



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E NUTRIENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS DA
CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE**

MOSSORÓ

2019

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E NUTRIENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS DA
CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
ENGENHARIA FLORESTAL.

Orientador: Prof. Dr. Allyson Rocha Alves

Co-orientador: Prof. Dr. Alan Cauê de
Holanda

MOSSORÓ

2019

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas
da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

D586e DA SILVA, ERICK DANIEL GOMES .
ESTIMATIVA DE BIOMASSA E NUTRIENTES EM ESPÉCIES
ARBÓREAS DA CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE / ERICK
DANIEL GOMES DA SILVA. - 2019.
43 f. : il.

Orientador: ALLYSON ROCHA ALVES.
Coorientador: ALAN CAUÊ DE HOLANDA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2019.

1. Silvicultura. 2. Manejo Florestal. 3.
macronutrientes. 4. Reflorestamento. I. ALVES,
ALLYSON ROCHA, orient. II. HOLANDA, ALAN CAUÊ DE,
co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

**ESTIMATIVA DA BIOMASSA E NUTRIENTES EM ESPÉCIES ARBÓREAS DA
CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE**

Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
ENGENHARIA FLORESTAL.

Defendida em: 20 / 03/ 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Allyson Rocha Alves (UFERSA)
Presidente


Prof. Dr. Alan Cauê de Holanda (UFERSA)
Membro Examinador


Prof. Dr. Pompeu Paes Guimarães (UFERSA)
Membro Examinador

*À memória da minha avó Cristina Maria da
Conceição e do meu irmão Edvaldo Gomes da
Silva.*

*Aos meus pais Antônio Gomes da Silva e
Maria Isabel da Silva pelo dom da vida,
e*

Aos meus irmãos e filho,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A minha avó e mãe Cristina pela força, determinação e ensinamentos prestados e, que permanecerão vivos e serão transmitidos à posteridade (in memoriam);

Aos meus pais, Antônio (vulgo João Baracho) e Isabel pelos esforços a mim concedidos, indispensáveis ao prosseguimento nessa caminhada. Agradeço, Pai e Mãe, por lutarem ao meu lado, por acreditarem e por me incentivar;

A toda minha família, que me deu força e incentivo para continuar durante toda essa jornada acadêmica;

A minha ex esposa Kessia que sempre se esforçou para que meus objetivos acadêmicos se concretizassem;

Ao meu filho Davi por ser meu principal motivo de lutar e sorrir.

À minha companheira Natália pelo apoio e carinho de longas datas.

Ao meu amigo e orientador Allyson Rocha Alves, pela compreensão, educação, amizade, paciência e acolhimento;

Aos meu co-orientador Alan Cauê de Holanda por ceder a Fazenda Baixa da Oiticica para execução de parte desse trabalho e pela disponibilidade para me auxiliar;

A todos os professores da Graduação em Engenharia Florestal, pela honrosa contribuição na minha formação acadêmica em especial à professora Rejane Tavares Botrel pelo companheirismo dentro e fora da vida acadêmica.

Ao professor Jeferson Luís Dallabona Dombroski pela oportunidade e pela confiança em mim depositada.

Aos meus amigos Romário Bezerra, Arthur Magalhães e Lucas Araújo pela amizade, paciência e contribuição nos trabalhos durante este período de convivência;

À UFRSA por ceder a Fazenda Experimental Rafael Fernandes para a execução de parte desse trabalho;

Ao laboratório de Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisas Vegetais do Semi Árido - CPVSA da UFRSA pela concessão dos materiais e do espaço para realização das leituras das análises e ao professor Leilson Costa Granjeiro, responsável pelo laboratório;

A todos os amigos professores da UFRSA, pela amizade, ajuda e força que me deram durante o desenvolvimento da minha monografia.

“A ausência da evidência não significa a evidência da ausência”.

Carl Sagan

RESUMO

As florestas nativas tropicais estão sobre solos de baixa fertilidade e, por isso, compõem ecossistemas complexos, suportados pela ciclagem de nutrientes e pela diversidade florística. Buscando compreender as relações entre a exploração de forma não manejada da caatinga e o desenvolvimento e auto sustentabilidade da vegetação florestal desse bioma objetivou-se neste trabalho quantificar a biomassa da parte aérea e determinar os teores de nutrientes em três espécies arbóreas em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte. A pesquisa foi realizada em dois fragmentos florestais de Caatinga próximo ao município de Mossoró/RN, denominado de área 1 e 2. Para a análise da biomassa, foram utilizados como base, os inventários florestais realizados nas duas áreas, e em cima dessas informações foram selecionadas três espécies com maior representatividade nas áreas e de importância econômica para a região. Em seguida foram criadas cinco classes de circunferência e dentro dessas classes foram amostrados três indivíduos por espécie, totalizando 15 indivíduos por espécie. A escolha dos indivíduos foi feita de forma aleatória e cada planta escolhida teve medida sua circunferência a altura do peito e na base, área de projeção da copa, altura total e altura comercial. Para o processo da pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea as árvores escolhidas foram tombadas, seccionadas e pesadas, sendo recolhida de cada componente uma amostra de aproximadamente 100 g para realização das análises químicas. Quanto aos resultados, a *Auxemma oncocalyx* (Pau branco) apresentou altura total (HT) média 6,3 m e uma altura comercial (HC) média de 5,1 m, quanto a biomassa seca, foi de aproximadamente 4,08 t ha⁻¹, representada por 0,16 t ha⁻¹ de folhas; 1,20 t ha⁻¹ de galhos e 2,72 t ha⁻¹ de fustes. Já a *Mimosa tenuiflora* (Jurema preta) apresentou uma HT média 5,4 m e uma HC média de 3,8 m, quanto à biomassa seca, foi de aproximadamente 4,12 t ha⁻¹, representada por 0,24 t ha⁻¹ de folhas; 1,54 t ha⁻¹ de galhos e 2,33 t ha⁻¹ de fustes. A *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) apresentou uma HT média 4,5 m e uma HC média de 3,0 m, quanto a biomassa seca, foi de aproximadamente 6,32 t ha⁻¹, representada por 0,31 t ha⁻¹ de folhas; 2,51 t ha⁻¹ de galhos e 3,49 t ha⁻¹ de fustes. Quanto aos nutrientes, os teores de NPK em g.kg⁻¹ das três espécies foram de (18,3 N; 1,0 P e 3,5 K) na *Auxemma oncocalyx*; (14,3 N; 1,0 P e 1,6 K) na *Mimosa tenuiflora* e (11,7 N; 1,7 P e 1,2 K) na *Poincianella pyramidalis*. As espécies apresentaram quantidade considerável de biomassa e carbono e os maiores teores de nutrientes foram observados no componente folha, fatores que indicam bom potencial de uso em reflorestamentos e plantios comerciais. No caso da exploração do recurso madeireiro, recomenda-se que no momento do processamento as folhas e galhos finos deverão permanecer na área para permitir a ciclagem dos nutrientes e a incorporação destes no próximo ciclo de corte.

Palavras-chave: Silvicultura, Manejo florestal, Macronutrientes, Reflorestamento.

ABSTRACT

Tropical native forests are on low fertility soils, and therefore make up complex ecosystems, supported by nutrient cycling and floristic diversity. The objective of this study was to quantify the biomass of the aerial part and to determine the nutrient content of three tree species in two forest remnants of the Brazilian Amazon. The objective of this study was to understand the relationship between the unmanaged exploitation of the caatinga and the development and self sustainability of the forest vegetation of this caatinga. Caatinga, in the region of Mossoró, Rio Grande do Norte. The research was carried out in two forest fragments of Caatinga near the municipality of Mossoró / RN, denominated area 1 and 2. For the biomass analysis, the forest inventories were used as base, and on top of this information were selected three species with greater representativeness in the areas and of economic importance for the region. Then five circumference classes were created and within these classes were sampled three individuals per species, totaling 15 individuals per species. The individuals were chosen in a random manner and each plant chosen had a measure of their circumference at breast height and at the base, crown projection area, total height and commercial height. For the process of weighing and sampling of the parts of the aerial part, the chosen trees were dropped, sectioned and weighed, and a sample of approximately 100 g was collected from each component to carry out the chemical analyzes. Regarding the results, *Auxemma onocalyx* (Pau branco) presented a mean total height (HT) of 6.3 m and an average commercial height (HC) of 5.1 m for dry biomass was approximately 4.08 t ha⁻¹, represented by 0.16 t ha⁻¹ of leaves; 1.20 t ha⁻¹ of twigs and 2.72 t ha⁻¹ of stems. Meanwhile, *Mimosa tenuiflora* (Jurema negra) presented a mean HT of 5.4 m and a mean HC of 3.8 m, in relation to dry biomass, was approximately 4.12 t ha⁻¹, represented by 0.24 t ha⁻¹ of leaves; 1.54 t ha⁻¹ of branches and 2.33 t ha⁻¹ of stems. *Poincianella pyramidalis* (Catingueira) presented a mean HT of 4.5 m and a mean HC of 3.0 m for dry biomass was approximately 6.32 t ha⁻¹, represented by 0.31 t ha⁻¹ of leaves ; 2.51 t ha⁻¹ of branches and 3.49 t ha⁻¹ of stems. As regards nutrients, the NPK levels in g.kg⁻¹ of the three species were (18.3 N, 1.0 P and 3.5 K) in *Auxemma onocalyx*; (14.3 N, 1.0 P and 1.6 K) in *Mimosa tenuiflora* and (11.7 N, 1.7 P and 1.2 K) in *Poincianella pyramidalis*. The species presented considerable amount of biomass and carbon and the highest nutrient contents were observed in the leaf component, factors that indicate good potential of use in reforestation and commercial plantations. In the case of the exploitation of the timber resource, it is recommended that at the time of processing the leaves and thin branches should remain in the area to allow the cycling of the nutrients and the incorporation of these in the next cutting cycle.

Keywords: Forestry, Forest management, Macronutrients, Reforestation.

LISTA DE FIGURAS

		Pág
Figura 1	– Croqui de localização das áreas estudadas. Área 1 – Fazenda Rafael Fernandes; Área 2 - Fazenda Baixa da Oiticica.	8
Figura 2	– Imagem do processo de abate do indivíduo arbóreo no campo.	12
Figura 3	– Imagem do processo de separação dos componentes folhas e galhos finos.	12
Figura 4	– Imagem do processo de acondicionamento (A) e pesagem (B) do componente folha.	13

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1. Número de classes de circunferência e suas amplitudes utilizadas na seleção das árvores amostrais no estudo realizado em duas áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil.	11
Tabela 2. Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm ²), área seccional no peito (gP, cm ²), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m ²), biomassa da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das três espécies estudadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.	15
Tabela 3. Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm ²), área seccional no peito (gP, cm ²), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m ²), biomassa total da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.	17
Tabela 4. Estimativa de biomassa e carbono na parte aérea dos componentes analisados nas espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.	18
Tabela 5. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectares pelos componentes da parte aérea das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.	20
Tabela 6. Teores médios dos nutrientes na biomassa s da parte aérea das espécies estudadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte. Conforme as classes de CAP: I (6,0 –12,0 cm), II (12,1 – 18,0 cm), III (18,1 – 24,0 cm), IV (24,1 – 30,0 cm) e V (> 30 cm).	21
Tabela 7. Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.	22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APC	Área de Projeção da Copa
B	Biomassa
C	Carbono
CAP	Circunferência a altura do peito
CNB	Circunferência na Base
DA	Densidade absoluta
DoA	Dominância absoluta
DoR	Dominância relativa
DR	Densidade relativa
FA	Frequência absoluta
FR	Frequência relativa
gP	Área seccional no peito
gB	Área seccional na base
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
HC	Altura comercial
HT	Altura total
K	Potássio
MMA	Ministério de meio Ambiente
N	Nitrogênio
P	Fósforo
V	Volume

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Caracterização do Bioma Caatinga	3
2.2. Quantificação de biomassa florestal em ecossistemas florestais	4
2.3. Ciclagem de nutrientes.....	5
2.4. Importância do estudo da biomassa para o manejo florestal.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1. Caracterização das áreas de estudo	8
3.1.1. Característica da vegetação e clima.....	8
3.1.2. Aspectos geoambientais da região.....	9
3.2. Seleção das espécies	9
3.2.2. Quantificação da biomassa da parte aérea	10
3.2.3. Pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea.....	11
3.2.4. Determinação de nutrientes e carbono.....	13
3.2.5. Determinação da biomassa seca de componentes da parte aérea	14
3.3. Análise estatística.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4.1. Quantificação de biomassa e carbono.....	14
4.2. Teores de nutrientes na biomassa da parte aérea.....	20
5. CONCLUSÕES.....	23
6. RECOMENDAÇÕES.....	24

1. INTRODUÇÃO

A região Nordeste, com 1.554.291,744 km² de área, apresenta uma série de aspectos climáticos e edáficos, o que resulta numa ampla variedade de biomas (IBGE, 2014). A Caatinga é o mais extenso desses biomas, ocupando uma área de 844.453 km² (9,92% do território nacional) sendo o principal ecossistema da região. Entretanto, as políticas voltadas ao estudo e à conservação da biodiversidade na Caatinga ainda são pouco representativas, o que mantém o Bioma no posto dos menos protegidos, ainda que seja a vegetação predominante do Nordeste Brasileiro (MMA, 2012).

Esse complexo vegetacional integra-se na expressão sintética dos elementos físicos e climáticos, uma vegetação singular cujos elementos florísticos apresentam uma morfologia, anatomia e mecanismo fisiológico apropriados ao ambiente xérico, característico de região ou paisagem que recebe pouca precipitação pluviométrica, onde a água disponível às plantas se limita ao curto período da estação chuvosa, uma vez que seus solos são pouco capazes de reter água (SOUTO, 2006; GARIGLIO et al., 2010).

Embora possua notória importância ecológica, sociocultural e econômica, o Bioma tem sido alvo constante do desmatamento não manejado, com maior intensidade nas últimas décadas. As atividades que mais degradaram e ainda impactam estão voltadas ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e industriais, ao sobrepastoreio e a conversão para pastagens e agricultura e, por essas razões, as alterações sobre o Bioma já ultrapassa os 46% do semiárido (PAREYN, 2010; MMA, 2012).

Segundo Costa et al., (2009) A retirada parcial ou total da vegetação em áreas da caatinga, de forma não manejada, implica não só na redução do estoque de madeira, mas também na redução e migração da fauna dispersora de sementes, na produção de biomassa vegetal e, conseqüentemente, na exposição dos solos do semiárido às intempéries climáticas por longos períodos, criando com isso, condições que desequilibram e aceleram a degradação do bioma.

Uma série de estudos atestam que a sobrevivência e perpetuação dos ecossistemas florestais dependem da ciclagem de nutrientes oriundos da decomposição da biomassa produzida pelos animais e vegetais presentes no ecossistema, particularmente em florestas tropicais (SOUTO et al., 2009).

Essas florestas exercem papel de relevante importância também na proteção do solo, como refúgio para a fauna, controle do microclima dos sítios e também como fonte de matéria-prima para diversas atividades Lima et al., (2016). Por esses motivos, o conhecimento

sobre a vegetação, suas utilidades e limitações são ferramentas indispensáveis na realização de qualquer atividade de impacto no bioma, sendo imprescindíveis a elaboração de estudos sobre biomassa florestal e ciclagem de nutrientes.

De acordo com Drumond et al., (2008) e Behling et al., (2014) os estudos sobre biomassa ainda são escassos, mas são ferramentas muito importantes na avaliação de um ecossistema florestal, quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, absorção e armazenagem de energia solar, possibilitando conclusões para uma exploração mais racional do ambiente. Para isso, é importante avaliar a produção e distribuição de biomassa das espécies arbóreas de uso múltiplo, visando aumentar a disponibilidade de madeira e forragem na região, e que, indiretamente, contribuam com a preservação das espécies nativas.

Para uma avaliação com maior acurácia em um estudo de quantificação da biomassa da parte aérea é necessária, ao menos numa primeira abordagem, a aplicação de uma amostragem destrutiva, na qual é analisada a produção dos diversos componentes da árvore (tronco, galhos, folhas, flores, frutos, etc.) (SOCHER et al., 2008; RATUCHNE et al., 2016).

Com isso, o objetivo desse trabalho foi quantificar a biomassa da parte aérea e determinar os teores de nutrientes em três espécies arbóreas em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Caracterização do Bioma Caatinga

O Nordeste brasileiro cobre aproximadamente 1,54 milhões de km² de área e abriga a região semiárida mais povoada do mundo. Dos 53,08 milhões de nordestinos, mais de 27 milhões são sertanejos e, por sua vez, subsistem com produtos extraídos da Caatinga (IBGE, 2014). A Caatinga é o Bioma nordestino mais extenso, abrangendo aproximadamente 844.453 km², onde 50.170 km² situam-se no Rio Grande do Norte (IBGE, 2014).

Mesmo com toda essa grandeza espacial, relevância socioeconômica e seja ambientalmente singular, a Caatinga é o bioma menos estudado e menos protegido dentre os biomas brasileiros. (MMA, 2012).

A degradação do bioma Caatinga teve origem no período colonial e se estendeu por séculos de atividades agropecuárias, uso da lenha, incêndios, expansão dos centros urbanos e caça predatória de animais dispersores de sementes (ALBUQUERQUE et al., 2001).

Esse bioma é composto Botanicamente por uma variedade de espécies lenhosas caducifólias e herbáceas anuais, em sua grande maioria. Uma das dificuldades de classificar as Caatingas está relacionada com a variação de sua fisionomia, resultante da interação principal de solo e clima, além da interferência antrópica. A vegetação é predominantemente arbóreo-arbustiva e arbustiva pouco densa. Florestas de Caatingas altas são agora escassas, pequenas e fragmentadas (PRADO, 2003; MAIA, 2012; GARIGLIO et al., 2010).

Quanto ao aspecto geomorfológico predominante no semiárido brasileiro (Caatinga) em sua maioria apresentam relevos com altitudes menores que 500 m, podendo algumas superfícies atingirem cotas de 800 a 1.100 m como no caso do Planalto da Borborema, na Chapada do Araripe e em Ibiapaba, que chega a 1.200 m na Chapada Diamantina (AB'SÁBER, 2003).

A escassez hídrica é uma particularidade dos solos sob fisionomia de Caatinga em que as espécies vegetais estão condicionadas (RIEGELHAUPT et al., 2010). Os solos são rasos, salinos e armazenam pouca água (TROVÃO et al., 2004; GARIGLIO et al., 2010). A vegetação é característica da Caatinga em suas diversas formas, é constituído de arbustos e árvores, que refletem as condições de clima existentes, com chuvas irregulares concentradas em somente quatro meses do ano e ar muito seco e quente (LEPSCH, 2002; DIAS e KIILL, 2008).

O clima predominante nas regiões semiáridas do Brasil apresentam, em sua grande maioria, um clima do tipo BSh segundo a classificação de Köppen, ou seja, semiárido muito quente, de posição subequatorial a tropical. Em algumas áreas, verifica-se a ocorrência dos tipos climáticos Aw, Bsw'h e As' segundo a classificação de Köppen, com pluviometria variando entre 650 a 1200 mm ou pouco mais. Prevalecem temperaturas médias anuais de 24 a 26°C (JACOMINE, 1996). E segundo o MMA (2010), a vegetação de Caatinga apresenta uma elevado potencial de evapotranspiração, que varia 1.500 a 2.000 mm por ano.

2.2. Quantificação de biomassa florestal em ecossistemas florestais

A estimativa da biomassa é a forma de avaliar a quantidade de material biológico de uma floresta natural ou artificial, isso porque a determinação não é possível pelo fato delas ocuparem grandes áreas florestais (SANQUETTA, 2004; QURESHI et al., 2012). Portanto, a aplicação do método indireto é mais viável porque facilita o trabalho de campo e diminui o custo de coleta de dados, para isso, utiliza-se modelos de regressão, lineares ou não lineares, cujas variáveis independentes são as características diretamente mensuráveis das árvores amostradas (diâmetro, altura, etc) e as variáveis dependentes, são representadas pelo peso de matéria seca dos componentes ou pela quantidade de carbono (SOARES et al., 2006).

No entanto, para estudos confiáveis de biomassa, é preciso, ao menos numa primeira abordagem, a execução de uma amostragem destrutiva, onde são analisados os componentes da árvore (SOCHER et al., 2008; VIRGENS, 2017).

De acordo com Alves (2011) a mensuração da biomassa é um processo essencial para basear a exploração racional dos ecossistemas, em virtude da aplicação na análise da produtividade, conversão de energia e da ciclagem de nutrientes, podendo ser uma ferramenta indicadora dos impactos ambientais potenciais da permanência das árvores e da exploração florestal sobre os nutrientes do sítio.

Segundo Clack e Clack (2004), entre os objetivos dos estudos relacionados com a quantificação da biomassa florestal, podem ser destacados a quantificação do balanço exportação, teores dos nutrientes dos componentes arbóreos e, essas informações podem compor um banco de dados para estudos de sequestro de carbono ou exploração para uso econômico e orientam as tomadas de decisões. O estudo da biomassa é uma ferramenta muito importante na avaliação de um ecossistema florestal, quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, absorção e armazenagem de energia solar, possibilitando conclusões para uma exploração mais racional do ambiente (DRUMOND, 2008; PAREYN, 2010).

A biomassa florestal tem grande parcela da sua constituição formada por carbono, estudos mais detalhados sobre o assunto precisam ser levantados pois a quantidade de carbono a ser fixado varia em função das espécies e da densidade populacional de cada comunidade vegetal que compõe a biomassa (SOARES et al., 2005; LOPES e MIOLA, 2010).

Na Caatinga a vegetação tende a uma produção de biomassa considerada baixa quando comparada aos demais biomas. De uma maneira ampla, isso se deve ao fato dos ambientes estarem sob elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e precipitação abaixo das médias registradas em outros biomas, onde tudo isso implica grandes perdas por evapotranspiração (MENEZES e SAMPAIO, 2000).

Estudos sobre biomassa florestal na Caatinga tem oferecido informações relevantes. Silva (1998) pesquisando sobre a biomassa de várias espécies da Caatinga encontrou uma ampla variação de biomassa em função do porte das árvores e da vegetação, de 2 até 156 t ha⁻¹, com 60% dos locais com menos de 20 t ha⁻¹ de biomassa total. De acordo com Tiessen et al. (1998), a biomassa em áreas de Caatinga varia em torno de 5 a 10 t ha⁻¹, em locais mais abertos, e de 50 a 100 t ha⁻¹, em formações florestais mais densas e a produção total de matéria seca é próxima de 3 a 5 t ha⁻¹ano⁻¹, em média, com máxima possível de 15 a 20 t ha⁻¹ano⁻¹. A produção de folheto, que é o conjunto das folhas desprendidas das árvores, é em torno de 3 a 4 t ha⁻¹ano⁻¹.

Em estudo realizado na Estação Ecológica do Seridó, no Rio Grande do Norte por Amorim et al. (2005), foi encontrada uma biomassa média de 25 t.ha⁻¹.

2.3. Ciclagem de nutrientes

Um ecossistema florestal tem sua produtividade intimamente ligada às parcelas de nutrientes estocados na serapilheira, no solo e na própria vegetação. Esse último compartimento é responsável por reabastecer a camada de matéria orgânica (serapilheira) com folhas, galhos, partes reprodutivas e demais detritos vegetais (COSTA et al., 2010).

No tocante à região semiárida nordestina, onde os solos são naturalmente rasos, com reduzida capacidade de infiltração e, conseqüentemente, alto escoamento superficial e a remoção da vegetação e os processos desencadeados a partir dessa operação não só desequilibram os ciclos biogeoquímicos, mas podem expor o solo à energia cinética das gotas de água das chuvas e à intensa luminosidade do sol (SOUTO, 2006).

Em conformidade com Kluge et al., (2014) e Alves (2011), os ciclos biogeoquímicos compreendem os distintos meios de transferência dos elementos químicos que ocorrem na

biosfera. Os seres fotossintetizantes incorporam a biomassa a partir de nutrientes inorgânicos dissolvidos e do dióxido de carbono, mediante a captação de energia solar. A matéria orgânica morta de origem vegetal e animal é processada e mineralizada por microrganismos dispostos na água, no solo e nos sedimentos, e através desse processo de ciclagem de nutrientes os minerais tornam-se novamente disponíveis no ambiente podendo, portanto, serem utilizados novamente na reação de fotossíntese

Nesse ciclo dos nutrientes o conhecimento da quantidade e da dinâmica da transferência dos elementos químicos entre os compartimentos em um determinado ecossistema envolve a compreensão de algumas variáveis como o tipo de nutriente, a solubilidade deste, volatilidade, entre outras (LOPES et al., 2010).

Muitos estudos apontam que a autossustentabilidade dos ecossistemas florestais está intrinsicamente ligada à ciclagem de nutrientes através da geração e decomposição da serapilheira e, para isso, a determinação do teor de nutrientes e sua distribuição nos componentes arbóreos somada à quantificação da biomassa da parte aérea das plantas podem ser úteis como indicadores dos potenciais impactos pós remoção dos indivíduos em uma determinada área (GIULIETTI et al., 2004; SOUTO, 2006; ALVES, 2011).

Sendo assim, um ecossistema nada mais é que um grande transformador de energia e repositório de nutrientes, tendo dois agentes principais: o meio biótico, composto pelos seres vivos e a parte abiótica, representada pelo meio físico e suas interações.

2.4. Importância do estudo da biomassa para o manejo florestal

Ainda é bastante complexa a compreensão dos processos dinâmicos de uma floresta nativa, isso pelo fato de haver dentro desse maciço florestal uma diversidade de espécies e de características voltadas à silvicultura, além de ser superficial o conhecimento sobre a ecologia e tecnologias. O pouco que se sabe sobre o desenvolvimento das plantas em áreas sob conservação, exploradas ou ainda em processo de manejo é uma barreira formidável nos dias atuais.

Podem ser elencados alguns pontos muito importantes referentes ao uso sustentável das florestas, entre eles a definição dos ciclos de corte, o comportamento das árvores nas diferentes classes de diâmetro ao longo do tempo, a resiliência da floresta à exploração, o retorno econômico, as técnicas de exploração e movimentação da madeira (BRAND, 2017).

Na região Nordeste do país várias atividades industriais subsistem a partir do uso do produto florestal madeireiro, onde podem ser citadas as cerâmicas e olarias, as indústrias de

calcinação da cal, casas de farinha, padarias e fábricas de doces, entre outras mais (RABELO NAHUZ et al., 2012; MME, 2016). Segundo o IBGE (2017) foi explorado em 2015, no Nordeste brasileiro, um volume superior a 16,3 milhões de m³ de lenha, que correspondem a uma cifra que excede aos 294,5 milhões de reais, cerca de 60% do volume da produção nacional. A exploração da floresta gera emprego e renda para populações carentes e é, muitas vezes, o único meio de subsistência para uma infinidade de famílias sertanejas (PAREYN, 2010)

Com isso, o manejo florestal torna-se uma ferramenta imprescindível na gerência dos recursos florestais, fornecendo base sustentada da estrutura e dinâmica das espécies quando aliado às metodologias de amostragem que representem a formação vegetal (ALVES, 2011).

Diante do exposto, estudos referentes à biomassa vegetal e à composição nutricional das plantas podem compor um importante banco de dados para o desenvolvimento de programas de conservação, ser um referencial comparativo para a recuperação de áreas degradadas e para a administração de remanescentes florestais, combatendo o uso indiscriminado da floresta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização das áreas de estudo

A pesquisa foi realizada em duas áreas, a primeira (área1) foi na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA, localizada na comunidade Alagoinha, município de Mossoró, Rio Grande do Norte com aproximadamente 416 ha de área total. A área está situada a 5°03'37'' Latitude Sul e 37°23'50'' Longitude Oeste e altitude aproximada de 72 m. A segunda (área 2) está localizada no município de Upanema/RN, microrregião do médio oeste, distante 30 km da cidade de Mossoró, a sede da fazenda está situada a 5°29'58,20'' Latitude Sul e 37°20'28,80'' de Longitude Oeste, com aproximadamente 363 ha de área manejada.

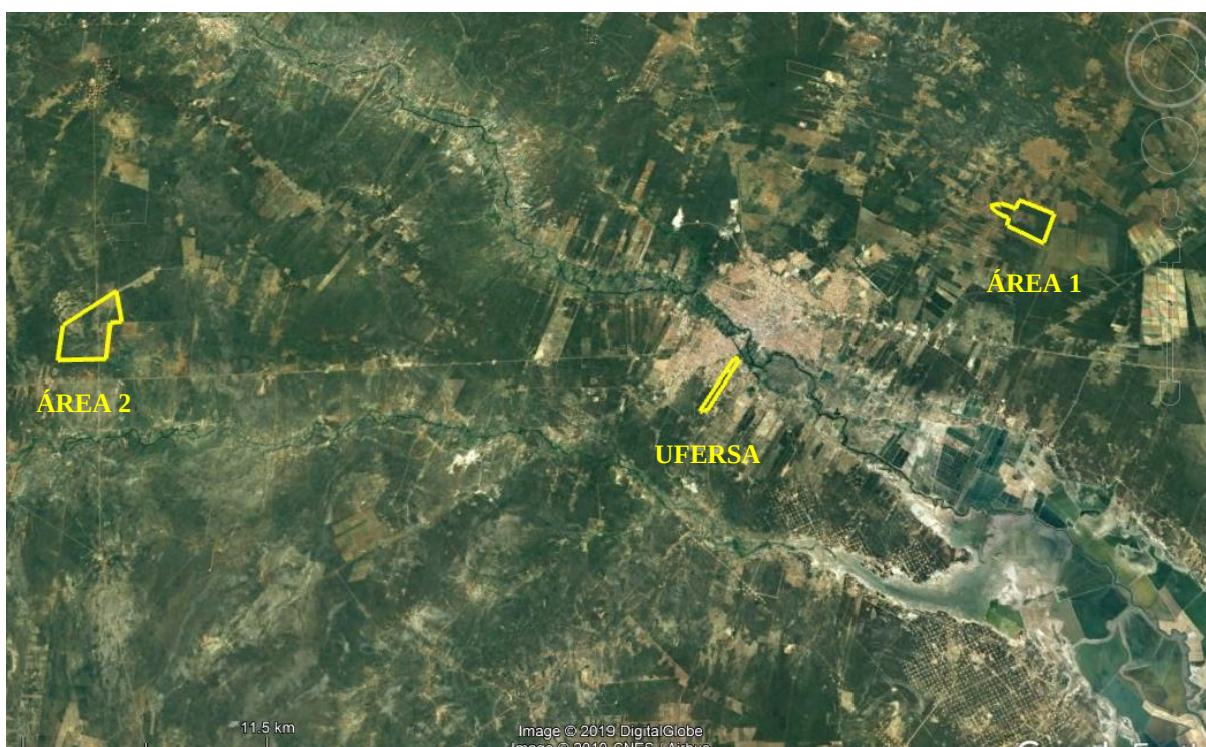


Figura 1. Croqui de localização das áreas estudadas. Área 1 – Fazenda Rafael Fernandes; Área 2 - Fazenda Baixa da Oiticica; a sede da UFRSA está ligeiramente à direita do centro da imagem.

3.1.1. Característica da vegetação e clima

A vegetação que predomina nas áreas de estudo é classificada pelo IBGE (1992) como Savana Estépica arborizada, com estrato superior arbustivo-arbóreo, esparsado, e um estrato inferior gramíneo-lenhoso, ambos de relevante importância fitofisionômica. As plantas são

adaptadas ao ambiente de altas temperaturas, às irregularidades das precipitações e à baixa umidade relativa do ar.

O clima, segundo o sistema internacional de classificação de Köppen, nas áreas 1 e 2 é do tipo Bsw'h, seco, muito quente, com a estação chuvosa concentrada entre o verão e o outono, apresenta estação seca de 8 a 9 meses, com regimes de chuvas irregulares (IDEMA 2008).

Na área 1, a temperatura média anual é de 27,4°C e as médias anuais das precipitações pluviométricas são da ordem de 695,8 mm, com período de chuva concentrado de fevereiro a maio, sendo os meses mais chuvosos de março a maio. A umidade relativa do ar é de 70%. Já na área 2, a temperatura média anual é de 27,5°C e as médias anuais das precipitações 653 mm, com período de chuva irregulares ocorrendo entre os meses de março a maio. A umidade relativa do ar é de 70% (CLIMATE –DATA. ORG, 2018).

3.1.2. Aspectos geoambientais da região

O município de Mossoró está inserido, em sua maior parte, na Chapada do Apodi, caracterizada por ser uma grande superfície cárstica, com topos planos e altitudes que variam de 20 a 120 m (ROCHA, 2009).

Os solos que predominam na região são os Argissolo Vermelho Distrófico Típico, Latossolo Vermelho Distrófico Argissólico e Plintossolo Argiluvico Eutrófico Típico, Cambissolo háplicos, Neossolos litólicos e Neossolos Quartzarênico (RÊGO, 2016). No fragmento florestal na área 1, o solo que predomina é o Latossolo Vermelho Distrófico. Na área 2, os principais solos são os Latossolo Vermelho Amarelo Eutrófico e o Cambissolo Eutrófico. O solo que predomina dentro do fragmento é Cambissolo Eutrófico.

3.2. Seleção das espécies

As espécies amostradas nesse estudo foram selecionadas em duas áreas de Caatinga, usando como base as informações obtidas em inventários florestais realizados em cada área, em função da sua Densidade Absoluta (ind.ha^{-1}) e sua importância para a região. Na área 1, baseado no inventário realizado por Bezerra et al (2015), foi selecionada a espécie Pau branco (*Auxemma oncocalyx* (Allemão) Taub.), por apresentar uma densidade de 158,3 ind.ha^{-1} , e por ser uma espécie muito utilizada na região pela qualidade e beleza da madeira. Já na área 2, baseado no inventário realizado por Santos et al., (2017) as espécies selecionadas foram a

Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora* Willd.) com uma densidade de 155,0 ind.ha⁻¹ e a Catingueira (*Poincianella pyramidalis* (Tull.) L. P. Queiroz), com uma densidade de 282,0 ind.ha⁻¹, as duas espécies tem grande importância econômica para a região e são muito utilizadas para energia (lenha e carvão).

Nos inventários florestais realizados nas duas áreas, o processo de amostragem utilizado foi o inteiramente aleatório, por considerar que as áreas eram homogêneas em função da variável de interesse. Na área 1 foram alocadas 15 unidades amostrais (parcelas) de 20 x 20 m (400 m²), compreendendo um total de 0,6 ha. Na área 2 foram lançadas 11 unidades amostrais de 20 x 20 m, amostrando uma área de 0,44 ha.

O nível de inclusão no inventário nas duas áreas foram os indivíduos vivos com circunferência a 1,30 m do solo com (CAP) maior ou igual a 6,0 cm (seis centímetros).

Para a avaliação da composição florística dos fragmentos e determinação da suficiência do número de parcelas amostradas, foi utilizado o procedimento REGRELRP, do Sistema para Análise Estatística e Genética - SAEG (SAEG, 1997), segundo FERREIRA e VALE (1992).

Foi utilizado o software Mata Nativa 3.0 para calcular os dados coletados no inventário e os resultados permitiram a seleção das espécies avaliadas na estimativa da biomassa.

Os indivíduos mensurados foram identificados no local pelo nome vulgar, e foi coletado material botânico para posterior identificação no herbário Dárdano de Andrade Lima, UFERSA, sendo identificadas pelo Angiosperm Phylogeny Group II (APGII, 2003).

3.2.2. Quantificação da biomassa da parte aérea

A análise da quantificação da biomassa da parte aérea foi realizada com base na estrutura diamétrica encontrada nos inventários florestais nas áreas avaliadas. As três espécies selecionadas foram divididas em cinco classes de circunferência organizada de forma empírica, a partir da circunferência mínima na altura do peito de 6 cm, estabelecido como o padrão para amostragem para vegetação de Caatinga (RMFC, 2005), e com intervalos de 6 cm, até a circunferência representativa de 30 cm (Tabela 1). Foram abatidas três árvores representativas da circunferência média de cada classe, para análise da produção de biomassa da parte aérea, totalizando 15 indivíduos de cada espécie e 45 árvores no total.

Tabela 1. Número de classes de circunferência e suas amplitudes utilizadas na seleção das árvores amostrais no estudo realizado em duas áreas de Caatinga no Rio Grande do Norte, Brasil.

Classes	Amplitude de classes
1	6,0 – 12,0
2	12,1 – 18,0
3	18,1 – 24,0
4	24,1 – 30,0
5	> 30

A escolha dos indivíduos foi feita de forma aleatória, sendo evitadas plantas parcialmente cortadas, queimadas ou tombadas e de forma a cobrir todas as classes de diâmetro. Cada planta escolhida teve medida sua circunferência à altura do peito (CAP) a 1,30 m e ao nível do solo 0,30 m e os diâmetros ortogonais da projeção da copa. As circunferências foram convertidos em diâmetros à altura do peito (DAP) e ao nível do solo (DNB), assumindo uma forma circular, (a conversão foi feita pela divisão da circunferência/ π (pi)) e a área de projeção da copa (APC) foi medida de uma extremidade a outra da copa. Em seguida, as árvores foram cortadas e tiveram altura total (HT) e a altura do tronco comercial (HC) medidos, sendo a altura comercial classificada como a parte de interesse econômico. Em seguida, foram separadas em diferentes partes: 1) fuste; 2) galhos grosso acima de 6 cm de circunferência; 3) galhos finos abaixo de 6 cm de circunferência e 4) folhas. Algumas espécies da Caatinga são decíduas e, por isso, as medidas foram feitas na segunda metade da estação das chuvas, quando as copas estavam bem folhadas. As massas de cada parte foram determinadas e amostradas para posterior definição dos teores de umidade (a $\pm 65^{\circ}\text{C}$) e dos nutrientes (SILVA e SAMPAIO, 2008).

3.2.3. Pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea

Para o procedimento de pesagem e amostragem dos componentes da parte aérea os indivíduos foram abatidos (figura 2) e em seguida foram processados e suas folhas inicialmente ensacadas e pesadas (figura 4). Posteriormente, elas foram colocadas sobre uma lona, misturadas para a retirada de uma amostra de folha variando entre 100 e 200 g.

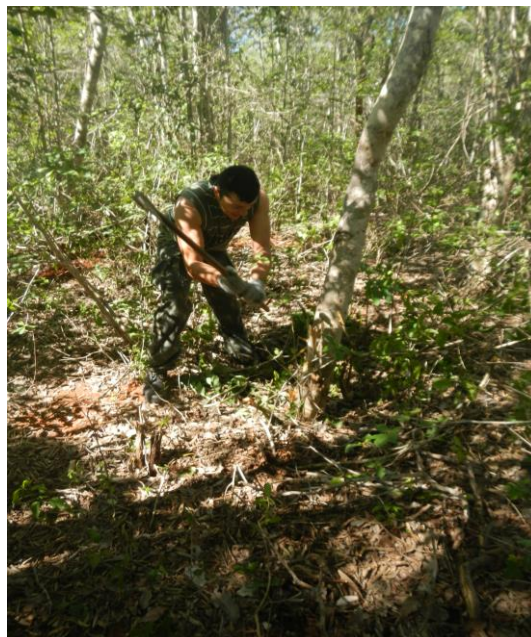


Figura 2. Processo de abate do indivíduo arbóreo selecionados no campo em uma fragmento de Caatinga no município de Mossoró-RN, Brasil.

Após desfolhadas (figura 3), cada árvore foi desganhada e os seus galhos foram pesados. Da fração galhos foram retirados pedaços aleatórios e de várias partes da copa, de modo a formar uma amostra homogênea constituída de cerca de 100 a 200 g.

Foi retirada uma amostra representativa da casca de aproximadamente 100g, após os procedimentos já descritos, estimando-se a proporcionalidade para o restante da árvore.



Figura 3. Processamento dos componentes folhas e galhos realizado no campo, em uma fragmento de Caatinga no município de Mossoró-RN, Brasil.

Para a determinação dos pesos secos de folhas, galhos e casca, cada amostra foi acondicionada e conduzida à UFERSA. No laboratório, as amostras úmidas foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, para secar, à temperatura de $70^{\circ}\text{C} \pm 2$, até a estabilização do seu peso seco e, em seguida, foram pesadas e moídas para serem analisadas segundo a metodologia descrita por (MOURA et al., 2006).

Para amostragem do fuste, foi coletado um torete de cerca de 20 cm de comprimento. As frações de cada árvore-amostral foram numeradas, registrando-se a classe de circunferência à qual eles pertenciam. Em laboratório foi retirado uma amostra de pó de serra, de aproximadamente 50 g, dos toretes coletados de cada árvore para a realização das análises químicas. Foram usados 10 g de pó de serra nas análises laboratoriais.



Figura 4. Processo de acondicionamento (A) e pesagem (B) do componente folha realizado no campo em uma fragmento de Caatinga no município de Mossoró-RN, Brasil.

3.2.4. Determinação de nutrientes e carbono.

As determinações dos macronutrientes N, P e K nas folhas, galhos, cascas e fuste foram realizados segundo a metodologia descrita por Silva, 2009. Os extratos da matéria seca para análise de P e K foram obtidas através da digestão úmida usando-se $\text{HNO}_3:\text{HCl}$ na proporção (2:1) e o N foi obtido através da digestão sulfúrica usadas na extração de matéria seca. Os teores de fósforo (P) foram analisados por colorimetria com UV-Vis em 420 nm. O potássio (K) foi determinado pela técnica de fotometria de emissão de chama. O nitrogênio foi determinado pelo método de semi-micro-Kjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997).

Para a determinação do conteúdo de nutrientes foram multiplicadas as concentrações médias dos nutrientes encontrados nos componentes pelos respectivos valores médios de biomassa seca.

Para a conversão de biomassa em carbono foi aplicada a expressão: Carbono = Biomassa x 0,5 (SOARES et al., 2005).

As análises químicas do material vegetal foram realizadas no laboratório de Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisas Vegetais do Semiárido da UFRSA no Campus Mossoró-RN.

3.2.5. Determinação da biomassa seca de componentes da parte aérea

Para todos os componentes da parte aérea, o peso total e peso de amostras úmidas, recolhidos no campo, foram usados para obtenção do peso da biomassa seca, usando-se a expressão abaixo (SOARES, 2006).

$$BS = \frac{Pu(c) \times Ps(a)}{Pu(a)}$$

Em que:

BS = biomassa total (kg)

Pu (c) = peso úmido total no campo (kg)

Ps (a) = Peso seco da amostra (kg)

Pu (a) = Peso úmido da amostra (kg)

3.3. Análise estatística

Para análise dos dados foi feita uma estatística descritiva e os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para diagnóstico de efeito significativo, e as médias foram discriminadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, sendo realizados esses procedimentos com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT 7.5.

As análises foram realizadas no laboratório de Manejo Florestal do Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais do Centro de Ciências Agrárias da UFRSA no campus Mossoró/RN.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Quantificação de biomassa e carbono

Pelos resultados obtidos na análise de variância para a biomassa de todos os componentes da parte aérea foi possível verificar interação significativa ($P < 0,05$) para todos os componentes da parte aérea, classes de circunferências e entre as espécies estudadas, indicando a importância em se avaliar esses fatores em conjunto quanto ao comportamento dessas variáveis.

Na Tabela 2, podem ser observados os resultados obtidos na quantificação da biomassa e carbono das três espécies estudadas por classes de circunferência, onde percebe-se, naturalmente, que as variáveis que incorporam as classes de circunferência maiores apresentaram valores superiores aos das classes inferiores.

Tabela 2. Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm²), área seccional no peito (gP, cm²), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m²), biomassa da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das três espécies estudadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Espécies de maior VI							
Área de Caatinga							
Classes* (CAP)	gB	gP	HT	HC	APC	B	C
I	8,4 ± 1,4	6,1 ± 0,4	3,9 ± 0,3	2,7 ± 0,5	2,2 ± 1,0	2,9 ± 0,4	1,4 ± 0,2
II	30,2 ± 2,3	19,0 ± 0,7	5,0 ± 1,3	3,8 ± 1,2	4,7 ± 2,1	10,5 ± 1,4	5,2 ± 0,7
III	48,6 ± 0,9	35,7 ± 0,8	5,6 ± 0,9	3,9 ± 1,1	6,1 ± 2,0	19,3 ± 1,6	9,6 ± 4,8
IV	73,2 ± 4,4	57,3 ± 3,6	6,1 ± 0,6	4,5 ± 1,1	8,3 ± 1,5	34,8 ± 2,9	17,4 ± 8,7
V	129,7 ± 17,0	105 ± 17,5	6,2 ± 1,6	4,9 ± 1,6	8,7 ± 1,3	57,0 ± 11,8	28,5 ± 14,2

* Classes: I (6,0-12,0); II (12,1 – 18,0); III (18,1 - 24,0); IV (24,1 – 30,0) e V (>30).

Observa-se o aumento das alturas totais, em médias, da classe de menor para a de maior circunferência (3,9 ± 0,3 a 6,2 ± 1,6 m) onde a altura das plantas tendem a estabilidade, característica da Caatinga arbóreo-arbustiva. As áreas de projeção das copas média aumentaram cerca de quatro vezes (2,2 ± 1,0 a 8,7 ± 1,3 m²) e a biomassa total média aumentou cerca de 20 vezes (2,9 ± 0,4 a 57,0 ± 11,8 kg) da primeira classe para a última classe, o mesmo pode ser observado com o carbono estocado que está diretamente relacionado com a biomassa vegetal. Em comparação aos resultados obtidos por Alves (2011) pesquisando sobre 10 espécies em duas áreas, sendo uma de Caatinga preservada e outra em estágio de regeneração, no município de Floresta-PE, os parâmetros referentes às alturas comerciais, áreas de projeções das copas e biomassa avaliados no estudo citado foram

consideravelmente inferiores aos indivíduos avaliados nesse trabalho. Tais valores podem ser explicados pela arquitetura da vegetação em resposta aos fatores edafoclimáticos naquela região e possivelmente também ao número de espécies estudadas ser maior naquela pesquisa, o que pode ter abrangido espécies com atributos inferiores aos aqui obtidos.

Para os valores médios obtidos nas espécies estudadas em cada classe de circunferência a altura do peito, seguiram uma sequência lógica, ou seja, com o aumento das classes, maiores foram os valores encontrados com relação a área seccional no peito e na base, altura total, área de projeção da copa, biomassa da parte aérea e carbono, porém, os valores observados nesse estudo, não corroboram com os valores obtidos nos trabalhos desenvolvidos por Silva e Sampaio, (2008) e Alves (2011), já que os referidos autores avaliaram algumas variações dentro do parâmetro altura comercial (HC) que apresentou maiores dimensões em circunferências menores.

Contudo, quando os valores dessa pesquisa são comparados aos de outras formações vegetais arbóreas tropicais, eles são considerados relativamente baixos, principalmente em locais mais úmidos e em outras regiões. No entanto, há de se considerar que as plantas avaliadas não cobriram toda a faixa de tamanho que existem na Caatinga, não tendo sido amostradas muitas plantas com circunferência à altura do peito (CAP) maiores que 50 cm. Plantas maiores existem, embora sejam raras (SAMPAIO, 1996).

Ainda na Tabela 2, podem ser visualizados os resultados obtidos para o conteúdo em média de carbono estocado pelas três espécies, em diferentes classes de CAP, onde é expresso que as espécies de maior circunferência apresentaram uma maior capacidade de estocar carbono, tal relação pode ser explicada pelo fato de que os indivíduos dessas classes superiores apresentam uma maior área de projeção de copa, com isso, favorecendo para uma maior fixação desse elemento da atmosfera.

Na Tabela 3, estão expressos os valores médios dos parâmetros dendrométricos das espécies avaliadas, distribuídas em classes de circunferência.

Tabela 3. Valores médios estimados de área seccional na base (gB, cm²), área seccional no peito (gP, cm²), altura total (HT, m), altura comercial (HC, m), área de projeção da copa (APC, m²), biomassa total da parte aérea (B, kg) e conteúdo de carbono (C, kg) das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Espécies	Classes de CAP (cm)				
	I	II	III	IV	V
Área seccional na base (gB, cm ²)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	7,8 ± 2,4	23,5 ± 8,1	43,3 ± 12,8	65,0 ± 11,5	123,3 ± 40,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	8,6 ± 4,1	35,2 ± 11,5	49,1 ± 13,7	84,9 ± 19,9	165,4 ± 43,7
<i>Poincianella pyramidalis</i>	9,0 ± 5,1	32,1 ± 12,4	53,5 ± 12,0	69,7 ± 13,9	100,5 ± 12,5
Área seccional no peito (gP, cm ²)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	5,9 ± 2,7	17,9 ± 7,0	34,9 ± 9,5	54,5 ± 5,3	111,0 ± 36,6
<i>Mimosa tenuiflora</i>	6,8 ± 3,5	20,2 ± 5,6	35,7 ± 9,8	57,7 ± 12,4	122,6 ± 33,9
<i>Poincianella pyramidalis</i>	5,5 ± 3,0	19,0 ± 6,2	36,5 ± 8,2	59,6 ± 8,9	81,5 ± 5,1
Altura total (HT, m)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	4,1 ± 0,9	6,2 ± 0,6	6,4 ± 0,4	6,7 ± 0,6	8,1 ± 1,2
<i>Mimosa tenuiflora</i>	4,0 ± 0,9	5,3 ± 0,7	5,8 ± 0,2	6,1 ± 0,4	5,5 ± 0,9
<i>Poincianella pyramidalis</i>	3,6 ± 0,8	3,7 ± 0,3	4,6 ± 0,3	5,5 ± 0,9	5,1 ± 0,5
Altura comercial (HC, m)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	3,2 ± 0,8	5,0 ± 0,7	4,9 ± 0,8	5,8 ± 0,6	6,7 ± 1,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	2,6 ± 0,7	3,7 ± 0,6	4,2 ± 0,7	4,0 ± 0,5	4,5 ± 0,8
<i>Poincianella pyramidalis</i>	2,2 ± 0,7	2,6 ± 0,5	2,7 ± 0,6	3,8 ± 0,7	3,6 ± 0,2
Área de projeção da copa (APC, m ²)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	1,8 ± 0,7	2,4 ± 1,2	4,3 ± 0,9	10,0 ± 5,1	7,9 ± 2,5
<i>Mimosa tenuiflora</i>	3,4 ± 0,7	6,0 ± 3,0	5,9 ± 2,4	8,1 ± 1,0	8,2 ± 1,2
<i>Poincianella pyramidalis</i>	1,5 ± 1,4	5,9 ± 1,0	8,2 ± 4,5	7,0 ± 2,0	10,2 ± 2,0
Biomassa total (B, kg)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	2,8 ± 1,0	9,1 ± 5,4	19,0 ± 5,2	32,3 ± 8,7	65,7 ± 16,8
<i>Mimosa tenuiflora</i>	3,2 ± 1,4	11,9 ± 5,6	17,9 ± 4,9	37,9 ± 12,0	61,6 ± 17,2
<i>Poincianella pyramidalis</i>	2,5 ± 1,4	10,4 ± 4,6	21,0 ± 8,0	34,2 ± 2,4	43,6 ± 11,2
Carbono (C, kg)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	1,4 ± 0,5	4,6 ± 2,7	9,5 ± 2,6	16,1 ± 4,3	32,8 ± 8,4
<i>Mimosa tenuiflora</i>	1,6 ± 0,7	5,9 ± 2,8	8,9 ± 2,4	18,9 ± 6,0	30,8 ± 8,6
<i>Poincianella pyramidalis</i>	1,2 ± 0,7	5,2 ± 2,3	10,5 ± 4,0	17,1 ± 1,2	21,8 ± 5,6

De forma geral a jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) apresentou valores em média maior área seccional na base e na altura do peito, sendo raramente superada em alguma (as) classe (s) de circunferência pela *Poincianella pyramidalis* (Tabela 3). Esse valor pode ser atribuído à rápida colonização, por essa espécie, das áreas perturbadas e ao acelerado desenvolvimento

quando comparada às demais. A *Auxemma oncocalyx* é uma espécie nobre da Caatinga, muito apreciada pelo setor da movelaria e engenharia civil, podendo ser essa a razão da espécie não apresentar diâmetros maiores entre as estudadas.

Com relação à altura total e altura comercial, o pau branco (*Auxemma oncocalyx*) superou todas as espécies em todas as classes (Tabela 3). Esses valores são característicos da espécie que apresenta um fuste reto e pouco bifurcado, o que a põe em destaque no que diz respeito à silvicultura.

Na área de projeção da copa, houve grande variação dentro das classes e entre as espécies, fato que pode ser atribuído às disputas por espaço dentro do fragmento, tanto a competição intra quanto a interespecífica (Tabela 3).

Já na produção de biomassa total e estoque de carbono, a jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e o pau branco (*Auxemma oncocalyx*) revezaram os valores entre as classes, sendo a jurema preta uma espécie com mais bifurcações e o pau branco com menos. De forma geral, as espécies apresentaram elevada quantidade de biomassa, sendo importante no equilíbrio da floresta em áreas de Caatinga por contribuírem consideravelmente no fornecimento de nutrientes via deposição de material vegetal nas áreas.

Os valores apresentados na Tabela 4 referem-se à biomassa da parte aérea e estoque de carbono nos componentes fuste + casca, galhos e folhas dos indivíduos vegetais em pé amostrados e cortados ao nível do solo das espécies estudadas.

Tabela 4. Estimativa de biomassa e carbono na parte aérea dos componentes analisados nas espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Componentes	Biomassa t ha ⁻¹	Carbono t ha ⁻¹
Fuste + casca	8,54 ± 0,6	4,27 ± 0,3
Galhos	5,26 ± 0,7	2,63 ± 0,35
Folhas	0,72 ± 0,1	0,36 ± 0,0
Total	14,52 ± 1,3	7,26 ± 0,6

As espécies amostradas apresentaram biomassa acumulada de 14,52 ± 1,3 t ha⁻¹. Dessa biomassa aérea, mais da metade é composta pelo fuste+casca, com cerca de 58,8%, em seguida, galho com 36,2% da biomassa e o componente que menos contribuiu para a formação da biomassa foram as folhas, com apenas 5,0% do total (Tabela 4). Os valores aqui apresentados se aproximam dos encontrados por Amorim et al. (2005), na região de Assú-RN, com 10 t ha⁻¹, e dos observados por Alves (2011), na região de Floresta –PE, com 13,2 t ha⁻¹, ambos para áreas de regeneração, considerando apenas as três espécies.

Uma explicação quanto essa aproximação dos valores da biomassa do fuste e dos galhos, é que o limite entre tronco e galhos em espécies de Caatinga, é de difícil distinção devido ao grande número de bifurcações em alturas diferentes, diminuindo o comprimento do tronco e aumentando a proporção relativa de galhos. O tamanho das folhas das espécies pode está relacionado a suas características de caducifolia.

E mesmo as folhas apresentando uma baixa contribuição para a soma da biomassa (5,0% do total), esta fração é a que contribui com maior rapidez para a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais.

Os fustes e os galhos foram os componentes das árvores que mais estocaram carbono com $4,27 \pm 0,3 \text{ t ha}^{-1}$ e $2,63 \pm 0,35 \text{ t ha}^{-1}$ respectivamente, contribuindo assim, com cerca de 95% para a estocagem na área (Tabela 4). Os valores encontrados nesse estudo são considerados muito baixos quando comparados com valores encontrados em outros biomas, por exemplo, a Mata Atlântica, que apresenta valores superiores a 100 t ha^{-1} , segundo trabalho desenvolvido por Vieira et al., (2009).

Diante disso, principalmente em florestas nativas, para as quais as leis de proteção são severas, em locais onde ainda não se tem ideia sobre a biomassa acumulada no sistema e suas inter-relações, deve-se primeiro efetuar amostragens destrutivas visando conhecer a biomassa acumulada em suas diferentes frações e compartimentos, fornecendo parâmetros para futuras modelagens matemáticas do acúmulo de biomassa para estes locais, o que deixará de demandar o abate de árvores a cada novo estudo (BRUN, 2004).

Na Tabela 5 estão os valores da produção média estimada de biomassa produzida por hectare pelos componentes da parte aérea, em que destaca-se a produção total da Catingueira (*Poincianella pyramidalis*) que foi superior a das demais espécies com $6,31 \text{ t ha}^{-1}$, somando todos os componentes, enquanto o Pau Branco (*Auxemma oncocalyx*) e a Jurema Preta (*Mimosa tenuiflora*) apresentaram valores quase que idênticos, $4,09$ e $4,12 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 5. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectares pelos componentes da parte aérea das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Espécies	Biomassa t. ha ⁻¹		
	Fuste+casca	Galhos Grossos	Folhas
<i>Auxemma oncocalyx</i>	2,72 ± 0,2	1,21 ± 0,1	0,16 ± 0,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	2,33 ± 0,1	1,54 ± 0,1	0,25 ± 0,0
<i>Poincianella pyramidalis</i>	3,49 ± 0,2	2,51 ± 0,1	0,31 ± 0,0
Total	8,54	5,26	0,72

Espécies	Carbono t. ha ⁻¹		
	Fuste+casca	Galhos Grossos	Folhas
<i>Auxemma oncocalyx</i>	1,36 ± 0,1	0,6 ± 0,0	0,08 ± 0,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	1,16 ± 0,0	0,77 ± 0,0	0,12 ± 0,0
<i>Poincianella pyramidalis</i>	1,74 ± 0,1	1,25 ± 0,0	0,15 ± 0,0
Total	4,26	2,63	0,36

A distribuição da biomassa nos diferentes componentes arbóreos das espécies seguiu a ordem: fuste > galhos > folhas (Tabelas 4 e 5). Isso pode está associado aos formatos das copas e, no caso do Pau Branco (*Auxemma oncocalyx*), ao tamanho do fuste.

4.2. Teores de nutrientes na biomassa da parte aérea

A análise da variância nos teores de nutrientes N, P e K em todas as classes e em todos os componentes da parte aérea e das três espécies selecionadas indicou interação significativa ($P < 0,05$), para todos os nutrientes entre as espécies e as classes de circunferência a altura do peito (Tabela 6) e para todos os nutrientes entre as espécies e os componentes da parte aérea (Tabela 7).

A ordem de concentrações dos nutrientes, nas três espécies, para todas as classes de CAP analisadas (Tabela 6) de modo geral, obedeceu a seguinte sequência: $N > K > P$. esses resultados se assemelham com os observados por Medeiros et al., (2008), avaliando o estado nutricional de dez espécie de Caatinga no Semi-Árido Paraibano e por Alves (2011).

Tabela 6. Teores médios dos nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies estudadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte. Conforme as classes de CAP: I (6,0 – 12,0 cm), II (12,1 – 18,0 cm), III (18,1 – 24,0 cm), IV (24,1 – 30,0 cm) e V (> 30 cm).

Espécies	Classes de CAP (cm)				
	I	II	III	IV	V
	Nitrogênio (g.kg ⁻¹)				
<i>Auxemma oncocalyx</i>	4,9 ± 3,2	4,6 ± 3,2	4,5 ± 3,0	4,5 ± 3,0	4,5 ± 3,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	3,5 ± 1,7	3,4 ± 1,0	3,2 ± 1,6	3,8 ± 2,1	4,1 ± 1,4
<i>Poincianella pyramidalis</i>	3,6 ± 1,5	2,9 ± 1,7	2,8 ± 0,7	2,8 ± 1,8	3,6 ± 2,2
Espécies	Fósforo (g.kg ⁻¹)				
	I	II	III	IV	V
	Potássio (g.kg ⁻¹)				
<i>Auxemma oncocalyx</i>	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1	0,2 ± 0,1
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,5 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,5 ± 0,1
Espécies	Potássio (g.kg ⁻¹)				
	I	II	III	IV	V
	Potássio (g.kg ⁻¹)				
<i>Auxemma oncocalyx</i>	1,2 ± 0,7	1,0 ± 0,7	0,8 ± 0,6	0,9 ± 0,6	1,0 ± 0,6
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,4 ± 0,2	0,4 ± 0,2	0,5 ± 0,3	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,2
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,4 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,2

Os valores médios dos teores de nutrientes nos componentes da parte aérea das espécies estudadas estão apresentados na Tabela 7. A ordem dos nutrientes acumulados foi semelhante em todos os componentes e nas espécies, sendo a sequência (N > K > P), o que mostra uma grande sincronia entre as espécies estudadas, fato que pode está relacionado aos baixos níveis de fósforo nos solos da Caatinga, assim como a complexidade na absorção desse nutriente por muitas espécies vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Com relação à distribuição dos teores de nitrogênio, com exceção da *P. pyramidalis*, as demais espécies por cada componente da parte aérea (Tabela 7), obedeceram a ordem de distribuição da concentração média na seguinte conformação: Folha > Casca > Galho > Fuste. Uma possível explicação para esse fato pode está atribuída às espessuras das folhas e cascas de *P. pyramidalis*.

Tabela 7. Teores médios dos nutrientes nos componentes da parte aérea das espécies selecionadas, em dois remanescentes florestais de Caatinga, na região de Mossoró, Rio Grande do Norte.

Espécies	Componentes da Parte Aérea				
	Folhas	Galhos	Casca	Fuste	Total
Nitrogênio (g.kg ⁻¹)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	9,0 ± 1,2	2,7 ± 0,3	5,2 ± 1,0	1,4 ± 0,5	18,3 ± 3,0
<i>Mimosa tenuiflora</i>	5,8 ± 1,1	3,0 ± 0,5	3,6 ± 0,8	2,0 ± 0,7	14,4 ± 1,5
<i>Poincianella pyramidalis</i>	4,6 ± 2,5	3,1 ± 1,0	2,0 ± 0,2	2,0 ± 0,6	11,7 ± 1,7
Fósforo (g.kg ⁻¹)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	0,3 ± 0,2	0,2 ± 0,0	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,4 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	0,2 ± 0,0	1,0 ± 0,1
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,6 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,4 ± 0,1	0,3 ± 0,1	1,7 ± 0,1
Potássio (g.kg ⁻¹)					
<i>Auxemma oncocalyx</i>	1,8 ± 0,3	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,3	0,3 ± 0,1	3,5 ± 0,6
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,7 ± 0,1	0,3 ± 0,0	0,4 ± 0,1	0,2 ± 0,1	1,6 ± 0,2
<i>Poincianella pyramidalis</i>	0,6 ± 0,1	0,3 ± 0,1	0,2 ± 0,0	0,1 ± 0,0	1,2 ± 0,2

O componente folha foi a fração das árvores que apresentou os maiores teores de nutrientes, com destaque para o Pau Branco (*A. oncocalyx*), nos nutrientes nitrogênio e potássio (tabela 7), tornando-a de real importância para manutenção do ciclo nutricional no sistema. Vale destacar que o componente folhas é, comumente, o material mais deixado nas áreas exploradas, já que possui baixo ou nenhum valor agregado, sendo também o componente florestal mais prontamente disponível aos processos de compostagem e mineralização, de proteção do solo e abrigo biológico. Em contrapartida, as folhas são, muitas vezes, o maior alvo de incêndios.

O maior aporte de nutrientes nas folhas entre as classes e entre as frações de cada componente avaliado (Tabelas 6 e 7) pode ser explicado pelo fato das folhas serem os órgãos responsáveis pelos processos metabólicos das árvores (TAIZ e ZEIGER, 2013).

5. CONCLUSÕES

Conclui-se que a estimativa de biomassa da parte aérea das espécies estudadas apresentaram valores de uma área em bom estado de conservação, com base nos trabalhos já descritos sobre o assunto, e a *Poincianella pyramidalis* foi à espécie que apresentou maior produção de biomassa aérea em todos os componentes.

Os teores de nutrientes na biomassa da parte aérea das espécies estudadas obedeceram à seguinte sequência: $N > K > P$, e o componente lenhoso (fuste e galhos) foi o que mais acumularam nutrientes, quando levada em consideração a totalidade de biomassa;

As maiores concentrações dos macronutrientes avaliados (NPK) foram encontrados no componente folha.

Baseado nos resultados da pesquisa, conclui-se também, que as espécies avaliadas, são boas opções para plantios comerciais na região, por serem espécies nativas, de grande interesse comercial e apresentarem uma boa produção de biomassa lenhosa (95%).

6. RECOMENDAÇÕES

Baseados nas informações adquiridas nesse trabalho podem destacar alguns pontos importantes:

As áreas de Caatinga mesmo que manejadas exigem maiores cuidados quanto ao uso dos seus produtos, já que a remoção total dos resíduos da exploração podem comprometer o balanço nutricional, caso sejam retirados do sítio a maior parte dos nutrientes.

Assim, recomenda-se que no momento da extração do recurso madeireiro, os restos de tronco, galhos finos sem interesse comercial, as folhas e as cascas, deverão permanecer no sítio, para amenizar o impacto. Esse fator contribui para melhoria das condições físicas e químicas deste ambiente, permitindo a atividade microbológica e reduzindo o arraste de nutrientes no sítio florestal. O interessante é que seja retirada da floresta somente o produto de interesse comercial.

7. REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Cultural, 2003.
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI, NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da Caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvisolo em Sumé (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, n.3, p. 121-128, 2001. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/html/1802/180218347014/>>. Acesso em: 16 fev. 2019.
- ALVES, A. R. et al. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta**, 115 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Engenharia Florestais, Recife, 2011. Disponível em: <<http://tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/5491>>. Acesso em: 20 fev. 2019.
- AMORIM, I. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. Flora e estrutura da vegetação arbustiva-arborea de uma área de caatinga do Sérico, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005. Disponível em: <<http://scielo.br/pdf/%0D/abb/v19n3/27377.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2019.
- APG II. **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants**. London: Botanical Journal of the Linnaean Society, 2003. v. 141, n. 4, p. 399-436. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/2016_GROUP_Botanical%20Journal%20of%20the%20Linnean%20Society.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2019.
- BEHLING, A. et al. Teores de carbono orgânico de três espécies arbóreas em diferentes espaçamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, p. 13-19, 2014. DOI: 10.4336/2014.pfb.34.77.562. Disponível em: <<https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/562>>. Acesso em: 02 jan. 2019.
- BEZERRA, R. M. et al. Fitossociologia do componente lenhoso de um remanescente de savana estépica no Rio Grande do Norte. XXI SEMIC, 2015. Disponível em: <<https://proppg.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/11/2018/10/XXII-SEMIC-Anais-de-resumos-2016.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2019.
- BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/26452>>. Acesso em: 17 jan. 2019.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. Unidades de conservação por bioma**. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 02 mar. 2019.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco energético nacional - BEN**. Brasília: MME, 2016. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/publicacoes-e-indicadores/balanco-energetico-nacional>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CLARK, D. B.; CLARK, D. A. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 137, n. 1-3, p. 185-198, 2004.

CLIMATE-DATE.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte-216/?page=7>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

COSTA C.C.A., CAMACHO R.G.V., MACEDO I.D., SILVA P.C.M. Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na FLONA de Açú-RN. **Revista Árvore** 2010; 34(2): 259-265. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n2/v34n2a08.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

COSTA, C. C. A. et al. Produção de serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007. Disponível em: <<http://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/273-2006-2-PB.pdf>>. Acesso em: 22 fev. 2019

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O. & Silva, F. H. B. B. 2009. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.13 (Suplemento), p.961-974. Disponível em: <http://boletim.inma.sambio.org.br/index.php/boletim_mbml/article/view/43/28>. Acesso em: 25 fev. 2019.

DIAS, CT de V.; KIILL, LHP. **Levantamento florístico da reserva legal do Projeto Salitre, Juazeiro-BA**. Embrapa Semiárido-Documents (INFOTEC-A-E), 2008. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/162403/1/SDC209.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R.; OLIVEIRA, A. R. ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semiárido brasileiro. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.4, p.665-669, 2008. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/488/48813385007/>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

FERREIRA, R. L. C.; VALE, A. B. do. Subsídios básicos para o manejo florestal da caatinga. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, parte 2, p. 368-375, 1992. Disponível em: <<http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=017932>>. Acesso em: 25 fev. 2019.

GARIGLIO, MA., SAMPAIO, EVSB., CESTARO, LA. e KAGEYAMA, P., 2010. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. p. 29-48. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR20101869935>>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GIULIETTI, A. M. et al. **Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga**. Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação, 2004. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35796376/Biodiversidade_Caatinga_parte2.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552266521&Signature=2V1rAk8u%2FviS1wi%2FoktDPRQmZic%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DDiagnostico_da_vegetacao_nativa_do_bioma.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92 p. IBGE - **Anuário estatístico do Brasil / IBGE - Vol. 1 (1908/1912-)**. - Rio de Janeiro: IBGE, 1916-v. 2014. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/20/aeb_2016.pdf >. Acesso em: 09 jan. 2019.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: < www.sidra.ibge.gov.br >. Acesso em: 02 de mar. de 2019.

IDEMA – **Perfil do seu município. Upanema-RN**. 2008. Disponível em: < <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013802.PDF> >. Acesso em: 02 de mar. de 2019.

IDEMA – **Perfil do seu município. Mossoró-RN**. 2008. Disponível em: < <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000013802.PDF> >. Acesso em: 02 de mar. de 2019.

JACOMINE, P.K.T. **Solos sob caatingas – características e uso agrícola**. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. (Eds.) **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG:SBSC; UFV, DPS, 1996. p. 95-111.

KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. PM. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2014. Disponível em: < <http://rvq-sub.sbg.org.br/index.php/rvq/article/view/996> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

LIMA, M. C. D. et al. Biomass and carbon stock from *Pinus caribaea* var. *hondurensis* under homogenous stands in southwest Bahia, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, p. 957-962, 2016. DOI: 10.1590/0103-8478cr20150493. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782016000600957&script=sci_arttext >. Acesso em: 16 fev. 2019.

LEPSCH, I. F. **Formação e Conservação dos Solos**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 178p.

LOPES, R. B.; MIOLA, D. T. B. Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do cerrado. **Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 2, p. 127-143, Nov 2010. Disponível em: Acesso em: 02 Mar 2019. Disponível em: < <http://fapam.web797.kinghost.net/periodicos/index.php/synthesis/article/view/40> >. Acesso em: 19 fev. 2019.

LOPES, J. F. B. et al. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro@ mbiente on-line**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2010. Disponível em: < <https://revista.ufrn.br/agroambiente/article/view/252> >. Acesso em: 14 jan. 2019.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza: Printcolor, 2012. 413 p. p19.

MEDEIROS, M. L. D.; VITAL, R. V.; TERTULIANO, S. S. X. Avaliação do estado nutricional de dez espécies arbóreas ocorrentes no semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.3, p.31-39, 2008. Disponível em: <

<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/41/0> >. Acesso em: 13 jan. 2019.

MALAVOLTA, E. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações/Eurípedes Malavolta, Godofredo Cesar Vitti, Sebastião Alberto de Oliveira. —2. ed., ver. e atual. Piracicaba: Potafos, 1997.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. Agricultura sustentável no semiárido nordestino. In: OLIVEIRA, T.S.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; ROMERO, R.E.; SILVA, J.R.C. (Eds). **Agricultura, sustentabilidade e o semiárido**. Fortaleza: UFC, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, p. 20-46.

MOURA, O. N.; et al. Distribuição de biomassa e nutrientes na parte aérea de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 877-884, 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rarv/v30n6/a02v30n6.pdf> >. Acesso em: 04 dez. 2018.

PAREYN, F. G. C. **Os recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco – o papel do manejo florestal sustentável**. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 99-112.

PEREIRA DAS VIRGENS, A. et al. Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Brazilian Journal of Forest Research/Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, 2017. Disponível em: < <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1465> >. Acesso em: 11 jan. 2019.

PRADO, D. **As caatingas da América do Sul**. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária, UFPE, 2003. p. 3-73.

QURESHI, A.; PARIVA. S.; PADOLA, R.; HUSSAIN, S. A. A review of protocols used for assessment of carbon stock in forested landscapes. **Environmental Science & Police**. v. 16, p. 81-89. 2012. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901111001717> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

RABELO N., et al. Setores Consumidores de Madeira: Aspectos do mercado atual e potencial do eucalipto. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012. 338 p.

RATUCHNE, L. C. et al. Estado da arte na quantificação de biomassa em raízes de formações florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, 2016. DOI: 10.1590/2179-8087.131515. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/floram/2016nahead/2179-8087-floram-2179-8087131515.pdf> >. Acesso em: 29 jan. 2019.

RÊGO, L. G. S. et al. PEDOGÊNESE E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS DA FAZENDA EXPERIMENTAL “RAFAEL FERNANDES” NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: < <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/5776> >. Acesso em: 15 dez. 2018.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C.; GARIGLIO, M. A. **O manejo florestal como Ferramenta para o uso sustentável e conservação da caatinga**. In: GARIGLIO, M. A. et

al. (Org.). Uso sustentável e conservação dos recursos forestais da caatinga. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. p. 349-367.

RMFC (REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA): **protocolo de medições de parcelas permanentes / Comitê Técnico Científico**. - Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21 p. Disponível em: < <http://www.repositorio.ufrr.br:8080/jspui/handle/123456789/26580> >. Acesso em: 15 dez. 2018.

ROCHA, A. B. et al. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO APODI-MOSSÓRO-RN, NE DO BRASIL (geomorphological mapping of the Apodi-Mossoró Basin-RN, Ne Brazil). **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 201 a 216-201 a 216, 2009. Disponível em: < <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/242> >. Acesso em: 01 jan. 2019.

SAEG - Sistema para análise estatística e genética. **Manual de uso**. Viçosa-MG: UFRV-Funarbe, 1997.

SANQUETTA, C. R. **Métodos de determinação de biomassa florestal**. In: SANQUETTA, C. R. et al. (Ed.). As florestas e o carbono. Curitiba: [s.n.], 2004, p. 119-140.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E.V.S.B.; MAYO, S.J.; BARBOSA, M.R.V. (Ed.) **Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectiva**. Sociedade Botânica do Brasil/Seleção Regional de Pernambuco. 1996. p. 203-230. Disponível em: < <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=428358&biblioteca=CPATSA&busca=autoria:%22MAYO,%20S.%22&qFacets=autoria:%22MAYO,%20S.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1> >. Acesso em: 01 jan. 2019.

SANTOS, W. S., ET AL., Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema-RN. *Nativa*, Sinop, v.5, n.2, p.85-91, mar./abr. 2017. Pesquisas Agrárias e Ambientais DOI: 10.5935/2318-7670.v05n02a02. Disponível em: < [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/4171-17715-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/4171-17715-1-PB%20(1).pdf) >. Acesso em: 16 fev. 2019.

SILVA F. C. **Manual de análises químicas de solos e fertilizantes**. 2.ed. Editora: Embrapa: 2009. p. 198.

SILVA, G. C. **Relação alométrica de dez espécies vegetais e estimativas de biomassa aérea da Caatinga**. 1998. 163f. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998. Disponível em: < <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=149820&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22SILVA,%20G.C.%22&qFacets=autoria:%22SILVA,%20G.C.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

SILVA, G. C. e SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.3, p.567-575, 2008. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n3/a17v32n3> >. Acesso em: 10 fev. 2019.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; GORGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol. 29, n. 5. p. 711-718, 2005. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-67622005000500006&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 21 fev. 2019.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. de P.; SOUZA, A. L. de. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV. 2006. 278 p.

SOCHER, L. G.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. Biomassa aérea de uma floresta Ombrófila Mista Aluvial no município de Aracucária (PR). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.2, abr./jun., p.245-252, 2008. Disponível em: < <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/11619> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

SOUTO, P. C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba**, 2006. 161f Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006. Disponível em: < <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp001248.pdf> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; BAKKE, I. A. Características Químicas da Serapilheira Depositada em Área de Caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n1, p.264-272, 2009. Disponível em: < <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1195> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5.ed. Porto Alegre:Artemed, 2013. 954p.

TIESSSEN, H.; FELLER, C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; GARIN, P. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forest. **Climatic Change**, v.40, p.105-117, 1998. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1005342932178> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

TROVÃO, D. M. de B. M. et al., Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade do solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 34-42, 2004. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/html/500/50040209/> >. Acesso em: 16 fev. 2019.

VIEIRA, S. A.; ALVES, L. F.; MARTINS, S. C. et al., Estoques de carbono e nitrogênio acima e abaixo do solo em florestas de Mata Atlântica. In: III CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 2009. São Lourenço-MG. **Anais...** São Lourenço, 2009. P. 1-3. Disponível em: < http://www.hympar.ufscar.br/publicacoes_em_eventos.html#iii_clae >. Acesso em: 14 fev. 2019.