenas *P. pyramidalis* e *M. tenuiflora* foram representadas na classe 1 de qualidade de fuste.

Quanto à posição da copa, o maior número de fustes estava concentrado na classe intermediária, com representação de 60,66 %. A classe oprimida englobou 31,63 % dos fustes e 7,71 % pertenciam à classe dominante do dossel (Tabela 6).

Tabela 6 — Posição da copa de fustes de espécies da caatinga, distribuídos por densidade (fustes.ha⁻¹), na Reserva Legal do Sítio Jatobá, São José de Espinharas – PB.

Espécie	Dominante	Intermediária	Oprimida	Total
<i>P. pyramidalis</i>	46,09	408,59	204,69	659,38
<i>M. tenuiflora</i>	47,66	228,13	96,09	371,88
<i>A. pyriformium</i>	23,44	167,19	113,28	303,91
<i>C. leprosum</i>	7,81	187,50	98,44	293,75
<i>C. blanchetianus</i>	5,47	177,34	91,41	274,22
<i>A. colubrina</i>	20,31	17,19	6,25	43,75
<i>H. impetiginosus</i>	2,34	30,47	5,47	38,28
<i>E. pungens</i>	-	6,25	10,16	16,41
<i>J. mollissima</i>	0,78	5,47	7,81	14,06
<i>P. stipulacea</i>	3,13	10,16	-	13,28
<i>C. laxum</i>	-	6,25	10,94	17,19
<i>B. cheilantha</i>	0,78	0,78	7,03	8,59
<i>L. ferrea</i>	-	3,13	-	3,13
<i>C. insigne</i>	0,78	1,56	-	2,34
<i>A. cearensis</i>	-	1,56	-	1,56
<i>M. urundeuva</i>	-	2,34	-	2,34
<i>P. marginatum</i>	-	-	2,34	2,34
<i>C. flexuosa</i>	0,78	-	-	0,78
Total	159,38	1253,91	653,91	2067,19
Percentual (%)	7,71	60,66	31,63	100

Fonte — Dados da pesquisa.

As únicas espécies que apresentaram considerável parte dos fustes na classe dominante foram *A. colubrina* e *C. flexuosa*, sendo que essa última só apresentou um indivíduo em toda a amostra, enquanto que a primeira foi uma das dez espécies mais importantes da fitocenose, valendo destacar que 46,43 % dos seus fustes estiveram representados na referida classe.

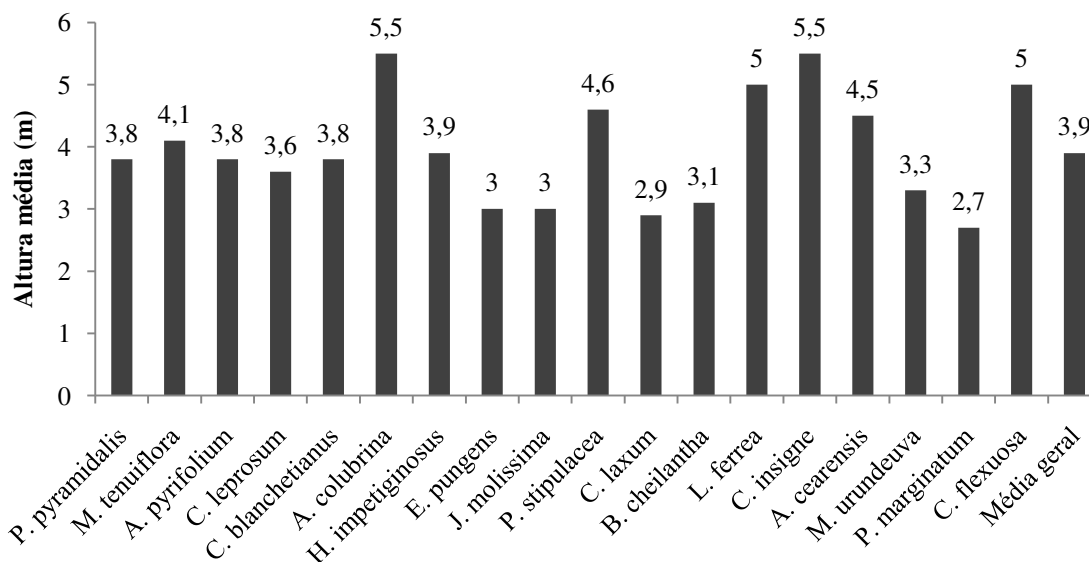
Já as espécies *P. pyramidalis*, *M. tenuiflora*, *A. pyriformium*, *C. leprosum*, *C. blanchetianus* e *H. impetiginosus* possuem a maioria dos fustes concentrados na classe intermediária, atingindo percentuais superiores a 50 %.

Na classe das oprimidas, as espécies *C. laxum*, *P. marginatum*, *B. cheilantha*, *J. mollissima* e *E. pungens* se destacaram por apresentar percentuais superiores a 50% dos seus fustes incluídos.

Sabe-se que a variável posição da copa é influenciada pela altura total. Nesse sentido, os valores médios de altura dos fustes mensurados, por espécie, estão apresentados na Figura 3. É importante elencar que a altura mínima e máxima encontrada foi, respectivamente, de 1,5 e 9 metros. O valor mínimo de altura foi encontrado em fustes das espécies *P. pyramidalis*, *M.*

tenuiflora e *A. pyriformis*. As duas últimas também apresentaram fustes com o valor máximo de altura encontrado, o que também foi observado para a espécie *A. colubrina*.

Figura 4 — Altura média dos fustes das espécies encontradas na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas – PB.



Fonte — Dados da pesquisa

Analisando a figura 3, verifica-se que a altura média geral foi de 3,9 metros. As espécies *A. colubrina* e *C. insigne* alcançaram as maiores médias de altura em relação às demais, atingindo valores de 5,5 metros.

As espécies *C. laxum*, *P. marginatum*, *B. cheilantha*, *J. molissima* e *E. pungens* possuíram as menores médias de altura e também foram as que se destacaram na classe oprimida quanto à posição da copa, corroborando com os resultados da tabela 7. As médias de altura dessas espécies variaram de 2,7 a 3,1 metros. A justificativa para a baixa média de altura pode ser o hábito arbustivo característico dessas espécies.

5. 7 Fator de forma e fator de empilhamento

O número de indivíduos amostrados na cubagem por classe diamétrica foi calculado por amostragem proporcional, considerando os resultados da densidade absoluta obtidos no inventário. Dessa forma, a menor classe teve um maior número de árvores amostradas e as últimas classes diamétricas não foram incluídas na amostra devido à baixa representatividade das mesmas (Tabela 7).

Tabela 7 — Distribuição do número de árvores incluídas na amostra por classe diamétrica. Classes diamétricas utilizadas nas análises, estabelecidas de acordo com o diâmetro dos indivíduos a 1,30 m do solo.

Espécie	Classes de diâmetro (cm)							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
<i>P. pyramidalis</i>	12	4	2	2	-	-	-	20
<i>A. pyriformium</i>	12	4	2	-	2	-	-	20

Fonte – Dados da pesquisa.

A altura média por classe diamétrica das árvores de *P. pyramidalis* amostradas na cubagem foi de 4,46, 5,38, 5,75 e 6,75 metros para as classes diamétricas 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Nas árvores de *A. pyriformium*, a altura média foi de 3,25; 4,13; 4,50 e 5,50 metros para as classes 1, 2, 3 e 5, respectivamente.

Os fatores de forma com casca obtidos com a cubagem das 20 árvores-amostra de cada espécie geraram valores médios de 0,77 e 0,81 para *P. pyramidalis* e *A. pyriformium*, respectivamente.

Com relação aos valores médios encontrados para ambas as espécies, estes foram inferiores aos estimados por Souza et al. (2016), que obtiveram fatores médios de 0,873 para *P. pyramidalis* e 0,893 para *A. pyriformium*. O fator de forma obtido para *Poincianella bracteosa*, espécie com características semelhantes a *P. pyramidalis*, foi de 1,06 em pesquisa realizada no município de Floresta - PE (FERRAZ, 2011).

Analisando os fatores de forma médios encontrados por classe diamétrica, verificou-se um comportamento diferente comparando-se as duas espécies estudadas (Tabela 8). Enquanto para *P. pyramidalis* houve uma tendência de aumento do valor médio nas classes superiores de diâmetro, *A. pyriformium* apresentou uma tendência inversa, com diminuição dos fatores de forma nas referidas classes.

Tabela 8 — Distribuição dos fatores de forma médios por classe de diâmetro para as espécies *P. pyramidalis* e *A. pyriformium*, na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas – PB.

Classes de diâmetro (cm)	Fator de forma		Fator de empilhamento	
	<i>P. pyramidalis</i>	<i>A. pyriformium</i>	<i>P. pyramidalis</i>	<i>A. pyriformium</i>
1,5 – 6,5	0,75	0,83	3,16	3,05
6,5 – 11,5	0,76	0,84	2,59	3,39
11,5 – 16,5	0,83	0,75	3,08	3,00
16,5 – 21,5	0,89	-	2,39	-
21,5 – 26,5	-	0,76	-	2,74

Continua...

Conclusão

Tabela 8 — Distribuição dos fatores de forma médios por classe de diâmetro para as espécies *P. pyramidalis* e *A. pyrifolium*, na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas – PB

	Fator de forma		Fator de empilhamento	
	<i>P. pyramidalis</i>	<i>A. pyrifolium</i>	<i>P. pyramidalis</i>	<i>A. pyrifolium</i>
Valor médio	0,77	0,81	2,96	3,08
CV (%)	9,88	11,59	26,23	24,43
Erro amostral* (%)	4,6	5,4	12,3	11,4

*Erro amostral calculado para um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Fonte — Dados da pesquisa.

Esses resultados permitem inferir que árvores de *A. pyrifolium* com maiores diâmetros possuem uma maior conicidade, já as árvores de *P. pyramidalis* tendem a se aproximarem da forma cilíndrica à medida que o diâmetro aumenta.

A variação do fator de forma por classe diamétrica também foi observada por Silva (2005), que achou conveniente indicar o uso de dois valores de fator de forma para a vegetação caatinga estudada: um fator médio de 0,76 para árvores com diâmetro ao nível do solo (DAS) até 20 cm e outro fator de valor médio igual a 0,91 para árvores com diâmetros maiores ou iguais a 20 cm. Em seu estudo, esse autor também constatou a tendência de aumento dos fatores de forma com o aumento do diâmetro, resultados semelhantes aos encontrados nesse estudo para a espécie *P. pyramidalis*.

Em povoamentos homogêneos de Teca (*Tectona grandis*), no Estado de Mato Grosso, foi verificado que os fatores de forma diminuíram com o aumento do diâmetro até permanecerem constantes (DRESCHER; PELISSARI; GAVA, 2010). Apesar de se tratar de resultados obtidos em povoamentos plantados, foram semelhantes ao comportamento observado para *A. pyrifolium* no presente estudo, bem como, reforçam a existência de diferentes valores de fator de forma por espécie e, até mesmo, por classe diamétrica.

Apesar da variação existente, o usual é empregar um fator de forma médio, uma vez que a forma entre árvores é variável (CAMPOS; LEITE, 2013). Entretanto, recomenda-se evitar a utilização de um fator de forma médio para todas as espécies, pois pode resultar em erros consideráveis de estimativas volumétricas, sugerindo-se o uso de um fator específico para cada espécie (TONINI et al., 2005).

O fator de forma se destaca por ser um método simples que permite a obtenção de estimativas rápidas da variável volume, no entanto o seu uso requer ponderações e cuidados,

principalmente quando não for específico, tendo em vista que o mesmo varia conforme a espécie, idade, espaçamento e sítio florestal (MIRANDA et al., 2015).

Nesse sentido, recomenda-se a aplicação de fatores de 0,77 e 0,81 para a conversão do volume cilíndrico em volume real de indivíduos das espécies *P. pyramidalis* e *A. pyrifolium* em áreas de caatinga com fisionomia semelhante a da área de estudo.

Quanto aos fatores de empilhamento com casca, os valores médios encontrados provenientes das 20 árvores-amostra para as espécies *P. pyramidalis* e *A. pyrifolium* foram 2,96 e 3,08, respectivamente (Tabela 8).

Resultados semelhantes foram obtidos para a mata nativa de caatinga sob plano de manejo no município de Araripina, PE, em que o fator de empilhamento foi de 2,99 (BARROS et al., 2010).

Para a vegetação da caatinga, pesquisas que abordam a determinação de fatores de empilhamento são praticamente inexistentes, sendo que os valores normalmente utilizados para as estimativas de volume empilhado datam de estudos realizados há muito tempo. O fator usualmente utilizado nos planos de manejo é 3,32 (NADGIJIMANA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 2015), bem como também é usado o valor de 3,41 (ZAKIA; PAREYN; RIEGELHAUPT, 1992). Esses fatores são superiores aos valores médios estimados no presente estudo.

Os valores médios dos fatores de empilhamento diminuíram nas maiores classes de diâmetro para ambas as espécies. Isso pode ser explicado pelo fato de as árvores com maiores diâmetros serem compostas por um conjunto de toras grossas e finas, as quais podem ser amontoadas de forma a preencher melhor os espaços entre si, resultando em menos espaços vazios e, conseqüentemente, menores fatores de empilhamento. Além disso, é coerente inferir que as árvores mais grossas tendem a possuir a maior parte do fuste retilíneo, gerando toras menos tortuosas.

Bertola et al. (2003) constataram tendência de diminuição do fator de empilhamento com o aumento do diâmetro médio das toras, corroborando com os resultados da presente pesquisa.

As estimativas calculadas nos planos de manejo em áreas de caatinga, geralmente, são realizadas utilizando os valores padronizados de 0,9 para o fator de forma e de 3,32 para o fator de empilhamento, valores aplicados ao conjunto de espécies.

A conversão do volume cilíndrico para volume real através do fator de forma padronizado (0,9) quando comparada ao mesmo cálculo realizado utilizando os fatores específicos determinados neste estudo resultou em erros de superestimativa de 14,4 % e 10 %

para *P. pyramidalis* e *A. pyriformis*, respectivamente. No caso do fator de empilhamento padronizado (3,32) comparado aos estimados nesse estudo, as estimativas do volume empilhado também produziram erros médios de superestimativa, atingindo valores percentuais de 10,8 % e 7,2 % para as mesmas espécies.

Em termos cumulativos, ou seja, tendo-se o volume cilíndrico e desejando-se estimar o volume empilhado, esse erro aumenta consideravelmente. Isso porque primeiro será feita a conversão de volume cilíndrico para volume real e, posteriormente, de volume real para volume empilhado, sendo necessário usar tanto o fator de forma quanto o fator de empilhamento.

Por exemplo, em termos práticos e hipotéticos, usando o fator de forma de 0,9 e o fator de empilhamento de 3,32, uma árvore com 1 m³ de volume cilíndrico terá um volume real de 0,9 m³ e um volume empilhado de 2,988 st. Entretanto, se for usado os fatores específicos encontrados para *P. pyramidalis* ($F_f = 0,77$ e $F_e = 2,96$), a mesma árvore com 1 m³ de volume cilíndrico terá um volume real de 0,77 m³ e um volume empilhado de 2,2792 st. Nesse caso, o erro médio seria de 23,7 %. O mesmo exemplo aplicado a uma árvore de *A. pyriformis* ($F_f = 0,81$ e $F_e = 3,08$) produz um erro de 16,5 % na estimativa do volume empilhado.

É necessário reconhecer que o fator de forma e o fator de empilhamento não são as variáveis mais confiáveis para a obtenção de estimativas de volume, no entanto, esses são os métodos adotados nos cálculos do estoque florestal em inventários na maioria dos Estados da Região Nordeste, como é o caso da Paraíba e do Rio Grande do Norte, sendo aceitos pelos órgãos ambientais. Além disso, a importância se exalta devido à facilidade que oferecem as estimativas.

Diante disso, recomenda-se a realização de mais estudos nessa linha de pesquisa de forma a ampliar o conhecimento, estimando fatores para outras espécies e para as distintas ecorregiões da caatinga, bem como executar comparações com outros métodos como equações de regressão e a biomassa.

5.8 Biomassa verde e seca

As cinco amostras utilizadas para a obtenção do teor de umidade da madeira proporcionaram um valor médio de 36,1 % e 49,0 % para *P. pyramidalis* e *A. pyriformis*, respectivamente. A primeira espécie apresentou uma madeira com um maior valor de densidade básica, bem como, os pesos obtidos também foram maiores (Tabela 9).

A densidade básica tem grande relevância no estudo da potencialidade energética da madeira, constituindo um importante índice de qualidade. Quanto maior seu valor, maior será o desempenho energético da madeira, seja na queima direta ou em processos de transformação (SANTOS et al. 2013). Contudo, os autores ressaltam que a densidade básica não deve ser utilizada como índice isolado de qualidade em virtude da alta correlação com outras propriedades.

Tabela 9 — Valores médios para as variáveis referentes às pesagens e biomassa do componente lenhoso das espécies *P. pyramidalis* e *A. pyriformium*, na Reserva Legal do Sítio Jatobá, município de São José de Espinharas – PB. Coeficientes de variação são apresentados entre parênteses.

Espécie	TU %	Db g.cm ⁻³	Vt m ³ .ha ⁻¹	PV m ³ .ha ⁻¹	PV kg.st ⁻¹	PS kg.st ⁻¹	Biomassa kg.ha ⁻¹
<i>P. pyramidalis</i>	36,1 (10,2%)	0,643 (11,6%)	7,8026	1005,61 (11,6%)	358,02 (23,9%)	228,80 (23,9%)	5014,34
<i>A. pyriformium</i>	49,0 (6,3%)	0,454 (7,0%)	4,5624	889,23 (7,0%)	306,81 (28,0%)	156,53 (28,0%)	2069,76

Em que: TU - teor de umidade base úmida; Db - densidade básica da madeira; Vt - Volume total de madeira obtido no inventário estimado com os fatores de forma encontrados; PV - peso verde; PS - peso seco.

Fonte – Dados da pesquisa

Em uma área sob manejo florestal no município de Caicó - RN, as madeiras de catingueira e pereiro tiveram valores médios de densidade básica superiores aos obtidos neste estudo, com médias iguais a 0,79 g.cm⁻³ e 0,62 g.cm⁻³, respectivamente (SANTOS et al. 2013).

Silva et al. (2009), estudando a espécie *P. pyramidalis* no semiárido pernambucano, obtiveram elevada densidade básica (0,84 - 1,01 g.cm⁻³) e concluíram que existe grande quantidade de celulose e lignina em sua madeira. Esses resultados foram superiores aos observados no presente estudo.

Os menores valores encontrados para a densidade básica neste estudo podem ser explicados pela aplicação de uma metodologia distinta. Geralmente, a maioria dos estudos utiliza o método de imersão em água, que considera o volume saturado da amostra (VITAL, 1984).

Sabe-se que a biomassa diz respeito à massa seca da madeira, desconsiderando o seu teor de água. Entretanto, os dados de peso verde também são apresentados neste estudo devido, na maioria dos casos, a quantificação da madeira se efetuar em função dessa variável.

P. pyramidalis se destacou em todas as variáveis referentes ao peso da madeira e à produtividade de biomassa, quando comparada com *A. pyrifolium*. Observando a tabela 9, verifica-se que uma pilha de um metro estéreo de madeira verde de *P. pyramidalis* pesou, em média, 358,02 kg, enquanto o peso verde obtido para *A. pyrifolium* foi de 306,81 kg.st⁻¹.

A produtividade de biomassa estimada foi de 5014,34 kg.ha⁻¹ e de 2069,76 kg.ha⁻¹ referentes à *P. pyramidalis* e *A. pyrifolium*, respectivamente. Juntas, essas duas espécies somaram um volume total de madeira aproximado de 12,4 m³.ha⁻¹ e representaram um montante de cerca de 7100 kg.ha⁻¹ da biomassa no fragmento de caatinga estudado.

Na análise da vegetação caatinga em regeneração após ter sido totalmente suprimida há 20 anos, na região do Seridó - RN, foi encontrada uma biomassa média de 12000 kg.ha⁻¹. correspondente a um volume total de 15,5 m³.ha⁻¹ (SANTOS et al., 2016).

Amorim et al. (2005) estudaram a vegetação caatinga na Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte - RN incluindo todos os indivíduos com circunferência a altura do peito superior a três centímetros e encontraram uma biomassa total de 25.070 kg.ha⁻¹, estimada por meio de equação alométrica.

6 CONCLUSÕES

As famílias de maior representatividade quanto ao número de indivíduos foram Fabaceae, Apocynaceae e Euphorbiaceae.

Poincianella pyramidalis, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium* foram as espécies mais importantes, concentrando uma elevada densidade.

Os índices de diversidade indicaram uma baixa diversidade florística no ambiente estudado.

O alto número de fustes mortos indica estar havendo um desequilíbrio provocado, possivelmente, pelo longo período de estiagem. Além disso, quase todos os fustes se apresentaram tortuosos e/ou bifurcados abaixo de 2,50 m.

Os fatores de forma e de empilhamento obtidos para as espécies estudadas foram menores que os utilizados na caatinga, inferindo a possível existência de superestimativa de volume.

A madeira de *P. pyramidalis* foi mais pesada que a de *A. pyrifolium*, com alta produtividade de biomassa lenhosa por hectare.

REFERÊNCIAS

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Monitoramento**. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/monitoramentoPluviometria.do?metodo=listarAnosChuvasAnuais>>. Acesso em: 16 jan. 2017.
- ALMEIDA NETO, J. X.; ANDRADE, A. P.; LACERDA, A. V.; FÉLIX, L. P.; BRUNO, R. L. A. Composição florística, estrutura e análise populacional do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no semiárido paraibano, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 187-194, 2009. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/2371/237117843029.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2017.
- ALMEIDA, Q. A.; MELLO, A. A.; DÓRIA NETO, A. L.; FERRAZ, R. C. Relações empíricas entre características dendrométricas da Caatinga brasileira e dados TM Landsat 5. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 49, n. 4, p. 306-315, 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/Alvares_etal_2014.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2017.
- ALVES, J. J. A. Caatinga do caatinga paraibano. **Geonomos**, v. 17, n. 1, p. 19-25, 2009. Disponível em: <http://www.igc.ufmg.br/geonomos/PDFs/17_1_19_25_Alves.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n3/27377.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2015.
- ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cernea**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74411305>>. Acesso em: 25 nov. 2015.
- ARAÚJO, B. A.; DANTAS NETO, J.; ALVES, A. S.; ARAÚJO, P. A. A. Estrutura fitossociológica em uma área de caatinga no seridó paraibano. **Revista Educação Agrícola Superior**, v. 27, n. 1, p. 25-29, 2012. Disponível em: <<http://www.abeas.com.br/wt/files/v27n01a04.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.
- ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; ÉDER-SILVA, E.; RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P.; SILVA, D. S. Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de caatinga no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 1, p. 63-70, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/1324/pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.
- ARAÚJO, L. V. C. **Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de caatinga no semi-árido paraibano**. 2007. 111 f.

Tese (Doutorado em Agronomia: Área de Concentração em Ecologia Vegetal e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

AZEVÊDO, T. K. B.; PAES, J. B.; CALEGARI, L.; NASCIMENTO, J. W. B. Relações entre volume e massa da madeira e casca de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 97-102, 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119030125017>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

BARROS, B. C.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; REBOUÇAS, A. C. M. N. Volumetria e sobrevivência de espécies nativas e exóticas no pólo gesseiro do Araripe, PE. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 641-647, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/2422/1497>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z. O “estéreo”. **METRVM**, n. 2, p. 1-18, 2002.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; SILVA FILHO, D. F. **Quantificação de recursos florestais: árvores, arvoredos e florestas**. São Paulo, Oficina de textos, 2014. 384 p.

BERTOLA, A.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, J. C.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. G. Determinação de fatores de empilhamento através do *software* Digitora. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v. 27, n. 6, p. 837-844, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n6/a10v27n6.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G.; ANDRADE, V. C. L.; DUTRA, G. C.; LOPES, P. F. Estimativa do volume de madeira empilhada através da classificação de fotografias digitais. In: CORTE, A. P. D. [et al.] (Eds.). **Atualidades em mensuração florestal**. 1. ed. Curitiba, p. 88-91, 2014.

CALIXTO JÚNIOR, J. T.; DRUMOND, M. A. Estrutura fitossociológica de um fragmento de caatinga *sensu Stricto* 30 anos após corte raso, Petrolina-PE, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró v. 24, n. 2, p. 67-74, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1917/4714>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 4. ed. atual. ampl. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2013. 605 p.

CARDOSO, D. B. O. S.; QUEIROZ, L. P. Diversidade de Leguminosae nas caatingas de Tucano, Bahia: implicações para a fitogeografia do semi-árido do Nordeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 58, n. 2, p. 379-391, 2007. Disponível em: <http://rodriguesia.jbrj.gov.br/FASCICULOS/rodrig58_2/38-06.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2017.

CAVALCANTE, M. B. Ecoturismo no bioma Caatinga: o caso do Parque Estadual da Pedra da Boca, Paraíba. **Revista Nordestina de Ecoturismo**, Aracaju, v. 2, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/pdf/ecoturismo-no-bioma-caatinga-o-caso-do-parque-estadual-da-pedra-da-boca-paraiba.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2015.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M. Ocorrência de xilopódio em plantas nativas de imbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 19, n. 3, p. 287-293, 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/56421/1/Nilton-2.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

CIENTEC – Fundação de Ciência e Tecnologia. **Mata Nativa**. Versão 4.0. Manual do Usuário. Viçosa - MG, 2016.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; AYARZA, J. A. C. Biomassa no Brasil e no mundo. In: CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O (orgs.). **Biomassa para energia**. Editora da UNICAMP. Campinas, SP. 2008.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13 (suplemento), p. 961-974, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13s0/v13s0a20.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2015.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de São José de Espinharas, Estado da Paraíba**. BELTRÃO B. A. et al. (Orgs.). Recife, CPRM, PRODEEM, 2005. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16363/Rel_S%C3%A3o_Jos%C3%A9_Espinharas.pdf?sequence=1>. Acesso em 02 dez. 2016.

DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C.; SOUTO, L. S.; JAPIASSU, A.; HOLANDA, E. M. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de caatinga situada no município de Pombal - PB. **Revista Verde**, Mossoró, RN, v. 5, n. 1, p. 134-142, 2010. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/253/253>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

DRESCHER, R.; PELISSARI, A. L.; GAVA, F. H. Fator de forma artificial para povoamentos jovens de *Tectona grandis* em Mato Grosso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 30, n. 63, p. 191-197, 2010. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/149/132>>. Acesso em 30 jan. 2017.

DRUMOND M. A.; KILL, L. H. P.; NASCIMENTO, C. E. S. Inventário e sociabilidade de espécies arbóreas e arbustivas da caatinga na região de Petrolina, PE. **Brasil Florestal**, n. 74, p. 37-43, 2002. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/147815/1/Drumond.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do Nordeste**. Recife, Embrapa Solos, 2014.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A. Análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 341-349, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/5676/4263>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

FABRICANTE, J. R.; FEITOSA, S. S.; BEZERRA, F. T. C.; FEITOSA, R. C.; XAVIER, K. R. F. Análise populacional de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae Lindl.) na caatinga da região do Seridó nordestino. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 285-290, 2009. Disponível em:

<<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/1188/876>>. Acesso em: 15 jan.2017.

FERRAZ, J. S. F. **Análise da Vegetação de Caatinga Arbustivo-Arbórea em Floresta, PE, como Subsídio ao Manejo Florestal**. 2011. 131 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

FERRAZ, J. S. F.; MEUNIER, I. M. J.; ALBUQUERQUE, U. P. Conhecimento sobre espécies lenhosas úteis da mata ciliar do Riacho do Navio, Floresta, Pernambuco. **Zonas Áridas**, n. 9, p. 27-39, 2005. Disponível em:

<<http://www.etnobotanicaaplicada.com.br/pt/gerenciador/uploadfiles/ca350640bdb4be21a3825c6a02ad0603.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2015.

FERRAZ, R. C.; MELLO, A. A.; FERREIRA, R. B.; PRATA, A. P. N. Levantamento fitossociológico em área de caatinga no Monumento Natural Grota do Angico, Sergipe, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, p. 89-98, 2013. Disponível em:

<https://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/2673/pdf_60>. Acesso em: 16 jan. 2017.

FIGUEIREDO, E. O.; SCHROEDER, R.; PAPA, D. A. **Fatores de Forma para 20 Espécies Florestais Comerciais da Amazônia**. Embrapa, Rio Branco, Comunicado Técnico, 2009.

FONSECA, L. S. C.; VIEIRA, G. E. G. Agricultura familiar e a produção de biocombustíveis; nova perspectiva sustentável para o setor rural. **Biomassa e energia**, v. 4, n. 2, p. 131-140, 2011. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/04-021-Vieira-B&E-2011-PF-131-140.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. Dinâmica Estrutural Arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Revista Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.196-212, 2004. Disponível em:

<<http://www.florestaombrofilamista.com.br/sidol/downloads/9.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.

FORZZA, R. C (Coord.). **Flora do Brasil 2020 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1283-1296, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v32n3/a36v32n3.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2017.

GOLDEMBERG, J. Biomassa e energia. **Química Nova**, v. 32, n. 3, p. 582-587, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a04v32n3.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.

GOOGLE. **Google Earth**. Versão Pro 7.1.5. 2015. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 20 maio 2015.

GUEDES, R. S.; ZANELLA, F. C. V.; COSTA JÚNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitosociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/view/2231/pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2 ed. rev. amp., Rio de Janeiro, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas**: bases e referenciais. 2015. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>>. Acesso em 02 dez. 2016.

LACERDA, A. V.; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 647-656, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n3/27381.pdf>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v.1, n.1, p.139-146, 2005.

LIMA JÚNIOR, C.; 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. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 289-298, 2014. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr102/cap13.pdf>>. Acesso em: 16 out. 2015.

LUNA, R. M.; COUTINHO, H. D. M. Efeito do superpastejo descontrolado sobre a fitocenose de duas áreas do cariri oriental paraibano. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 8-15, 2007. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/download/307/107>>. Acesso em: 22 jan. 2017.

MACHADO, M. F.; GOMES, L. J.; MELLO, A. A. Caracterização do consumo de lenha pela atividade de cerâmica no Estado de Sergipe. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 3, p. 507-514, 2010. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewArticle/18912>>. Acesso em: 24 nov. 2015.

MAIA, G.N. **Caatinga**: árvores e arbustos e suas utilidades. 1. ed. São Paulo, D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004.

MARANGON, G. P.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; LIRA, D. F. S.; SILVA, E. A.; LOUREIRO, G. H. Estrutura e padrão espacial da vegetação em uma área de caatinga. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 83-92, 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/27807/20139>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. L. F. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74413210>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

MARTINS, S. V. (Ed.). **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Viçosa, Editora UFV, 2009. 261 p.

MATOS, M. Q.; FELFILI, J. M. Florística, fitossociologia e diversidade da vegetação arbórea nas matas de galeria do Parque Nacional de Sete Cidades (PNSC), Piauí, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 483-496, 2010. Disponível em: <http://observatorio.wwf.org.br/site_media/upload/gestao/documentos/a19v24n2.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2017.

MIRANDA, D. L. C.; BERNADINO JÚNIOR, V.; GOUVEIA, D. M. Fator de forma e equações de volume para estimativa volumétrica de árvores em plantio de *Eucalyptus urograndis*. **Scientia Plena**, v. 11, n. 3, p. 1-8, 2015. Disponível em: <<https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/download/2427/1158>>. Acesso em: 26 nov. 2016.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento do Bioma Caatinga 2002 a 2008**. Brasília, DF, MMA/IBAMA, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatrio_tcnico_caatinga_72.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2015.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Monitoramento do Bioma Caatinga 2008-2009**. Brasília, DF, MMA/IBAMA, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_caatinga_2008_2009_72.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2015.

MOREIRA, F. T. A. **Florística, fitossociologia e corte seletivo pelo método BDq em uma área de caatinga, no município de São José de Espinharas – PB**. 2014. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande. 2014.

NADGIJIMANA, C.; PAREYN, F. G. C.; RIEGELHAUPT, E. Uso do solo e desmatamento da caatinga: um estudo de caso na Paraíba e no Ceará – Brasil. In: PAREYN, F. G. C.; VIEIRA, J. L.; GARIGLIO, M. A (Orgs.). **Estatística Florestal da Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, v. 2, p. 18-30, 2015.

OLIVEIRA, E.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; LUCIA, R. M. D.; LADEIRA, A. M. M.; CARNEIRO, A. C. O. Estrutura anatômica da madeira e qualidade do carvão de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 2, p. 311-318, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v30n2/a18v30n2.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

OMACHI, I. H.; RODRIGUES, L. G.; STOLF, M. CANNAVAL, R. SOBREIRO, R. Produção de biomassa florestal para exportação: o caso da Amcel. **Biomassa e energia**, v. 1,

n. 1, p. 29-36, 2004. Disponível em: <<http://www.renabio.org.br/003-B&E-v1-n1-2004-29-36.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2015.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; MEDEIROS NETO, P. N. Características físico-química, energética e dimensões das fibras de três espécies florestais do semiárido brasileiro. **Floresta e ambiente**, v. 20, n. 4, p. 500-555, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/floram/v20n4/aop_floram_247.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2015.

PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semi-árido brasileiro. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro, p. 49-64, 2010.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba, PR, 1997. 316 p.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Produção de forragens de espécies herbáceas da caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Orgs.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro, p. 145-159, 2010

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**, Salvador, v. 14, n. 1, p. 77-90, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v14n1/10.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2015.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, ano 28, p. 73-87, 2013. Disponível em: <<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/1188/614>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

PESSOA, M. de F.; GUERRA, A. N. M. M.; MARACAJÁ, P. B.; LIRA, J. F. B.; DINIZ FILHO, E. T. Estudo da cobertura vegetal em ambiente da Caatinga com diferentes formas de manejo no assentamento Moacir Lucena Apodi, RN. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p.40-48, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/sistema/article/viewFile/787/399>>. Acesso em: 17 jan. 2017.

RAMALHO, C. I.; ANDRADE, A. P.; FÉLIX, L. P.; LACERDA, A. V.; MARACAJÁ, P. B. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de caatinga no semiárido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p.182-190, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/1212/654>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

RMFC - Rede de Manejo Florestal da Caatinga. **Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes**. Recife. Associação de Plantas do Nordeste; Brasília, MMA, PNF, PNE. 2005. 28 p.

ROCHA, E. A.; AGRA, M. F. Flora do Pico do Jabre, Paraíba, Brasil: *Cactaceae* Juss. **Acta Botânica Brasileira**, v. 16, n. 1, p. 16-21, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v16n1/9458.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2015.

RODAL, M. J. N.; ARAÚJO, F. S. de; BARBOSA, M. R. de V. Vegetação e flora em áreas prioritárias para conservação da caatinga. In: ARAÚJO, F. S. de; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. de V. (Org.). **Análise das variações da biodiversidade do bioma caatinga**: suporte a estratégias regionais de conservação. Brasília, DF. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2005. p.81-90.

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. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 192-205, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.ufersa.edu.br/revistas/index.php/sistema/article/view/366/372>>. Acesso em: 15 out. 2015.

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. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v23n4/floramAO20150173.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

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**. Recife: Sociedade Botânica do Brasil, Seção Regional de Pernambuco, p. 203-230, 1996.

SANTANA, J. A. S.; PIMENTA, A. S.; SOUTO, J. S.; ALMEIDA, F. V.; PACHECO, M. V. Levantamento florístico e associação de espécies na caatinga da Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte - RN - Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró - RN, v. 4, n. 4, p. 83-89, 2009. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/221/221>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na Estação Ecológica do Seridó-RN. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 232-242, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=50060215>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

SANTOS, A. T.; MATTOS, P. P.; BRAZ, E. M.; ROSOT, N. C. Equação de volume e relação hipsométrica em plantio de *Ocotea porosa*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 13-21, 2012. Disponível em: <<http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewFile/327/242>>. Acesso em: 02 dez. 2015.

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; GUIM, A.; MELLO, A. C. L.; CUNHA, M. V. Potential of caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 204-215 (supl. especial), 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39sspe/23.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2015.

SANTOS, R. C.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S.; CASTRO, R. V. O.; MARINHO, I. V.; TRUGILHO, P. F.; ALVES, I. C. N.; CASTRO, A. F. N. M. Potencial energético da

madeira de espécies oriundas de plano de manejo florestal no Estado do Rio Grande do Norte. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 491-502, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/9293/pdf>. Acesso em: 28 jan. 2017

SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; CARNEIRO, A. C. O.; CASTRO, A. F. N. M.; PIMENTA, A. S.; PINTO, E. M.; MARINHO, I. V. Estoques de volume, biomassa e carbono na madeira de espécies da caatinga em Caicó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 26, n. 85, p. 1-7, 2016. Disponível em: <http://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/viewFile/772/465>. Acesso em: 30 jan. 2017.

SFB – SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo – 2013**: dados de 2007 a 2012. Brasília, MMA, SFB, 2013. 188 p.

SILVA, A. C. C.; PRATA, A. P. N. MELLO, A. A. Florística, fitossociologia e caracterização sucessional em um remanescente de Caatinga em Sergipe. **Gaia Scientia**, v. 10, n. 2, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/23637>. Acesso em: 17 jan. 2017.

SILVA, C. H. F.; MARTINS, A. F.; TEIXEIRA, L. C. Produção de biodiesel para geração de energia elétrica em microturbinas e motores estacionários. **Biomassa e Energia**, v. 4, n. 2, p. 101-112, 2011. Disponível em: <http://www.renabio.org.br/01-031-HomeroCemig-B&E-2-2011-PF-101-112.pdf>. Acesso em: 19 out. 2015.

SILVA, E. C. A.; LOPES, I. S.; SILVA, J. L. Composição florística de um fragmento de caatinga no município de Itapetim, Pernambuco. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/download/1011/533>. Acesso em: 16 jan. 2017.

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.3, p. 567-575, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n3/a17v32n3.pdf>. Acesso em: 16 out. 2015.

SILVA, J. A. **Fitossociologia e relações alométricas em caatinga nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte**. 2005. 93f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Disponível em: <http://alexandria.cpd.ufv.br:8000/teses/ciencia%20florestal/2005/194471f.pdf>. Acesso: 08 dez. 2015.

SILVA, J. A. A.; PAULA NETO, F. **Princípios Básicos de Dendrometria**. Recife. UFRPE, 1979. 185 p.

SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e estrutura diamétrica da mata de galeria do Taquara, na Reserva Ecológica do IBGE, DF. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 419-428, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n3/21609.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2017.

SILVA, L. B.; SANTOS, F. A. R.; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.

Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/abb/v23n2/v23n2a15.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2017.

SILVA, L. R.; ALVES, R. E. Caracterização físico-química de frutos de “mandacaru”. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 199-205, 2009. Disponível em: <<http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/academica?dd1=3347&dd99=view&dd98=pb>>. Acesso em: 16 out. 2015.

SILVA, N.; LUCENA, R. F. P.; LIMA, J. R. F.; LIMA, G. D. S.; CARVALHO, T. K. N.; SOUSA JÚNIOR, S. P.; ALVES, C. A. B. Conhecimento e uso da vegetação nativa da caatinga em uma comunidade rural da Paraíba, Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 34, p. 5-37, 2014. Disponível em: <http://inma.gov.br/boletim/arquivos/34/34_01.pdf>. Acesso em: 30 out. 2015.

SOARES, T. S.; CARNEIRO, A. C. O.; GONÇALVES, E. O.; LELLES, J. G. Uso da biomassa florestal na geração de energia. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, ano IV, n. 8, 2006. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/florestal1_000gapwcajw02wx5ok04xjloyxd3fpu2.pdf>. Acesso em: 30 set. 2015.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas nativas: estrutura, dinâmica e manejo**. Viçosa, Ed. UFV, 2013. 322 p.

SOUZA, P. F.; SILVA, J. A.; LUCENA, D. S.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LUCENA, M. F. A.; SOUZA, A. D. Estudos fitossociológicos e dendrométricos em um fragmento de caatinga, São José de Espinharas – PB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 4, p. 1317-1330, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/25152/pdf>>. Acesso em 29 jan. 2017.

THAINES, F.; BRAZ, E. M.; MATTOS, P. P.; THAINES, A. A. R. Equações para estimativa de volume de madeira para a região da bacia do Rio Ituxi, Lábrea, AM. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 64, p. 283-289, 2010. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/873132/equacoes-para-estimativa-de-volume-de-madeira-para-a-regiao-da-bacia-do-rio-ituxi-labrea-am>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima – Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.). **Acta Amazonica**, v. 35, n. 3, p. 353-362, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v35n3/v35n3a07.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2015.

VALE, A. T; BRASIL, M. A. M.; CARVALHO, C. M.; VEIGA, R. A. A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2000. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74460110.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2015.

VALE, A. T; FIELDER, N. C.; SILVA, G. F. Avaliação energética da biomassa do cerrado em função do diâmetro das árvores. **Ciência Florestal**, v. 12, n. 2, p. 115-126, 2002. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v12n2/A12V12N2.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2015.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. **Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga**. Recife: Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação/TNC do Brasil, 2002. 76 p.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF, Boletim Técnico 1, 1984. 21 p.

ZAKIA, M. J. B.; PAREYN, F. G.; RIEGELHAUPT, E. Equações de peso e de volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN. In: **Plano de manejo florestal para a região do Seridó do Rio Grande do Norte**. Natal: PNUD/FAO/IBAMA, v. 1. p. 4.1-4.92, 1992. (BRA/87/007).