



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM
UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE**

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

PATOS/PB

2022

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM
UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Patos*, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais.

Área de concentração: Ecologia e Manejo dos Recursos Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Allyson Rocha Alves

PATOS/PB

2022

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

S586a

Silva, Erick Daniel Gomes da

Análise da vegetação e estimativa de biomassa e carbono em uma área de caatinga no sertão do Rio Grande do Norte. / Erick Daniel Gomes da Silva. – Patos, 2022.
87 f.

Orientador: Allyson Rocha Alves.

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

1. Biomassa seca. 2. Levantamento fitossociológico. 3. Regeneração natural. 4. Modelagem matemática. I. Alves, Allyson Rocha, *orient.* II. Título.

CDU 581.9

ERICK DANIEL GOMES DA SILVA

**ANÁLISE DA VEGETAÇÃO E ESTIMATIVA DE BIOMASSA E CARBONO EM
UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, da
Universidade Federal de Campina Grande, *Campus Patos*, como requisito para obtenção do
Título de Mestre em Ciências Florestais.

Aprovada em: 31 de agosto de 2022

Prof. Dr. Allyson Rocha Alves
Universidade Federal Rural do Semiárido (CCA/CAEF/UFERSA)
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 IVONETE ALVES BAKKE
Data: 28/03/2023 11:34:59-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr^a. Ivonete Alves Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UAEF/CSTR/UFCG)
(1º Examinadora)

GABRIELA
SALAMI:0610
6645906

Assinado de forma
digital por GABRIELA
SALAMI:06106645906
Dados: 2023.03.28
15.06.14 02:00

Prof. Dr^a. Gabriela Salami
Universidade Federal Rural do Semiárido (CCA/CAEF/UFERSA)
(2º Examinadora)

PATOS/PB

2022

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo dom da vida, em especial aos meus pais Antônio Gomes da Silva e Maria Izabel da Silva.

Ao meu amado filho Davi Emanuel de Medeiros Gomes, por me encorajar e me inspirar a cada amanhecer.

À minha companheira Natália Isabel Lopes Quirino, pelo apoio prestado continuamente, sem medida de esforços e em todas as fases desse curso, sem exceções! Grande beijo!

Ao meu irmão Eliezer Ramos da Silva, pela disponibilidade dedicada nessa empreitada.

Ao professor e orientador Dr. Allyson Rocha Alves, pela paciência, consideração e apoio dispensados a mim ao longo da construção desse trabalho.

Às professoras Drs. Ivonete Alves Bakke e Gabriela Salami, pelos ensinamentos técnicos e prestatividade dispensados.

Aos professores Drs. Naelza de Araújo Wanderley e Antônio Lucineudo de Oliveira Freire, pelos ensinamentos e pela parceria.

Aos meus amigos Antônio Giliard S. S. Oliveira e Romário Mendes Bezerra, pelas contribuições e apoio ao longo das jornadas de campo e pesquisa.

À banca examinadora, pelas sugestões e contribuições.

Aos demais professores, que participaram de todo o processo de construção dessa conquista.

Aos meus pais Antônio Gomes da Silva e Maria Izabel da Silva,
ao meu filho Davi Emanuel de Medeiros Gomes e à minha avó
Cristina Maria da Conceição (*In memoriam*)

Dedico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.	39
Figura 2. Representação gráfica da suficiência amostral das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.....	40
Figura 3. Número de indivíduos por classe de altura avaliados em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	41
Figura 4. Distribuição diamétrica dos indivíduos avaliados em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	41
Figura 5. Localização do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.	50
Figura 6. Representação gráfica da suficiência amostral do componente arbustivo/arbóreo regenerante em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.....	54
Figura 7. Regeneração natural total em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	58
Figura 8. Número de indivíduos regenerantes por classe de altura amostrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.....	59
Figura 9. Município de localização da área de estudo no Rio Grande do Norte.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Relação das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	42
Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	42
Tabela 3. Lista de famílias, espécies e número de indivíduos por espécie, em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	55
Tabela 4. Estimativas da regeneração natural amostrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	56
Tabela 5. Intervalo de confiança para as características da área em relação ao número de árvores, de fustes e área basal por hectare, altura e diâmetro médio das árvores, CAP e CNB médios e número de árvores por classe em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	71
Tabela 6. Espécies e números de indivíduos amostrados na inventariação florestal e na análise destrutiva em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	72
Tabela 7. 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 cinco espécies estudadas, em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	73
Tabela 8. 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), conteúdo de carbono (C , kg) das cinco espécies de maior valor de importância encontradas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	74
Tabela 9. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos compartimentos da parte aérea das cinco espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	75
Tabela 10. Biomassa e carbono médios de cinco espécies estudadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	76
Tabela 11. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos componentes da parte aérea para cada espécie avaliada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	77
Tabela 12. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare para cada espécie avaliada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie <i>C. glazioviana</i> , encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	786
Quadro 2. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie <i>C. glazioviana</i> , encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	797
Quadro 3. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie <i>C. glazioviana</i> , encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	8078
Quadro 4. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie <i>C. glazioviana</i> , encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	8179
Quadro 5. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie <i>C. glazioviana</i> , encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.	8280

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

APC	Área de Projeção da Copa
B	Biomassa
BS	Biomassa Seca
C	Carbono
CAP	Circunferência a Altura do Peito
CNB	Circunferência na Base
DAP	Diâmetro à Altura do Peito
DNB	Diâmetro na Base
DA	Densidade Absoluta
DoA	Dominância Absoluta
DoR	Dominância Relativa
DR	Densidade Relativa
FA	Frequência Absoluta
FR	Frequência Relativa
gB	Área Seccional na Base
gP	Área Seccional no Peito
Ht	Altura Total
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MST	Massa Seca Total
RNC	Regeneração Natural por classes
SAEG	Sistema para Análise Estatística e Genética
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semiárido
VC	Valor de Cobertura
VI	Valor de Importância

RESUMO GERAL

A Caatinga é um bioma classificado como floresta tropical seca e compreende aproximadamente 11% do território brasileiro. A vegetação possui alto índice de endemismo e é dotada de mecanismos de adaptação às extremas condições climáticas sertanejas. Por abrigar aproximadamente 29 milhões de habitantes e por ter enfrentado ao longo de séculos o uso não manejado dos recursos florestais, o ambiente de caatinga encontra-se hoje entre os biomas mais ameaçados e menos conhecidos do planeta. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi realizar a análise da vegetação arbóreo-arbustiva e estimar a biomassa e carbono de uma área de caatinga inserida no município de Caraúbas, estado do Rio Grande do Norte. Para isso, foram alocadas 12 parcelas de dimensões 20 x 20 m (400 m²), totalizando 4800 m² de área amostrada. Foram mensurados todos os indivíduos com CAP $\geq$ 6 cm, um total de 1942 ind.ha⁻¹. A distribuição dos indivíduos contemplou 19 espécies, 17 gêneros e 9 famílias, sendo as famílias mais representativas a Fabaceae e Euphorbiaceae (9 e 3 espécies, respectivamente). Após as análises dos parâmetros florísticos e fitossociológicos, as espécies que obtiveram os maiores valores de importância ecológica na área foram: *Cordia glazioviana*, *Combretum leprosum*, *Cenostigma pyramidale*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora*. Com relação à regeneração natural, foram utilizadas subparcelas de 20 m², alocadas dentro das parcelas componentes do inventário florestal, onde foram amostrados 75 indivíduos distribuídos em 11 espécies, pertencentes a 5 famílias botânicas, destacando-se as espécies *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora* e *Jatropha mollissima*, com (21; 12; 11 e 9 indivíduos, respectivamente), representando 70,66% dos regenerantes avaliados. O índice de diversidade de Shannon (H') para o componente adulto foi de 1,83 nats.ind⁻¹ e da regeneração foi de 2,04 nats.ind⁻¹. O componente arbustivo/arbóreo adulto e regenerante possui uma diversidade florística dentro dos padrões de caatinga antropizada da região. Para a avaliação da biomassa pelo método destrutivo, foram utilizadas subparcelas alocadas no interior das parcelas utilizadas no inventário florestal, com dimensões de 10 x 10 m, e todos os indivíduos constantes no interior destas foram abatidos, traçados e os componentes fuste, galhos grossos, galhos finos e folhas foram pesados separadamente. Foram coletadas amostras de cada compartimento, aproximadamente 100 g, e foram conduzidas a laboratório para determinação da massa seca. Com os dados calculados, foram ajustados modelos matemáticos, contemplando a soma dos componentes dos indivíduos arbóreo-arbustivos. A biomassa total quantificada para as 5 espécies avaliadas foi de aproximadamente 11,05 t.ha⁻¹ e carbono fixado foi estimado em 5,52 t.ha⁻¹. Os modelos matemáticos avaliados foram as equações clássicas de Chapman-Richards, Schumacher e Hall e Naslund, que apresentaram índices R² ajustados satisfatórios.

Palavras-chave: Biomassa seca, Levantamento fitossociológico, Regeneração natural, modelagem matemática.

GENERAL ABSTRACT

Caatinga is a biome classified as tropical dry forest and comprises approximately 11% of the Brazilian territory. Its vegetation has a high endemism rate and it is greatly adaptable to the extreme climatic conditions on the Brazilian drylands. Approximately 29 million inhabitants live in the area where the Caatinga is predominant and due to centuries of unmanaged use of forest resources, it is now one of the most seriously endangered and least known biomes in the planet. Therefore, the objective of this work was to carry out an analysis of the tree-shrub vegetation and estimate both the biomass and the carbon of a caatinga area in the town of Caraúbas, located in the state of Rio Grande do Norte. For that purpose, 12 partitions, measuring 20 x 20 m (400 m²) each, were allocated adding up to 4800 m² of total sampled area. All individuals with CBH $\geq$ 6 cm were measured, a total of 1942 ind.ha⁻¹. The distribution of the samples included 19 species, 17 genera and 9 families, most of them Fabaceae and Euphorbiaceae (9 and 3 species, respectively). After analyzing the floristic and phytosociological parameters, the species that obtained the highest values of ecological importance in the area were: *Cordia glazioviana*, *Combretum leprosum*, *Cenostigma pyramidale*, *Mimosa ophthalmocentra* and *Mimosa tenuiflora*. In order to explore their natural regeneration, subdivisions of 20 m² were employed, allocated within the partitions that comprised the forest inventory, where 75 samples were distributed in 11 species, belonging to 5 botanical families, with special attention to the species *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora* and *Jatropha mollissima*, with (21; 12; 11 and 9 samples, respectively), representing 70.66% of the evaluated regenerants. The Shannon diversity index (H') for the adult component was 1.83 nats.ind⁻¹ and regeneration index was 2.04 nats.ind⁻¹. The adult shrub/tree and the regenerating components have a floristic diversity at the same level of the local anthropized caatinga. The subdivisions allocated within the lots applied in the forest inventory were used for the evaluation of the biomass by the destructive method, measuring 10 x 10 m, and all individuals in their inner side were slayed and traced; the stem components such as thick branches, thin branches and leaves were weighed separately. Approximately 100g of samples from each compartment were collected and taken to the laboratory to determine the dry mass. Along with the calculated data, the mathematical models were adjusted contemplating the sum of the components of the arboreal-bush individuals. The total quantified biomass for the 5 evaluated species was approximately 11.05 t.ha⁻¹ and fixed carbon was estimated at 5.52 t.ha⁻¹. The evaluated mathematical models were Chapman-Richards', Schumacher's and Hall and Naslund's classic equations, that presented satisfactory adjusted R² indexes.

Keywords: Dry biomass, Phytosociological survey, Natural regeneration, mathematical modeling.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Caracterização do Bioma Caatinga.....	17
2.2 Análise da vegetação adulta	19
2.3 Análise da regeneração natural.....	21
2.4 Determinação e estimativa de biomassa florestal e carbono	22
2.5 Importância do conhecimento da vegetação para o manejo florestal	26
CAPÍTULO I - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DO COMPONENTE ARBUSTIVO- ARBÓREO EM AMBIENTE DE CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL	37
1. INTRODUÇÃO.....	38
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.1. Área do estudo.....	39
2.2. Coleta dos dados.....	39
3. RESULTADOS	40
4. DISCUSSÃO	41
5. CONCLUSÕES	44
CAPÍTULO II - ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	49
2. METODOLOGIA.....	49
2.1 Localização da área de estudo	50
2.2 Levantamento e análise da vegetação.....	51
2.3 Diversidade florística do componente regenerante	52
2.4 Estrutura horizontal da regeneração natural	52
2.5 Suficiência amostral	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53

3.1 Suficiência amostral da regeneração natural	53
3.2 Análise florística da regeneração natural.....	54
3.3 Diversidade florística da regeneração natural	56
3.4 Estrutura horizontal e vertical da regeneração natural	56
4. CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	60
CAPÍTULO III - BIOMASSA AÉREA E CARBONO EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE	64
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	68
2.1 Caracterização da área de estudo.....	68
2.2 Parâmetros dendrométricos	68
2.3 Estimativa da biomassa/carbono da parte aérea	69
2.3 Análise estatística	71
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
3.1 Quantificação da biomassa	72
3.1.1 Método direto (destrutivo).....	72
3.1.2 Método indireto	78
4. CONCLUSÃO.....	82
APÊNDICE	88

1. INTRODUÇÃO

Diante do atual cenário de exploração não manejada dos recursos florestais e da consequente degradação dos meios bióticos e abióticos, os estudos de análise da vegetação constituem um importante banco de dados e evidenciam informações basilares para as mais diversas tomadas de decisões nos campos do manejo florestal e da conservação dos recursos naturais (SANTANA *et al.*, 2016). Conhecer a composição e a estrutura dos remanescentes florestais consiste em compreender os padrões de distribuição dos indivíduos das espécies e, consequentemente, a dinâmica das populações vegetais (CARVALHO; NASCIMENTO, 2009).

Na Caatinga, alguns estudos de florística e fitossociologia e de regeneração natural são verificados na literatura (LIMA; COELHO, 2018; MARINHO *et al.*, 2019; BARBOSA *et al.*, 2020; PAULA *et al.*, 2021), porém o bioma apresenta relativa complexidade referente à interação dos fatores climáticos, pedológicos, antrópicos, requerendo maior amplitude de conhecimentos sobre os padrões de vegetação.

Além dos estudos de análise da vegetação, a quantificação da biomassa da parte aérea é mais uma importante ferramenta do Manejo Florestal Sustentável - MFS que, por sua vez, é um instrumento indispensável na gestão das florestas e responsável pela manutenção dos ecossistemas. A biomassa arbórea aérea é um recurso renovável com elevado potencial na manutenção das características físicas, químicas e biológicas dos solos e da água, proteção e abrigo da fauna, na fixação de carbono atmosférico e possui papel relevante na matriz energética da região semiárida do nordeste brasileiro (GARIGLIO *et al.*, 2010).

A relevância de se conhecerem os valores da biomassa florestal em áreas de Caatinga, bioma que possui ampla distribuição no nordeste brasileiro e se enquadra no grupo das Florestas Tropicais Secas – FTS, formado por estruturas florísticas de alto grau de heterogeneidade, tipologias de solo e relevo, que compõem paisagens variadas, está no embasamento do gerenciamento e uso racional dos recursos, possibilitando o aproveitamento máximo das árvores e seus produtos; na compreensão da ciclagem de nutrientes dos componentes vegetais e dinâmica da produtividade (AVITABILE *et al.*, 2016; ALTHOFF *et al.*, 2018), sendo variável de comparação dos impactos referentes à remoção ou permanência do indivíduo arbóreo no ecossistema e na contabilização do total de carbono fixado para usos na compensação de passivos ambientais (HILTNER *et al.*, 2018); na compreensão do volume de subprodutos da exploração e nos potenciais riscos de incêndio e na condução do manejo florestal.

Os métodos para se quantificar a biomassa podem ser diretos ou indiretos (SOARES *et al.*, 2011), sendo que, no primeiro caso, os dados são obtidos com o contato coletor-árvore e, no segundo, através da modelagem, utilização apenas dos dados coletados de forma direta e, em seguida, ajustando as equações de regressão ou através de equipamentos com sensores ópticos capazes de obterem fotografias aéreas ou imagens orbitais de um determinado povoamento florestal e gerarem dados passíveis de serem correlacionados com as informações de campo (DUNCANSON; DUBAYAH, 2018).

No entanto, para uma abordagem mais precisa do método indireto, é necessário que haja antes de tudo o conhecimento mais profundo dos parâmetros fitossociológicos das espécies, que só pode ser realizado através do método direto, sobretudo realizando-se a análise destrutiva do indivíduo arbóreo.

A metodologia para mensuração da biomassa em florestas secas do semiárido brasileiro segue padrões recomendados pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga – RMFC (2005), entidade criada pelo Ministério de meio Ambiente – MMA, que visa gerar informações consistentes e sistematizadas do Bioma e divulgá-las aos mais variados públicos.

A quantidade de dados e estudos destrutivos da biomassa, ou a disponibilidade destes de forma imprecisa, pode comprometer o andamento das pesquisas e o conhecimento mais amplo da cobertura vegetal do semiárido, além de travar ou tornar precipitadas as tomadas de decisões por parte das autarquias interessadas (BASTIN *et al.*, 2017). Uma parcela disso se deve às dificuldades para a realização de trabalhos de campo, que além de exaustivos são consideravelmente onerosos e insalubres.

Diante disso, partindo do princípio de que o volume da biomassa florestal é um dos parâmetros mais utilizados para fins de licenciamento ambiental de atividades que demandam a supressão vegetal, e de que é imprescindível a precisão de métodos que gerem resultados eficientes e confiáveis, esta dissertação teve como objetivo realizar uma análise da vegetação e a quantificação da biomassa aérea e carbono de espécies arbóreas com o emprego das metodologias direta e indireta, com a finalidade de verificar suas relações em uma área de caatinga no sertão do Rio Grande do Norte.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização do Bioma Caatinga

A Caatinga é um extenso bioma brasileiro que ocupa uma área de 844.453 km², o que representa aproximadamente 11% do território nacional e engloba partes dos nove estados da região nordeste do país, além de uma porção do norte do Estado de Minas Gerais. No estado Rio Grande do Norte, 95% da área territorial são ocupados por florestas de caatinga (IBGE, 2022).

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. A Caatinga é o bioma nordestino mais extenso, abrangendo cerca de 55% da sua área territorial (IBGE, 2014).

De forma mais ampla o bioma se enquadra no ecossistema das Florestas Tropicais Secas – FTS (PULLA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018; RENDÓN-SANDOVAL *et al.*, 2020), que se dispõe por toda a região tropical e subtropical do planeta (MURPHY; LUGO, 1986) é reconhecido por abranger as áreas mais ameaçadas (GILLESPIE *et al.*, 2012), menos estudadas e abrigar parte das pessoas mais pobres do mundo (WAEBER *et al.*, 2012; CSILLIK *et al.*, 2020). Estes fatores elevam o grau de risco e põem as FTS em patamar mais complexo que as florestas úmidas do globo (AIDE *et al.*, 2012; HAMILTON *et al.*, 2020).

A composição botânica do bioma engloba uma variedade de espécies lenhosas, caducifólias e herbáceas anuais, em sua grande maioria. A vegetação é predominantemente arbóreo-arbustiva e arbustiva pouco densa. Florestas de caatinga altas são hoje pouco representativas e, quando ocorrem, são pequenas e fragmentadas (PRADO, 2003; MAIA, 2012; GARIGLIO *et al.*, 2010; COSTA *et al.*, 2015).

Quanto ao aspecto geomorfológico predominante, o semiárido brasileiro, em sua maior porção, apresenta 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. Os solos são rasos, salinos e armazenam pouca água (TROVÃO *et al.*, 2004; GARIGLIO *et al.*, 2010). A vegetação característica da caatinga é

constituída de arbustos e árvores, que refletem as condições de clima existentes, com chuvas irregulares concentradas em somente quatro meses do ano, janeiro a abril, e ar muito seco e quente (DIAS; KIILL, 2008; LEPSCH, 2016).

O clima predominante no semiárido do Brasil apresenta, em sua grande maioria, o 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', com pluviometria variando entre 650 a 1200 mm ou mais. Prevalecem temperaturas médias anuais de 24 a 26°C (JACOMINE, 1996; TURÍBIO *et al.*, 2017). Segundo o MMA (2012), o semiárido apresenta um elevado potencial de evapotranspiração, que varia 1.500 a 2.000 mm por ano.

Mesmo com toda essa grandeza espacial, relevância socioeconômica e que seja ambientalmente singular, a Caatinga é o bioma menos estudado e menos protegido dentre os brasileiros (MMA, 2012; KILL; PORTO, 2019). A degradação teve origem no período colonial e se estendeu por séculos de atividades agropecuárias, uso da lenha para diversas finalidades, incêndios, expansão dos centros urbanos e caça predatória de animais, entre eles os dispersores de sementes, responsáveis por parcela da regeneração natural (ALBUQUERQUE *et al.*, 2001).

Drumond (2004) e Souza *et al.* (2015), objetivando levantar e propor medidas e estratégias aptas à redução dos impactos oriundos das ações antrópicas, identificou as principais atividades causadoras das alterações da biodiversidade na caatinga, destacando a exploração dos recursos florestais como agente responsável pela perda de habitat e pela pressão exercida sobre a fauna e recursos hídricos.

Leal *et al.* (2005), estudando a conservação da biodiversidade do bioma Caatinga para a elaboração de uma agenda voltada à conservação em larga escala no semiárido nordestino, pontuaram sobre o status do bioma naquele momento e observaram as ameaças do presente e do futuro. Os autores ressaltaram que a densidade demográfica seria um dos principais desafios, pois a população rural subsistia da agricultura não sustentável, pautada no corte e queima da vegetação, no uso da lenha, caça de animais silvestres, pecuária, entre uma gama de atividades não manejadas.

Segundo Souza *et al.* (2020), que abordaram sobre o processo de desertificação no semiárido do nordeste brasileiro, o pouco conhecimento da vegetação da caatinga e a não implementação de técnicas que incorporem informações peculiares de cada ecossistema visando à proteção da flora têm elevado o índice de aridez dos solos e reduzido a fertilidade.

2.2 Análise da vegetação adulta

A forte pressão antrópica exercida sobre os ecossistemas brasileiros no passado e na atualidade tem despertado a atenção da sociedade nas esferas municipal, estadual e nacional. No entanto, a manutenção desses ambientes representa um formidável desafio. Diante disso, o conhecimento e análise das comunidades florestais por meio de estudos florísticos e fitossociológicos são imprescindíveis na compreensão da diversidade de espécies vegetais, da dinâmica e estrutura dessas formações e, conseqüentemente, do manejo e manutenção dos recursos (VASCONCELOS *et al.*, 2017; MEDEIROS *et al.*, 2018).

Nesse contexto, a fitossociologia, que pode ser definida como a ciência que visa compreender e caracterizar o papel das espécies florestais dentro da comunidade na qual estão inseridas, tem ganhado espaço por ser uma ferramenta que permite apontar as espécies mais importantes dentro de uma área florestal e, juntamente com os estudos de regeneração natural, tem possibilitado relacionar as espécies florestais e elencar medidas subsidiais voltadas à exploração, conservação e preservação dos recursos (CHAVES *et al.*, 2013).

No bioma Caatinga, vários estudos têm sido desenvolvidos ao longo dos anos (LEMONS; RODAL, 2002; ALCOFORADO-FILHO *et al.*, 2003; TROVÃO *et al.*, 2010; HOLANDA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2021) gerando informações e baseando as tomadas de decisões acerca do manejo, recuperação e conservação no semiárido brasileiro. Contudo, Sampaio (1996) já afirma que estudos voltados a essa temática fornecem informações de algumas comunidades de plantas e a nível regional, o que pode ser encarado como o ponto de partida para orientação de diversas atividades, mas novas investigações precisam ser continuadas.

As informações obtidas em estudos fitossociológicos geram parâmetros quantitativos da estrutura horizontal e vertical das comunidades, como a altura e o diâmetro, densidade, frequência e dominância, importâncias absolutas e relativas e o valor de importância das espécies dentro da área (MOREIRA, 2014; BULHÕES *et al.*, 2015). O cruzamento dessas informações permite modelar com maior precisão a atuação do conjunto de espécies no sítio (GOMES; PINTO, 2015).

A estrutura horizontal descreve a participação de cada espécie numa determinada comunidade vegetal e se utiliza de índices como densidade, dominância, frequência e índice de valor de importância, ou seja, é a forma de distribuição dos indivíduos arbóreos no sítio sem considerar a altura das plantas (SANQUETTA *et al.*, 2014).

A densidade é uma ferramenta que permite avaliar a contribuição das diferentes espécies na floresta a partir do número de indivíduos por espécie em uma unidade de área estabelecida, sendo, portanto, intitulada como densidade absoluta (DAi) e densidade relativa (DRi), representadas em porcentagem (MAGURRAN, 1988).

A frequência é um parâmetro que assina a dispersão das espécies por unidade de área fundamentado na presença ou ausência delas. A frequência absoluta (FAi) diz respeito ao total de vezes que uma espécie ocorre nas unidades amostrais. Desta forma, se uma referida espécie aparecer em todas as parcelas, terá frequência absoluta igual a 100%. Por outro lado, a frequência relativa (FRi) se refere à frequência de uma espécie em relação às outras da comunidade amostrada (SANQUETTA *et al.*, 2014).

A dominância está relacionada à área de cobertura, que, por sua vez, pode ser definida como a projeção vertical da copa ou a secção transversal do caule ou, nesse caso, a área basal. O índice de valor de importância (IVI) expressa a relevância ecológica de uma certa espécie numa comunidade pelo seu predomínio, porte e ocorrência natural (SOUZA, 2001).

Já a estrutura vertical apresenta informações sobre o estágio sucessional da floresta. Os parâmetros de estrutura vertical nos orientam na localização das espécies com maior potencial para compor um povoamento dinâmico (ALMEIDA, 2014).

A diversidade de espécies de uma determinada área florestal é avaliada por meio de índices, como o Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Índice de dominância de Simpson (C') e Índice de equabilidade de Pielou (J') (BARBOSA *et al.*, 2012). O índice de Shannon tem amplitude de 0 a 5, e os valores mais próximos de 5 expressam maior diversidade de espécies numa determinada área (MAGURRAN, 1988). Já o índice de equabilidade de Pielou varia de 0 a 1 e os valores mais aproximados de 0 representam maior dominância por poucos grupos (BROWER; ZAR, 1984). O índice de dominância de Simpson permite calcular a possibilidade de dois indivíduos escolhidos aleatoriamente numa amostragem serem pertencentes à mesma espécie. O valor calculado de (C) varia de zero a um, destacando que os valores, ao se aproximarem a um, representam maior diversidade (BROWER; ZAR, 1984).

Sendo assim, as informações geradas nos estudos florísticos e fitossociológicos podem ser empregadas nas regiões onde os levantamentos foram desenvolvidos, em sítios com características semelhantes e também serem integralizadas e utilizadas para as mais diversas finalidades (BULHÕES *et al.*, 2015).

2.3 Análise da regeneração natural

A análise da regeneração natural pode ser compreendida como a capacidade que um ecossistema possui de se reestabelecer de forma gradual e contínua, de modo que a complexidade das estruturas e as funções da floresta tendam a atingir o clímax (CHAZDON, 2016).

Nesse sentido, Sampaio *et al.* (1998) afirmam que a aptidão de renovação de um ecossistema é extremamente relevante quando confrontada aos mais diversos tipos de aproveitamento dos recursos florestais, evidenciando que pouco pode adiantar a utilização de forma otimizada dos produtos florestais se não se conhecer a fundo a capacidade de regeneração natural da floresta nativa.

Vários fatores têm causado, de forma sistemática, perturbações ao bioma Caatinga. A supressão da vegetação e o mau uso dos recursos naturais têm reduzido drasticamente a biodiversidade, comprometido os solos e os sistemas produtivos e, em alguns casos, extensas áreas estão expostas à desertificação (PEREIRA *et al.*, 2001; DANTAS *et al.*, 2010; HOLANDA *et al.*, 2015).

A remoção da vegetação de forma não manejada pelas atividades antrópicas agrava o fenômeno da erosão do solo e, como consequência, uma série de eventos são originados, como perda de topsoil, extinção local de matrizes produtoras de sementes nativas, afugentamento de fauna dispersora de sementes (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

As práticas agrícolas utilizadas no bioma são centenárias e são caracterizadas pelo desmatamento total da vegetação, muitas vezes seguidas de queimadas e abandono das áreas pela exaustão de nutrientes no solo, sendo necessária a abertura de novas áreas para a criação de rebanhos e uso agrícola.

A desertificação é um processo relevante sobre os recursos naturais e, na região semiárida, acaba sendo agravado pelo clima e pela dependência dos sertanejos que utilizam os recursos florestais para as mais diversas finalidades (PAREYN *et al.*, 2010).

No Rio Grande do Norte, as atividades de pecuária extensiva, agricultura, fruticultura e aproveitamento energético ao longo do tempo alteraram a vegetação em algumas regiões do estado. Na região Oeste Potiguar, onde está localizada a área objeto desse estudo, está inserido um dos principais polos da fruticultura irrigada do estado.

Os desafios para se recuperarem áreas impactadas e degradadas perpassam pelo conhecimento dos mecanismos que possibilitem a colonização desses espaços por indivíduos e

muitas vezes requerem técnicas que acelerem os processos, como a chuva de sementes, movimentação de banco de sementes, preservação de brotações (ÁVILA *et al.*, 2013).

Alguns estudos mais recentes têm evidenciado barreiras ao processo regenerativo da vegetação de caatinga em ambientes perturbados, entre elas, o aumento da temperatura dos solos causado pela ausência de vegetação que compromete a viabilidade das sementes florestais (SOUZA *et al.*, 2016) e a introdução de espécies exóticas (SOUSA *et al.*, 2016; BARBOSA *et al.*, 2019).

Estudos referentes a esse tema em ambiente de caatinga têm objetivado comparar a regeneração natural de áreas de vegetação de caatinga com diferentes históricos de uso (SILVA *et al.*, 2012), analisar a fitossociologia do banco de sementes no solo em diferentes estágios de regeneração natural (FERREIRA *et al.*, 2017), estudar os estratos de regeneração e os indicadores de desertificação sob diferentes níveis de cobertura vegetal na região semiárida brasileira (SOUZA *et al.*, 2020).

Para Wright *et al.* (2003), o mecanismo da regeneração natural é o agente responsável pelo sucesso e estabelecimento de uma população florestal em um determinado meio, pois é ela quem incorpora novos indivíduos no ecossistema.

Nesse contexto, Dutra-Junior *et al.* (2022) afirmam que o conhecimento da florística e fitossociologia materializam os primeiros passos para a compreensão da distribuição de indivíduos arbóreos em ambiente regenerante e geram informações indispensáveis sobre a composição florística e regeneração natural em ambientes em processo de recuperação.

2.4 Determinação e estimativa de biomassa florestal e carbono

A terminologia biomassa arbórea ou fitomassa está relacionada a todo o material de origem orgânica proveniente da vegetação viva (componente lenhoso, folhoso, restos de material reprodutivo, raízes) ou morta (serapilheira e restos de lenho), depositada na superfície do solo e no subsolo (HIGA *et al.*, 2014). A obtenção da biomassa radicular é de elevada complexidade e por esse motivo é menos comum ser realizada, sobretudo no bioma Caatinga. As pesquisas mais realizadas são sobre a biomassa arbórea acima do solo – BAAS. Para Higuchi *et al.* (1998); Drumond (2008); Pareyn (2010) e Alves (2012) a mensuração desse material é um processo indispensável para basear a interferência racional dos ecossistemas, observando a produtividade, os sistemas de conversão de energia e da ciclagem de nutrientes, sequestro de

carbono atmosférico, podendo ser uma ferramenta indicadora dos impactos ambientais potenciais da permanência ou retirada das árvores sobre os nutrientes do sítio.

Quantificar a BAAS consiste na determinação (método direto) e/ou na estimação da massa de vegetação acima do solo (método indireto) para fins de ordenamento e balizamento de estudos ambientais e do uso sustentável dos recursos florestais (HIGUCHI; CARVALHO JUNIOR, 1994; TEIXEIRA 2003; SOARES *et al.*, 2010).

O método da determinação exige o abate do indivíduo arbóreo, enquanto que, no modelo de estimação da biomassa, não há necessidade deste procedimento. No primeiro caso, é determinada a biomassa de um indivíduo ou parcela (SANQUETTA, 2002), pesando-se os componentes folhas, galhos e troncos, de forma separada ou não, e os valores calculados são extrapolados para toda a população avaliada (RATUCHNE *et al.*, 2016).

A determinação da biomassa pelo método da planta individual tem sido empregada em estudos e compreende na utilização de uma média diamétrica que é obtida através de um inventário florestal piloto, em que podem ser observadas as amplitudes diamétricas e, conseqüentemente, extraídas as médias de classe para a seleção dos indivíduos-amostras (SOARES, 2011).

Sobre a metodologia da determinação pela parcela, todos os indivíduos contidos nos limites de uma dada área são abatidos, seccionados e pesados, sendo necessária uma amostragem representativa no número de parcelas para calibragem das equações

As vantagens dessa metodologia estão no conhecimento mais aproximado do volume e dos pesos dos componentes arbóreos. No método não destrutivo (indireto), a biomassa é estimada através de modelagem matemática ou pelo uso de sensoriamento remoto. Apesar de ser mais simples que o modelo destrutivo, os procedimentos iniciais de coleta de dados em campo também demandam muito tempo, recursos humanos e financeiros e permitem, normalmente, a cobertura de áreas pouco extensas.

No entanto, é complexo determinar a biomassa em pequenas áreas florestais e praticamente inviável em áreas mais extensas, logo, o mais usual tem sido a estimação pelo método indireto, que utiliza os dados relacionados ao volume do indivíduo arbóreo ou recorrendo a técnicas de regressão através do ajuste de equações (SOMOGYI *et al.*, 2006), em que as variáveis independentes são as características diretamente estimáveis dos indivíduos amostrados como diâmetro, altura, área de copa, e as dependentes são configuradas pelo peso de matéria seca dos componentes ou quantidade de carbono fixado (SOARES *et al.*, 2011).

A estimação da biomassa é considerada a forma mais fácil de quantificar o material biológico de uma floresta natural ou artificial, isso porque a determinação da totalidade dos componentes arbóreos de grandes áreas florestais demanda robusto emprego de recursos humanos e financeiros (SANQUETTA, 2002; QURESHI *et al.*, 2012).

Portanto, a aplicação do método indireto é mais viável e por esse motivo é mais utilizado, pois facilita o trabalho de campo, diminui o custo de coleta de dados e preserva a integridade do indivíduo arbóreo. No entanto, para estudos confiáveis de biomassa, é preciso, ao menos numa primeira abordagem, a execução de uma amostragem destrutiva, em que são analisados os componentes da árvore (SOCHER *et al.*, 2008; VIRGENS, 2017).

A biomassa florestal tem grande parcela de sua constituição formada por carbono, o que faz da floresta um importante estoque desse elemento. Isso implica dizer que as árvores são as maiores sequestradoras e armazenadoras do carbono atmosférico dos ecossistemas terrestres e permitem que seu ciclo biológico seja relativamente mais rápido quando comparado ao geológico (LOPES; MIOLA, 2010; OLIVEIRA, 2017).

De acordo com Eggelston *et al.* (2006), o carbono representa 47% do total da biomassa seca. Soares (2011) afirma que, de forma geral, o carbono representa aproximadamente 50% da biomassa arbórea seca. No entanto, é desconhecida ainda sua fração em várias espécies nativas da caatinga e isso muito se deve às dificuldades na realização de estudos destrutivos da biomassa e pelos custos financeiros voltados às análises químicas de carbono nos componentes vegetais.

Na Caatinga, a vegetação tende a uma produção de biomassa considerada baixa quando comparada aos demais biomas brasileiros. De uma maneira ampla, isso se deve ao fato de esses ambientes estarem sob condições extremas, como elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e precipitação abaixo das médias registradas em outros biomas, que, em conjunto, reflete grande perda por evapotranspiração (MENEZES; SAMPAIO, 2000).

Apesar de o número de pesquisas referentes à biomassa florestal na Caatinga ser pouco representativo para a região semiárida, sobretudo voltado à análise destrutiva, em que é possível avaliar individualmente os compartimentos das árvores, algumas pesquisas têm oferecido informações relevantes sobre o comportamento da vegetação em algumas localidades.

Em estudo desenvolvido por Alves (2011), tendo como um dos objetivos avaliar pelo método destrutivo e comparar duas áreas distintas de caatinga, uma com determinado grau de conservação e outra em processo de regeneração no município de Floresta - PE, com diferentes históricos de perturbação, com relação à estimativa de biomassa da parte aérea das espécies de

maior valor de importância, o autor constatou que a área conservada acumulou $29,6 \pm 2,2 \text{ mg ha}^{-1}$, enquanto que a área em regeneração acumulou $13,2 \pm 1,2 \text{ mg ha}^{-1}$.

Em avaliação pelo método destrutivo da biomassa da parte aérea em uma área florestal de caatinga na Chapada do Apodi, Rio Grande do Norte, onde foram identificadas um total de 18 espécies, Silva (2019) estudou três espécies (*Cordia glazioviana*, *Mimosa tenuiflora* e *Cenostigma pyramidale*) e obteve o valor $14,52 \pm 1,3 \text{ mg ha}^{-1}$. Oliveira (2020), utilizando a mesma área e metodologia, quantificou a biomassa da parte aérea de outras três espécies na mesma área (*Myracrodruon urundeuva*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Aspidosperma pyrifolium*) e chegou ao valor de $16,15 \pm 3,9 \text{ mg ha}^{-1}$. O somatório da biomassa das seis espécies avaliadas nos dois trabalhos atingiu os $30,67 \text{ mg ha}^{-1}$.

Já no emprego do método indireto, Silva e Sampaio (2008) verificaram que a variável isolada que melhor estimou as biomassas dos componentes arbóreos em duas áreas do semiárido (uma na Bahia e outra em Pernambuco) foi o DAP, podendo também serem usadas a HT e a APC para quantificar a biomassa de algumas partes das plantas. Dessa forma, os autores concluíram que o diâmetro do fuste pode ser uma variável eficiente na estimação da biomassa da parte aérea de espécies da Caatinga e que a divisão das espécies em classes diamétricas torna a predição estatística mais satisfatória.

Em trabalho de avaliação não destrutiva (modelagem alométrica), realizado em área de Caatinga do Seridó do Rio Grande do Norte, com 15 espécies, Amorim *et al.* (2005) obtiveram valores de biomassa acima do solo entre 20 e 25 mg ha^{-1} . A quantidade de biomassa foi considerada baixa quando comparada a outros trabalhos, o que pode ter relação com as condições edafoclimáticas e interferências antrópicas naquele ambiente, caracterizado pelo pequeno número de plantas nas classes de diâmetro maiores, além de poucas árvores terem superado 8 metros de comprimento.

Em pesquisa realizada em Floresta - PE por Abreu *et al.* (2016), os autores obtiveram um ajuste de equações com predição aceitável para estimar a variável biomassa de uma espécie florestal nativa da Caatinga. O modelo de Schumacher-Hall gerou equações com boa correlação entre a biomassa total da árvore e a biomassa do fuste. Barreto *et al.* (2018), testando o mesmo modelo, também obtiveram equações com nível de confiança satisfatório tanto para os componentes arbóreos quanto para a biomassa total, ratificando os resultados obtidos por Abreu *et al.* (2016). O erro admissível foi de 9,8% e o erro amostral (1,04%) foi inferior ao estipulado pela Instrução Normativa do órgão fiscalizador do estado do Pernambuco, que determina o erro de amostragem de até 20%.

Alguns valores de biomassa observados na literatura foram superiores aos já relatados nesse estudo, como os 74 mg ha⁻¹ observados por Kauffman *et al.* (1993), ao realizarem uma das primeiras pesquisas sobre biomassa e avaliarem vegetação de caatinga em Serra Talhada (PE).

Sampaio e Freitas (2008), ao avaliarem a produção de biomassa na vegetação nativa do semiárido, afirmaram que os valores sofrem variação de 2 a 160 mg ha⁻¹, aproximando-se dos valores de Silva (1998) que também, na Caatinga, encontrou considerável variação de biomassa (de 2 até 156 mg ha⁻¹); na metade dos locais estudados, os valores foram inferiores a 20 mg ha⁻¹. A amplitude de variação observada nos trabalhos possivelmente está associada ao porte das árvores avaliadas, da idade dos indivíduos, do grau de conservação dos fragmentos. De acordo com Tiessen *et al.* (1998), ratificando Kauffman *et al.* (1993), no aspecto da densidade da vegetação, o total de biomassa aérea em áreas do bioma Caatinga pode variar em torno de 5 a 10 mg ha⁻¹ em locais mais ralos, até 50 a 100 mg ha⁻¹ em formações florestais mais densas.

Uma observação vale ser destacada, os valores relatados nos trabalhos disponíveis na literatura para a metodologia destrutiva da biomassa, que comumente abrangem um número diferente de espécies entre si e alguns deles se utilizam das que representam o maior índice de valor de importância (IVI) em um determinado fragmento florestal, nas quais algumas variáveis abordadas para a obtenção desse índice, como a densidade relativa e a dominância relativa estão diretamente relacionadas à biomassa florestal. Isso quer dizer que as espécies sofrem a influência do IVI no processo de seleção e as que deixam de ser incluídas nas pesquisas têm, obviamente, seus totais de biomassa desconhecidos.

2.5 Importância do conhecimento da vegetação 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 que podem ser empregadas com eficiência, baixo custo e mínimo erro. O que se sabe sobre o desenvolvimento das plantas em áreas sob conservação, exploradas ou ainda em processo de manejo, é insuficiente em muitas regiões nos dias atuais.

Dessa forma, podem ser elencados alguns pontos 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 Brasil, várias atividades industriais subsistem a partir do uso do produto florestal madeireiro, em que se destacam as indústrias de cerâmicas e olarias, as de calcinação da cal, casas de farinha, padarias e fábricas de doces, entre outras mais (NAHUZ *et al.*, 2012; MME, 2016). Segundo o IBGE (2017), foi explorado em 2015, nesta região, um volume superior a 16,3 milhões de m³ de lenha, que correspondem a uma cifra que excede os 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.

REFERÊNCIAS

- ABREU J. C.; SILVA J. A. A.; FERREIRA R. L. C.; ALVES JUNIOR F. T. Ajuste de modelos matemáticos lineares e não lineares para estimativa de biomassa e nutrientes de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* no semiárido pernambucano. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 739-750, 2016. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n111.20](https://doi.org/10.18671/scifor.v44n111.20)
- ARAÚJO, J. A.; SOUZA, R. F. Abordagens sobre o processo de desertificação: uma revisão das evidências no Rio Grande do Norte. **Geosul**, v. 32, n. 65, p. 122-143, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2017v32n65p122>
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. Ateliê editorial, 2003.
- AIDE, T. M.; CLARK, M. L.; GRAU, H. R.; LÓPEZ-CARR, D.; LEVY, M. A.; REDO, D.; BONILLA-MOHENO, M.; RINER, G.; ANDRADE-NÚÑEZ, M.; MUÑIZ, M. Deforestation and reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). **Biotropica**, v. 45, n. 2, p. 262–271, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x>
- ALBUQUERQUE, A. W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V. S. Efeito do desmatamento da caatinga sobre as perdas de solo e água de um Luvissole em Sumé

(PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 121-128, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000100013>

ALCOFORADO-FILHO, F. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; RODAL, M. J. N. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. **Acta Botanica Brasilica**, v. 17, p. 287-303, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000200011>

ALMEIDA, F. C. P. **Estrutura e regeneração natural em remanescentes de caatinga sob manejo florestal**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2014.

ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; PINTO, A. S.; PAREYN, F. G. C.; CARVALHO, A. L.; MARTINS, J. C. R.; SAMPAIO, E. V. D. S. B. Adaptation of the century model to simulate C and N dynamics of Caatinga dry forest before and after deforestation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 254, p. 26-34, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.11.016>

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 Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300023>

AVILA, A. L.; ARAUJO, M. M.; GASPARIN, E.; LONGHI, S. J. Mecanismo de Regeneração Natural em um Remanescente de Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil. **Revista Cerne**, Lavras, v. 19, n. 4, p. 621-628, out./dez. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000400012>

AVITABILE, V.; HEROLD, M.; HEUVELINK, G. B.; LEWIS, S. L.; PHILLIPS, O. L.; ASNER, G. P.; WILLCOCK, S. An integrated pan-tropical biomass map using multiple reference datasets. **GCBio**, v. 22, n. 4, p. 1406-1420, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13139>

BARBOSA, E. M.; BONILLA, O. H.; LUCENA, E. M. P.; ANDRADE, L. M. Estrutura de um fragmento de Caatinga infestado por *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 05, p. 1952-1966, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.5.p1952-1966>

BARBOSA, M. D.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; DUARTE, G. M. T. Florística e fitossociologia de espécies arbóreas e arbustivas em uma área de Caatinga em Arcoverde, PE, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, n. 5, p. 851-858, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000500007>

BARBOSA, A. S.; ANDRADE, A. P.; FÉLIX, L. P.; AQUINO, I. S.; SILVA, J. H. C. S. Composição, similaridade e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de áreas de Caatinga. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 314-322, 2020. DOI: [10.31413/nativa.v8i3.9494](https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9494)

BARRETO, T. N. A.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; ALMEIDA, C. C. S. Ajuste de modelos matemáticos à biomassa seca dos compartimentos de plantas lenhosas em área de caatinga. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 118, p. 285-295, 2018. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n118.14](https://doi.org/10.18671/scifor.v46n118.14)

BASTIN, J. F.; BERRAHMOUNI, N.; GRAINGER, A.; MANIATIS, D.; MOLLICONE, D.; MOORE, R.; CASTRO, R. The extent of forest in dryland biomes. **Science**, v. 356, n. 6338, p. 635-638, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.aam6527>

BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 117-127, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826452>

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 jun. 2022.

BROWER, J. E.; ZAR, J. H. **Field and Laboratory Methods for General Ecology**. 2. ed. Dubuque: Wm.C. Brown Publishers, 1984. 226 p.

BULHÕES, A. A.; CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; RAMOS, I. A. N.; SILVA, R. A.; ANDRADE, A. B. A.; SILVA, F. T. Levantamento Florístico e Fitossociológico das Espécies Arbóreas do Bioma Caatinga realizado na Fazenda Várzea da Fé no Município de Pombal-PB. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n.1, p.51-56, 2015.

CHAVES, A. D. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJÁ, P. B. A importância dos levantamentos florístico e fitossociológico para a conservação e preservação das florestas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 43-48, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v9i2.449>

CARVALHO, F. A.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura diamétrica da comunidade e das principais populações arbóreas de um remanescente de Floresta Atlântica Submontana (Silva Jardim-RJ, Brasil). **Revista Árvore**, v. 33, n. 2, p. 327-337, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000200014>

CHAZDON, R. L.; GUARIGUATA, M. R. Natural regeneration as a tool for largescale forest restoration in tropics: prospects and challenges. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 716- 730, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/btp.12381>

COSTA, G. M. D.; CARDOSO, D.; QUEIROZ, L. P. D.; CONCEIÇÃO, A. A. Variações locais na riqueza florística em duas ecorregiões de caatinga. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 685-709, 2015. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566303>

CSILLIK, O.; KUMAR, P.; ASNER, G. P. Challenges in estimating tropical forest canopy height from planet dove imagery. **Remote Sensing**, v. 12, n. 7, p. 1160, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs12071160>

DANTAS, J. G.; HOLANDA, A. C.; SOUTO, L. S.; JAPIASSÚ, A. M.; HOLANDA, E. M. Estrutura do componente arbustivo/arbóreo de uma área de Caatinga situada no município de Pombal-PB. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 1, p. 134 -142, 2010.

DIAS, C. T. de V.; KIILL, L. H. P. Levantamento florístico da reserva legal do Projeto Salitre, Juazeiro-BA. **Embrapa Semiárido-Documentos (INFOTECA-E)**, 2008.

DRUMOND, M. A. Recomendações para o uso sustentável da biodiversidade no Bioma Caatinga. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2004.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. D.; OLIVEIRA, A. R. D.; ALVAREZ, I. A. Produção e distribuição de biomassa de espécies arbóreas no semi-árido brasileiro. **Rev. Árvore**, v. 32, n. 4, p. 665-669, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400007>

DUNCANSON, L.; DUBAYAH, R. Monitoring individual tree-based change with airborne lidar. **Ecology and evolution**, v. 8, n. 10, p. 5079-5089, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/ece3.4075>

EGGLESTON, H. S.; BUENDIA, L.; MIWA, K.; NGARA, T.; TANABE, K. (Ed.). **2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories**. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006.

FERREIRA, C. D.; SOUTO, P. C.; LUCENA, D. S.; SALES, F. D. C. V.; SOUTO, J. S. Fitossociologia do banco de sementes em diferentes estágios de regeneração natural de caatinga, Seridó paraibano. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 3, p. 301-318, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v12i3.857>

GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. D. S.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010, 368 p.

GILLESPIE, T. W.; LIPKIN, B.; SULLIVAN, L.; BENOWITZ, D. R.; PAU, S.; KEPPEL, G. The rarest and least protected forests in biodiversity hotspots, **Biodiversity and Conservation**, v. 21, n. 14, p. 3597-3611, 2012.

HAMILTON, R.; PENNY, D.; HALL, T. L. Floresta, fogo e monções: Investigando a dinâmica do limiar de longo prazo das florestas tropicais sazonalmente secas do sudeste da Ásia. **Quaternary Science Reviews**, v. 238, p. 106334, 2020.

HIGA, R. C. V.; CARDOSO, D. J.; ANDRADE, G. D. C.; ZANATTA, J. A.; ROSSI, L. M. B.; PULROLNIK, K.; SALIS, S. D. Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal. **Colombo: Embrapa Florestas**, v. 1, 2014.

HIGUCHI, N.; CARVALHO-JÚNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQÜESTRO DE CO₂ – UMA NOVA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 125-145.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-165, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921998282166>

HILTNER, U.; HUTH, A.; BRÄUNING, A.; HÉRAULT, B.; FISCHER, R. Simulation of succession in a neotropical forest: High selective logging intensities prolong the recovery

times of ecosystem functions. **Forest Ecology and Management**, v. 430, p. 517-525, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.042>

HOLANDA, A. C. D.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 142-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n416rc>

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 02 de jun. de 2022.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas: características e uso agrícola. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil em desenvolvimento sustentado**, p. 95-111, 1996.

DUTRA-JÚNIOR, M. P.; BAKKE, I. A.; COSTA, E. M. Distribuição diamétrica de indivíduos arbóreos adultos e regenerantes em área de Caatinga em processo de recuperação. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0039-0051, 2022. DOI: <https://doi.org/10.48017/dj.v7i1.2002>

KAUFFMAN, J. B.; SANFORD JUNIOR, R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v. 74, n. 1, p. 140-151, 1993. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1939509>

KIILL, L. H. P.; PORTO, D. D. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.

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

LEMO, J. R.; RODAL, M. J. N. Fitossociologia do componente lenhoso de um trecho da vegetação de caatinga no Parque Nacional Serra da Capivara, Piauí, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 1, p. 23-42, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000100005>

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LIMA, B. G.; COELHO, M. F. B. Fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 809-819, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832095>

LOPES, R. B.; MIOLA, D. T. B. Sequestro de carbono em diferentes fitofisionomias do cerrado. **SYNTHESIS| Revistal Digital FAPAM**, v. 2, n. 2, p. 127-143, 2010.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. New Jersey: Princeton University, 1988. 192 p.

MAIA, G. N. **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: Printcolor

Gráfica e Editora, 2012, 413 p.

MARINHO, I. V.; LÚCIO, A. M. F. N.; HOLANDA, A. C.; FREITAS, C. B. A. Análise comparativa de dois remanescentes arbustivo-arbóreo de Caatinga. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4336/2019.pfb.39e201701518>

MEDEIROS, F. S.; SOUZA, M. P.; CERQUEIRA, C. L.; ALVES, A. R.; SOUZA, M. S.; BORGES, C. H. A. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâométrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 85-95, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.900>

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Agricultura sustentável no semi-árido nordestino. **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido. Fortaleza: SBCS: UFC-DCS**, p. 20-46, 2000.

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, Patos, 2014.

MURPHY P.; LUGO A. Ecology of tropical dry forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 67-88, 1986. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.000435>

NAHUZ, M. A. R.; POFFO, O.; BRAINER, M. S. C. P.; IELO, P. K. Y.; ROMAGNANO, L. F. T. di; HUMPHREYS, R. D.; AMARAL, F. L. M.; SOUZA, C. A.; LONGO, M. H. C.; KURY, J. P. N. **Setores Consumidores de Madeira: Aspectos do mercado atual e potencial do eucalipto**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012. 340 p.

OLIVEIRA, R. A. N.; de SOUSA, G. A.; de MENEZES JUNIOR, J. C.; de MELO, R. T.; SOUSA NETO, E. P.; SOUSA, T. P. Dinâmica do Processo de Desmatamento de Caatinga no Município de Catolé do Rocha-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 01-04, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v10i4.598>

OLIVEIRA, A. G. S. **Estimativa da biomassa e nutrientes em espécies arbóreas da caatinga, Rio Grande do Norte**. 2020. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

OLIVEIRA, E. L. **Estimativa da biomassa e estoque de Carbono em Floresta Sazonalmente Seca no Semiárido brasileiro**. 2017. 34 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e a sua gestão no Estado de Pernambuco: o papel do manejo florestal sustentável. In: GARIGLIO, MA *et al.* **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília, p. 99-115, 2010.

PAULA, A.; BRILHANTE, F. S.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; SOARES-FILHO, A. O.; FONSECA, R. S. Florística e estrutura da regeneração natural de Caatinga Arbórea na Floresta Nacional Contendas do Sincorá, Bahia. **Agrarian**, v. 14, n. 53, p. 281-294, 2021.

- PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. D.; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000300010>
- PRADO, D. E. As caatingas da América do Sul. **Ecologia e conservação da Caatinga**, v. 2, p. 3-74, 2003.
- PULLA, S. *et al.* Assessing the resilience of Global dry forests: a prologue global seasonally dry tropical forests. **International Forestry Review**, v.17, n.2, p.91-113, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1505/146554815815834796>.
- QURESHI, A.; BADOLA, R. HUSSAIN, S. A. A review of protocols used for assessment of carbon stock in forested landscapes. **Environmental Science & Policy**, v. 16, p. 81-89, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.11.001>
- RATUCHNE, L. C.; KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; SCHAMNE, P. A. Estado da arte na quantificação de biomassa em raízes de formações florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 3, p. 450-462, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.131515>
- RENDÓN-SANDOVAL, F. J.; CASAS, A.; MORENO-CALLES, A. I.; TORRES-GARCÍA, I.; GARCÍA-FRAPOLLI, E. Sistemas agroflorestais tradicionais e conservação da diversidade de plantas nativas de florestas tropicais sazonalmente secas. **Sustentabilidade**, v. 12, n. 11, p. 4600, 2020.
- RMFC - Rede de Manejo Florestal da caatinga. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Associação de Plantas do Nordeste, 2005.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. A.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação de caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 621-632, 1998.
- SAMPAIO, E. V. S. B. Fitossociologia. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S. J.; BARBOSA, M. R. V. (Ed.). Pesquisa botânica nordestina: progressos e perspectivas. Recife: **Sociedade Botânica do Brasil/Seção Regional de Pernambuco**. 1996. p. 203-230.
- SAMPAIO, E. V. S. B.; FREITAS, A. D. S. Produção de biomassa na vegetação nativa do semi-árido nordestino. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semi-árido**. Recife: **Editora Universitária UFPE**, v. 1, p. 11-26, 2008.
- SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: **As florestas e o carbono**. Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2002. p. 119-140.
- SANQUETTA, M.; CORTE, A. P.; SANQUETTA, C. R.; RODRIGUES, A.; MONGON, F. Diversidade e estrutura fitossociológica da caatinga na região de Brumado–BA. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 17, p. 2157-2167, 2014.
- SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: a maior região de floresta tropical seca da América do Sul**. Springer, 2018.

SANTANA, J. A. S.; SANTANA-JÚNIOR, J. A. S.; BARRETO, W. S.; FERREIRA, A. T. S. Estrutura e distribuição espacial da vegetação da Caatinga na Estação Ecológica do Seridó, RN. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 355-361, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4336/2016.pfb.36.88.1002>

SILVA, E. D. G. da. **Estimativa da biomassa e nutrientes em espécies arbóreas da caatinga, Rio Grande do Norte**. 2019. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

SILVA, G. C. **Relação alométrica de dez espécies vegetais e estimativas de biomassa aérea da Caatinga**. 1998. 163 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.

SILVA, G. A.; BAKKE, I. A.; VASCONCELOS, G. S.; BAKKE, O. A.; LUZ, M. N.; DELFINO, R. D. C. H.; SANTOS, J. J. Distribuição de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschul em uma área de caatinga. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e518101220779-e518101220779, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20779>

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, v. 32, n. 3, p. 567-575, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000300017>

SILVA, S. D. O.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A. D.; LIRA, M. D. A.; ALVES JUNIOR, F. T.; CANO, M. O. D. O.; TORRES, J. E. L. Regeneração natural em um remanescente de caatinga com diferentes históricos de uso no agreste pernambucano. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 441-450, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622012000300006>

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; LOPEZ, A. S. **Dendrometria e inventario florestal**. 2.ed. – viçosa, MG: Ed. UFV. 2011.

SOCHER, L.; G.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. Biomassa aérea de uma floresta ombrófila mista aluvial no município de Araucária (PR). **Floresta**, v. 38, n. 2, p. 245-252, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v38i2.11619>

SOMOGYI, Z.; CIENCIALA, E.; MÄKIPÄÄ, MUUKKONEN, P.; LEHTONEN A.; WEISS, P. Indirect methods of large forest biomass estimation. **Europe Journal Forest Research**, [S.l.], Feb, 2006.

SOUSA, F. Q.; ANDRADE, L. A.; XAVIER, K. R. F. *Cryptostegia madagascariensis* Bojer ex Decne.: impactos sobre a regeneração natural em fragmentos de caatinga. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 39-45, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v11i1a5357>

SOUZA, B. I.; MACÊDO, M. L. A.; SILVA, G. J. F. Temperatura dos solos e suas influências na regeneração natural da caatinga nos Cariris Velhos–PB. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 35, p. 261-287, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v35i0.41609>

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator** (Fortaleza), v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015. DOI: 10.4215/RM2015.1401.0009

SOUZA, J. S. **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do rio Capivari, Lavras, MG.** 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

SOUZA, S. M. **Cobertura e regeneração vegetal como preditores do processo de desertificação na caatinga.** 2020. 37 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

TEIXEIRA, L. M. **Influência da intensidade de exploração seletiva de madeira no crescimento e respiração do tecido lenhoso das árvores em uma floresta tropical de terra-firme na região de Manaus.** 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2003.

TIESSEN, H.; FELLER, C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; GARIN, P. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forest. **Climatic change**, v. 40, n. 1, p. 105-117, 1998.

TROVÃO, D. M. B. M.; DANTAS, P. F.; ARAÚJO, J. Q.; DANTAS, J. N. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004.

TROVÃO, D. M. B. M.; FREIRE, Á. M.; MELO, J. I. M. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do riacho de bodocongó, semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 78-86, 2010.

TURÍBIO, K. S.; ALMEIDA, A. M.; SILVA, T. S. F. Influência de determinantes ambientais na vegetação da Caatinga. **Sociedade e território**, v. 29, n. 1, p. 183-198, 2017. DOI: <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2017v29n1ID10807>

VASCONCELOS, A. D. M.; HENRIQUES, I. G. N.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G. Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 329-337, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v13i4.967>

VIRGENS, A. P.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A.; de CARVALHO, F. F.; ARAGÃO, M. A.; MONROE, P. H. M. Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 555-561, 2017. DOI: <https://doi.org/10.4336/2017.pfb.37.92.1465>

WAEBER, P.; RAMESH, B.; PARTHASARATHY, N.; PULLA, S.; GARCIA, C. Seasonally dry tropical forests in South Asia: A research agenda. A research agenda to contribute to the discussions on “Key Issues for the Global Dry Forests” workshop organized by CIFOR/ForDev in Zurich, 28–30th October, 2012.

ROMERO, Y. A. W. **Aporte desde el perfil del Administrador Ambiental de la UTP a los procesos de control de la CVC DAR Norte.** 2014. 74 f. Título de Administradora Ambiental – Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2014.

WRIGHT, S. J.; MULLER-LANDAU, H. C.; CONDIT, R.; HUBBELL, S. P. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. **Ecology**, Washington, v. 84, n. 12, p. 3174-3185, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1890/02-0038>

**CAPÍTULO I - FLORÍSTICA E ESTRUTURA DO COMPONENTE ARBUSTIVO-
ARBÓREO EM AMBIENTE DE CAATINGA, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL**

ARTIGO PUBLICADO NA REVISTA NATIVA -

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/13091>

(Nativa, v. 10, n. 1, p. 125-130, 2022).

OBS: Para facilitar a compreensão dos membros da banca examinadora e para melhor organizar o corpo do texto, algumas normas da revista não foram acatadas.

Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo em ambiente de caatinga, Rio Grande do Norte, Brasil

Erick Daniel Gomes da SILVA^{1*}, Allyson Rocha ALVES¹, Daniela da Costa Leite COELHO¹, Natália Isabel Lopes QUIRINO¹, Alan Cauê de HOLANDA¹, Romário Mendes BEZERRA¹

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, Brasil

*E-mail: erickufersa@gmail.com

(ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0968-1116>; <https://orcid.org/0000-0002-5066-4900>; <https://orcid.org/0000-0001-9182-3675>; <https://orcid.org/0000-0002-4895-5856>; <https://orcid.org/0000-0003-1408-0075>; <https://orcid.org/0000-0003-4215-5310>;))

Recebido em 19/10/2021; Aceito em 21/02/2022; Publicado em xx/03/2022.

RESUMO: Objetivou-se nesse trabalho avaliar a florística e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um fragmento florestal no município de Caraúbas no estado do Rio Grande do Norte. Para o desenvolvimento desse estudo, foi analisada a vegetação de uma área de 53 hectares de caatinga, onde foram alocadas 12 unidades amostrais (20 x 20 m), utilizando-se a Amostragem Inteiramente Aleatória. Todos os indivíduos arbóreo-arbustivos vivos com circunferência à altura do peito (CAP) $\geq$ 6 cm foram amostrados e mensurados CAP e altura total. Com os dados coletados no inventário florestal, foram calculados os seguintes índices: diversidade de Shannon-Weaver (H'), a dominância de Simpson (C) e a equabilidade de Pielou (J'), bem como os demais parâmetros fitossociológicos das estruturas horizontal e vertical. Nos resultados, foram observadas 19 espécies pertencentes a 17 gêneros, distribuídos em 9 famílias. As famílias com maior riqueza de espécies foram Fabaceae (9) e Euphorbiaceae (3). As espécies mais abundantes e com maior índice de valor de importância (IVI) foram *Cordia glazioviana* e *Combretum leprosum*. A área estudada apresenta baixa riqueza de espécies quando comparada a outros remanescentes de caatinga.

Palavras-chave: diversidade; fitossociologia; Semiárido.

Floristic and structure of the shrubby-arboreal component in a caatinga environment, Rio Grande do Norte, Brazil

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the floristic and structure of the shrubby-arboreal component of a forest fragment in the municipality of Caraúbas in Rio Grande do Norte state. For the development of this study, the vegetation of an area of approximately 53 ha of caatinga was analyzed, where 12 sampling units (20 x 20 m) were allocated, using the Entirely Random Sampling. All living arboreal-shrubby individuals, with (CAP) $\geq$ 6 cm, were sampled and the parameters, circumference at breast height and total height were measured. With the data collected in the forest inventory, the following indexes were calculated: Shannon-Weaver diversity (H'), Simpson dominance (C) and Pielou evenness (J'), as well as the other phytosociological parameters of the horizontal and vertical. In the results, 19 species were observed, in 17 genera, distributed in 9 families. The families with the greatest species richness were Fabaceae (9) and Euphorbiaceae (3). The most abundant species with the highest importance value index (IVI) were *Cordia glazioviana* and *Combretum leprosum*. The studied area presents low species richness when compared to other remnants of caatinga vegetation.

Keywords: diversity; phytosociology; Semiarid.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga possui área superficial de aproximadamente 844.453 km², é a região semiárida mais povoada do planeta e quase metade da diversidade biológica desse bioma já foi alterada pelas práticas de uso não manejado dos recursos naturais (MMA, 2012). Os limites da Caatinga estão totalmente inseridos no território brasileiro e sua abrangência cobre partes dos nove estados

da Região Nordeste brasileira, além de se estender também por uma porção do norte do estado de Minas Gerais, o que representa cerca de 11% do território nacional (IBGE, 2004).

O bioma é caracterizado pela presença da vegetação xerófila com grande variação de fitofisionomias e alto índice de endemismo. A vegetação é composta de herbáceas, indivíduos arbóreos e arbustivos, dotados de

espinhos e folhas caducifólias, resultado das adaptações ao clima seco e quente e à sazonalidade pluviométrica (VELLOSO et al., 2002).

As práticas insustentáveis de exploração dos recursos madeireiros, queimadas e atividades agropecuárias indiscriminadas provocaram profundos impactos à flora, fauna e aos solos da região semiárida brasileira, fatores que originaram áreas suscetíveis à desertificação (TABARELLI et al., 2018).

A obtenção de informações sobre a estrutura da vegetação e da composição florística são indispensáveis à compreensão dos processos de regeneração e de sucessão ecológica, bem como da dinâmica na comunidade, e estudos sobre esse tema têm balizado programas de recuperação de áreas degradadas, de conservação dos ecossistemas e ordenado o manejo florestal sustentável (MAIA, 2012; HOLANDA et al., 2015). Tais informações são geradas por meio de estudos fitossociológicos e de florística, que permitem identificar e compreender a associação entre as espécies de um determinado local, e ferramentas como os índices de Shannon-Weaver, Simpson e de equabilidade de Pielou permitem analisar a diversificação das comunidades florestais (LEITÃO, 2014).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a florística e a estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um fragmento florestal no município de Caraúbas no Rio Grande do Norte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área do estudo

O trabalho foi realizado numa propriedade de aproximadamente 520 ha, inserida no município de Caraúbas-RN, sob as coordenadas geográficas X: 669994,08 e Y: 9381651,06 e altitude de 115 m (Figura 1). Foi selecionada e utilizada uma porção de 53,0 ha como área objeto desse estudo.

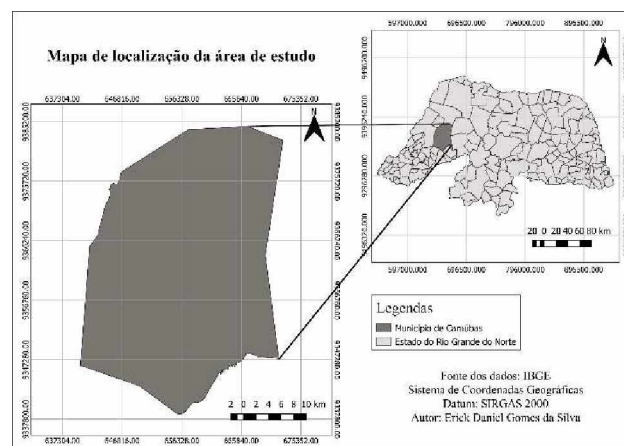


Figura 1. Localização do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.

Figura 1. Location of the municipality of Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brazil

O clima predominante na região, de acordo com o sistema internacional de classificação de Köppen, é semiárido do tipo Bsw'h, seco, muito quente, com a estação chuvosa concentrada nos meses de março e abril e a estação seca prevalecendo nos demais meses do ano. As chuvas apresentam irregularidades na sua distribuição e a média anual de precipitação é de 710,9 mm. A temperatura média anual é em torno de 27,7°C e a umidade relativa do ar é de 70% (IDEMA, 2008).

A vegetação que predomina na região é a caatinga hiperxerófila, caracterizada pela presença de espécies decíduas e dotadas de mecanismos de adaptações à escassez hídrica, como presença de espinhos e folhas pequenas, raízes com potencial de armazenamento de água e porte mais baixo dos indivíduos (MOREIRA et al., 2007).

2.2. Coleta dos dados

Foi realizado inventário florestal, no qual foram alocadas 12 unidades amostrais de 20 x 20 m (400 m²), dispostas de forma inteiramente aleatória, de acordo com o protocolo da Rede de Manejo Florestal da Caatinga – RMFC (Comitê RMFC, 2005). A área total amostrada foi de 4800 m² e foi utilizada a curva coletora como metodologia de estabilização do número suficiente de unidades amostrais.

Todos os indivíduos constantes nas unidades amostrais, com circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 6 cm, foram mensurados. As tomadas de medidas de CAP foram realizadas com o auxílio de fita métrica graduada em centímetro e as alturas totais (Ht) foram tomadas por meio de régua de extensão telescópica graduada em centímetro. O volume lenhoso foi calculado utilizando o fator de forma de 0,9 (ZAKIA et al., 1990).

O reconhecimento das espécies amostradas foi realizado em campo com o auxílio de um mateiro local para a identificação a nível regional, também foi coletado material botânico das espécies que se encontravam na fase reprodutiva para ser analisado e confirmadas por especialistas. Foi realizada a confecção de exsicatas para tombamento no Herbário Dárdano de Andrade Lima, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, utilizando a classificação das espécies APG IV (CHASE et al., 2016). A identificação das espécies quanto ao hábito foi realizada por levantamento bibliográfico.

Para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos, utilizou-se uma planilha eletrônica, e a diversidade florística das espécies foi obtida por meio dos índices de Shannon-Weaver (H' - 1), de dominância de Simpson (C' - 2) e de equabilidade de Pielou (J' - 3), calculados pelas seguintes fórmulas:

$$H' = \left[\frac{N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i}{N} \right] \quad (01)$$

$$S' = \left[\frac{\sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right] \quad (02)$$

$$J' = \left(\frac{H'}{H_{\max}} \right) \quad (03)$$

Em que: S = total de espécies avaliadas; N = número total dos indivíduos amostrados; n_i = número de indivíduos amostrados para a i-ésima espécie; $\ln$ = logaritmo na base neperiana (e); $H_{\max} = \ln$ de (S) = ao número total de espécies avaliadas.

Com os dados coletados, foram gerados gráficos de distribuições diamétricas, com intervalos de classes de 3

cm e de distribuições hipsométricas com intervalos de classes de 3 m.

3. RESULTADOS

Conforme observado na curva coletora (Figura 2), a tendência de estabilidade se deu a partir da décima unidade amostral (4.000 m² de área amostrada), demonstrando que o total de parcelas alocadas foi suficiente para caracterizar a área total objeto deste estudo.

Ao todo, foram observadas 19 espécies, distribuídas em 17 gêneros que compreenderam 9 famílias botânicas. A família Fabaceae foi a de maior representatividade, com 9 espécies, seguida pela família Euphorbiaceae com 3 espécies. As demais famílias foram representadas por apenas uma espécie (Tabela 1).

No total, foram avaliados 932 indivíduos, dos quais 24,8% pertencem à família Fabaceae. As cinco principais espécies amostradas, por número de indivíduos, foram *Cordia glazioviana*, *Combretum leprosum*, *Cenostigma pyramidale*, *Croton blanchetianus* e *Mimosa ophthalmocentra*, representando 87,67% dos indivíduos.

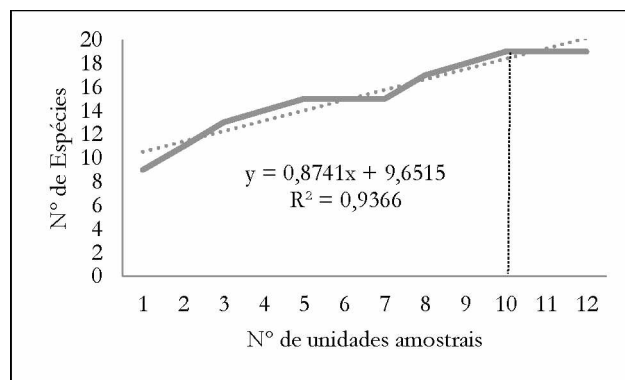


Figura 2. Representação gráfica da suficiência amostral das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Figura 2. Graphic representation of the sample sufficiency of the evaluated species in a forest area in the region of Caraúbas-RN.

A espécie *Cordia glazioviana* apresentou o maior número de indivíduos (362 ind.ha⁻¹), maiores valores de densidade relativa (38,84 %) e dominância relativa (41,78%) (Tabela 2), sendo a espécie com maior importância ecológica na área (IVI = 30,66%). *Combretum leprosum* apresentou a maior frequência relativa (13,33%) e o segundo maior IVI

(18,48%). *Cenostigma pyramidale*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora* também foram espécies que se destacaram por apresentarem os maiores números de indivíduos e maiores valores de IVI.

O valor de área basal foi de $4,17 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$ (Tabela 2), sendo que as espécies *Cordia glazioviana* e *Combretum leprosum* somaram 62,2% do total da área basal da área estudada, enquanto as espécies *Myracrodruon urundeuva*, *Bauhinia cheilantha* e *Anadenanthera colubrina*, que ocorrem naturalmente na região, somaram apenas 0,58% do valor de área basal.

O valor obtido para o índice de Shannon-Weaver (H') foi de $1,83 \text{ nats.ind}^{-1}$ (Tabela 2). Para o índice de dominância de Simpson (C), que varia numa escala de 0 a 1, o valor foi de 0,23. E para o índice de equabilidade de Pielou (J'), que compreende uma escala de 0 a 1 e permite avaliar a abundância de uma área, o valor encontrado foi de 0,62.

As classes de altura estão apresentadas na Figura 3 e os maiores números de indivíduos amostrados foram encontrados na segunda classe (altura de 3 a 6 metros), com cerca de 70% indivíduos inventariados na área. Tais classes possuem valores de área basal concentrados na classe central ($2,11 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$), seguida da terceira classe ($2,01 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) e, por último, a primeira classe ($0,075 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$).

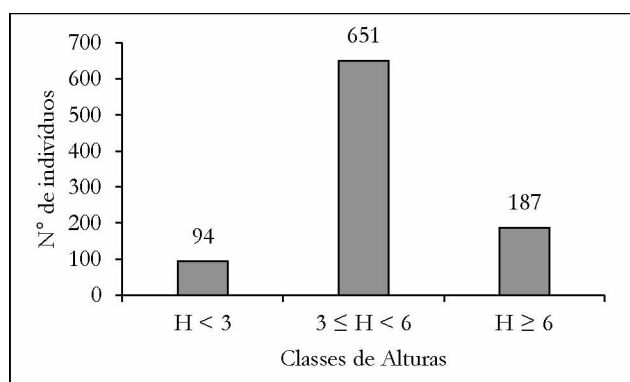


Figura 3. Número de indivíduos por classe de altura avaliados em uma área florestal na região de Caraiúbas-RN.

Figura 3. Number of individuals per height class evaluated in a forest area in the region of Caraiúbas-RN.

A distribuição diamétrica verificada na área de estudo (Figura 4) apresentou comportamento exponencial negativo, característico de florestas inequidâneas, tendo os

maiores números de indivíduos presentes nas primeiras classes, com cerca de 80% dos indivíduos presentes nas três primeiras classes.

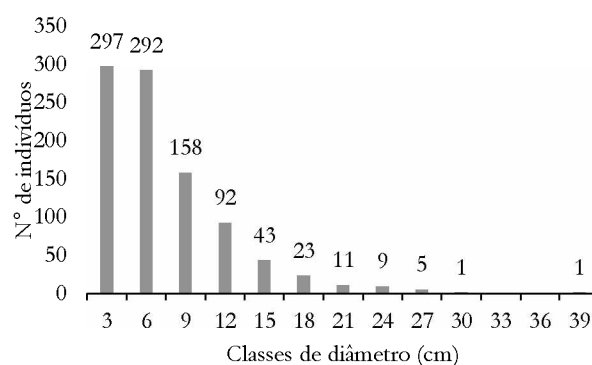


Figura 4. Distribuição diamétrica dos indivíduos avaliados em uma área florestal na região de Caraiúbas-RN.

Figura 4. Diametric distribution of individuals evaluated in a forest area in the region of Caraiúbas-RN.

4. DISCUSSÃO

A estabilização da curva coletora para levantamentos florísticos e fitossociológicos no ambiente semiárido brasileiro geralmente não tem superado 4.800 m^2 de área amostrada (12 unidades amostrais de $20 \times 20 \text{ m}$) para áreas observadas de 2 a 40 ha (GUIMARÃES et al., 2009; SANTOS et al., 2017; SOUZA et al., 2017; LIMA e COELHO, 2018; SOUZA et al., 2020). Isso evidencia que nas primeiras 10 ou 12 parcelas alocadas já são contempladas praticamente todas as espécies que ocorrem numa determinada região, sendo, geralmente, satisfatório esse montante de área amostrada para caracterizar a área total a ser investigada.

As duas famílias de maior representatividade nesse estudo (Fabaceae e Euphorbiaceae), por número de espécies e de indivíduos, são comumente relatadas nos trabalhos de florística e fitossociologia na caatinga (PEREIRA JÚNIOR, 2012; RODAL et al., 2008; SOUZA et al., 2017). O destaque para a família Fabaceae, que correspondeu a mais de 47% do total de espécies inventariadas, pode ser explicado pelo potencial das espécies em se regenerarem em ambientes perturbados, sendo que muitas delas são classificadas na sucessão ecológica como pioneiras, com alta capacidade de

produção e dispersão de sementes. Outro papel imprescindível dessa família se deve à capacidade de associação entre as plantas e bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico no solo, processo peculiar de disponibilização desse nutriente ao meio (MAIA, 2012).

Pode-se ressaltar que os indivíduos arbóreos de maiores diâmetros da família Fabaceae, na região desse estudo, são extremamente visados por possuírem madeira

de ótima qualidade aos diversos fins agropecuários (estacas, mourões e forragem) e energéticos (lenha), com destaque para as espécies *Mimosas* sp., *Anadenanthera colubrina*, *Bauhinia cheilantha* e *Myracrodruon urundeuva*. As três últimas espécies foram raras, possuindo poucos indivíduos nas classes de diâmetros menores, apesar da ocorrência natural na área desse estudo.

Tabela 1. Relação das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caratúbas-RN.

Tabela 1. List of species evaluated in a forest area in the region of Caratúbas-RN

Família/Espécie	Nome popular	Hábito
Anacardiaceae		
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	Arbóreo
Apocynaceae		
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc	Pereiro	Arbóreo
Boraginaceae		
<i>Cordia glazioviana</i> (Allemão) Taub.)	Pau branco	Arbóreo
Burseraceae		
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Umburana	Arbóreo
Cochlospermaceae		
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng	Pacote	Arbóreo
Combretaceae		
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mufumbo	Arbustivo
Euphorbiaceae		
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	Arbóreo
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Bail.	Pinhão bravo	Arbustivo
<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & Hoffman)	Maniçoba	Arbóreo
Fabaceae		
<i>Amburana cearenses</i> Allemão	Cumaru	Arbóreo
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	Arbóreo
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	Arbóreo
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Catingueira	Arbóreo
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth	Sabiá	Arbóreo
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Jurema preta	Arbóreo
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth	Jurema de embira	Arbóreo
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) LP Queiroz	Jucá	Arbóreo
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca	Arbóreo
Nyctaginaceae		
<i>Guapira laxa</i> (Netto)	João mole	Arbustivo

Tabela 2. Parâmetros fitossociológicos das espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caratúbas-RN.

Tabela 2. Phytosociological parameters of the evaluated species in a forest area in the region of Caratúbas-RN.

Espécies	G	DA	DR (%)	FA	FR (%)	DoA	DoR (%)	IVI (%)
<i>Cordia glazioviana</i>	1,7534	754,17	38,84	83,33	11,11	3,653	42,04	30,66
<i>Combretum leprosum</i>	0,8167	437,50	22,53	100,00	13,33	1,702	19,58	18,48
<i>Cenostigma pyramidale</i>	0,3078	187,50	9,66	83,33	11,11	0,641	7,38	9,38
<i>Mimosa tenuiflora</i>	0,4581	106,25	5,47	66,67	8,89	0,954	10,98	8,45
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	0,2588	139,58	7,19	66,67	8,89	0,539	6,20	7,43
<i>Croton blanchetianus</i>	0,0481	181,25	9,33	83,33	11,11	0,100	1,15	7,20
<i>Commiphora leptophloeos</i>	0,1880	14,58	0,75	41,67	5,56	0,392	4,51	3,60
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	0,1326	31,25	1,61	41,67	5,56	0,276	3,18	3,45
<i>Jatropha mollissima</i>	0,0253	39,58	2,04	50,00	6,67	0,053	0,61	3,10

<i>Guapira laxa</i>	0,0186	18,75	0,97	33,33	4,44	0,039	0,44	1,95
<i>Anadenanthera colubrina</i>	0,0157	4,17	0,21	16,67	2,22	0,033	0,38	0,94
<i>Amburana cearenses</i>	0,0617	4,17	0,21	8,33	1,11	0,128	1,48	0,93
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	0,0085	6,25	0,32	16,67	2,22	0,018	0,20	0,92
<i>Libidibia ferrea</i>	0,0555	4,17	0,21	8,33	1,11	0,116	1,33	0,89
<i>Manihot pseudoglaziovii</i>	0,0071	4,17	0,21	16,67	2,22	0,015	0,17	0,87
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	0,0109	2,08	0,11	8,33	1,11	0,023	0,26	0,49
<i>Piptadenia stipulaceae</i>	0,0024	2,08	0,11	8,33	1,11	0,005	0,06	0,43
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0,0015	2,08	0,11	8,33	1,11	0,003	0,03	0,42
<i>Bauhinia cheilantha</i>	0,0004	2,08	0,11	8,33	1,11	0,001	0,01	0,41
Total	4,1710	1941,67	100,00	750,00	100,00	8,690	100,00	100,00
Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H')	1,83							
Índice de equidade de Pielou (J')	0,62							
Índice de dominância de Simpson (C)	0,23							

*G=área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$); DA = densidade absoluta; DR = densidade relativa; FA = frequência absoluta; FR = frequência relativa; DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; IVC = índice de valor de cobertura; IVI = índice de valor de importância.

O alto número de indivíduos apresentados pela espécie *Cordia glazioviana* (362 ind.ha^{-1}) pode ser compreendido tanto pelo fato de a área desse estudo estar inserida na zona natural de sua ocorrência, quanto pela utilização da madeira pelas comunidades tradicionais exigir árvores de diâmetros maiores, ou seja, a densidade de indivíduos observada nesse trabalho se resume a plantas com várias rebrotas e fustes pouco grossos e indivíduos jovens, já que a madeira ainda não possui qualidade para as variadas finalidades locais. Já a espécie *Combretum leprosum* (210 ind.ha^{-1}) tem a característica de colonizadora de ambientes antropizados, além de possuir capacidade peculiar de rebrota.

O valor de área basal ($4,17 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$) calculado nessa pesquisa ficou próximo dos observados por Ferraz et al. (2014) ao analisar a fitossociologia em ambiente de caatinga conservada no município de Floresta-PE ($4,55 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$). No entanto, a área basal calculada ficou abaixo dos valores encontrados na maioria dos estudos para a região de caatinga. Souza et al. (2020), ao estudar um fragmento de Caatinga na Serra do Mel-RN, observou o valor de área basal de $5,53 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$. Alguns estudos verificaram valores muito superiores, como é o caso de Lemos e Meguro (2015), que relatou em pesquisa realizada no município de Aiuaba-CE, valor de área basal de $18,3 \text{ m}^2 \text{ha}^{-1}$. Alguns fatores podem estar relacionados a esse

gradiente de área basal e, no presente estudo, pôde-se verificar a constante retirada de indivíduos arbóreos, principalmente os mais representativos em diâmetro, o que influencia diretamente nos valores calculados.

Quanto ao índice de diversidade de Shannon-Weaver, que pode variar de $1\text{--}4 \text{ nats.ind}^{-1}$ e é considerado um bom estimador da diversidade de espécies (DANTAS et al., 2010), o valor encontrado nesse estudo é considerado baixo. Em ambiente de caatinga, Guedes et al. (2012) verificaram valores superiores ($H' = 2,54 \text{ nats.ind}^{-1}$), enquanto Fernandes et al. (2014) encontraram $H' = 2,96 \text{ nats.ind}^{-1}$ em um remanescente no estado do Piauí. Lima e Coelho (2018), ao estudarem um trecho de caatinga no Ceará, apresentaram valor inferior ($H' = 1,59 \text{ nats.ind}^{-1}$) ao do presente estudo. Dantas et al. (2010) apresentaram valor ainda menor ($1,33 \text{ nats.ind}^{-1}$) ao estudarem a vegetação de um remanescente no município de Pombal-PB. No entanto, o valor apresentado nesse trabalho se aproxima do apresentado por Sabino et al. (2016) que, ao estudarem dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba (A e B), verificaram $1,92 \text{ nats.ind}^{-1}$ para A e $1,76 \text{ nats.ind}^{-1}$ para B.

O índice de dominância de Simpson é estimado de 0 a 1 e para valores mais próximos de 1 há indicação de maior diversidade e constata a probabilidade de dois indivíduos selecionados ao acaso na amostra serem da mesma espécie.

Nesse estudo, o valor quantificado ficou abaixo dos verificados na maioria das pesquisas na Caatinga (BATISTA et al., 2019; SOUZA, 2015) com valores de 0,54 e 0,83, respectivamente. Esse fato pode ser explicado pela intensa exploração das madeiras de interesse na região estudada.

Já o valor do índice de equabilidade de Pielou ficou abaixo do verificado por Santana et al. (2021) ao avaliarem um fragmento de caatinga no Rio Grande do Norte ($J' = 0,80$), mas foi aproximado ao quantificado por Cabral et al. (2014) no município de Santa Terezinha-PB ($J' = 0,67$).

Com relação às classes diamétricas, apesar do número bem maior de indivíduos na segunda classe de altura (651), verificou-se que a diferença de área basal foi pequena quando comparada à terceira classe que, por sua vez, contemplou apenas 187 indivíduos. Isso se explica pelo fato de os indivíduos com áreas seccionais maiores contribuírem de forma mais significativa para uma maior área basal. A área basal total calculada para a área foi de $4,17 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.

5. CONCLUSÕES

Quando comparado a outros remanescentes florestais pesquisados no bioma Caatinga, os valores obtidos nesse estudo expressam diversidade baixa de espécies.

A riqueza de espécies pertencentes à família Fabaceae e Euphorbiaceae ratifica a dominância dessas nos ambientes semiáridos estudados por outros autores.

Cordia glazioviana, *Combretum leprosum*, *Cenostigma pyramidale*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora* foram as espécies que obtiveram os maiores índices de valor de importância na área do estudo sendo, portanto, opção para fins de programas de recuperação de áreas degradadas e projetos agroflorestais nas regiões circunvizinhas.

6. REFERÊNCIAS

- BATISTA, F. G.; OLIVEIRA, B. T.; ALMEIDA, M. E. A.; BRITO, M. S.; MELO, R. R.; ALVES, A. R. Florística e fitossociologia em um remanescente florestal de caatinga no município de Caicó-RN, Brasil. **Desafios**, v. 6, n. 3, p. 118-128, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20873/uftv6-7469>
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>. Acesso em: 02 jul. 2021.
- CABRAL G. A. L. **Fitossociologia em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, Santa Terezinha-PB**. 38p. Dissertação [Mestrado em Biologia Vegetal] - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- CHASE, M. W.; CHRISTENHUSZ, M. J. M.; FAY M. F.; BYNG, J. W.; JUDD, W. S.; SOLTIS, D. E.; MABBERLEY, D. J.; SENNIKOV, A. N.; SOLTIS, P. S.; STEVENS, P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: **APG IV, Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1111/boj.12385>
- COMITÊ TÉCNICO CIENTÍFICO DA REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. **Rede de manejo florestal da Caatinga: protocolo de medições de parcelas permanentes**. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2005. 21p.
- 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 de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 1, p. 134-142, 2010.
- FERNANDES, M. M.; OLIVEIRA, T. M.; FERNANDES, M. R. M.; CASTRO, V. C.; ALVES, A. R. Aspectos biológicos e espécies potenciais para restauração ecológica de áreas em desertificação no Sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 6-13, 2014.
- FERRAZ, J. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA J. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no município de Floresta,

- Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 1055-1064, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000600010>
- GUEDES, R. da 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.
- GUIMARÃES, F. J. P.; FERREIRA, R. L.; MARANGON, L. C.; SILVA, J. A.; APARÍCIO, P. D. S.; ALVES JÚNIOR, F. T. Estrutura de um fragmento florestal no Engenho Humaitá, Catende, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 940-947, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000700017>
- HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga**, v. 28, p. 142-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n416rc>
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Território**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <https://brasilensintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 16. jun. 2021
- IDEMA_Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município - Caraúbas-RN**. Natal-RN, 2008.
- KERBER, P. R.; STANGERLIN, D. M.; PARIZ, E.; MELO, R. R.; SOUZA, A. P.; CALEGARI, L. Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering. **Nativa**, v. 4, n. 5, p. 303-307, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v04n05a06>
- LEITÃO, A. C.; VASCONCELOS, W. A.; CAVALCANTE, A. M. B.; TINOCO, L. B. M.; FRAGA, V. S. Florística e estrutura de um ambiente transicional Caatinga – Mata Atlântica. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 200-210, 2014.
- LEMOS, J. R.; MEGURO, M. Estudo fitossociológico de uma área de Caatinga na Estação Ecológica (ESEC) de Aiuaíba, Ceará, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 2, p. 39-50, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n2p39>
- LIMA, B. G. de; COELHO, M. de F. B. Fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 809-819, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832095>
- LIMA, J. R.; SILVA, R. G. D.; TOMÉ, M. P.; SOUSA, E. P. D.; QUEIROZ, R. T.; BRANCO, M. S. D.; MORO, M. F. Fitossociologia dos componentes lenhoso e herbáceo em uma área de caatinga no Cariri Paraibano, PB, Brasil. **Hoehnea**, v. 46, n. 3, e792018, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-79/2018>
- MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2 ed. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora, 2010. 413p.
- MOREIRA, A. R. P.; MARACAJA, P. B.; GUERRA, A. M. N. N.; SIZENANDO FILHO, F. A.; PEREIRA, T. F. C. Composição florística e análise fitossociológica arbustivo-arbóreo no município de Caraúbas, RN. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 2, n. 1, p. 113-126, 2007.
- PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, n. 1, p. 73-87, 2012.
- RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000200004>
- SABINO, F. G. da S.; CUNHA, M. do 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017315>

- SANTANA, J. A.; ZACCHARIAS, A. F. S.; SILVA, A. B.; FREIRE, A. D. S. M.; ZACCHARIAS, E. G. Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i1.1824>
- SANTOS, W. de S.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; de MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R. Estudo fitossociológico em fragmento de caatinga em dois estágios de conservação, Patos, Paraíba. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 305-321, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v13i4.927>
- SOUZA, B. I. de; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. de. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015. <https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0009>
- SOUZA, M. P.; COUTINHO, J. M. D. C. P.; SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 210-217, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4588>
- SOUZA, M. R.; FERREIRA, M. B.; SOUSA, G. G.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 329-335, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9136>
- TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 25-29, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21800/2317-66602018000400009>
- VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (eds.). **Ecorregiões. Proposta para o Bioma Caatinga**. Recife: APNE/ICANC do Brasil, 2002. 76p.
- ZAKIA, M. J. B.; PEREYIN, F. G.; RIEGELHAUPT, E. **Equações de Peso e volume para oito espécies lenhosas nativas do Seridó-RN**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Natal (Brasil), 1990. 4p.

**CAPÍTULO II - ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE
CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE**

ANÁLISE DA REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar a regeneração natural de um fragmento florestal no município de Caraúbas, Rio Grande do Norte. Para a amostragem da regeneração natural, foi plotada uma subparcela em uma das extremidades laterais de cada parcela utilizada no inventário florestal, nas dimensões (1,0 x 20,0 m), em que todos indivíduos vivos com altura $\geq 0,5$ e (CAP) < 6 cm foram mensurados e elencados em três classes de altura (C1, C2 e C3). Quanto aos resultados da regeneração natural, foram avaliados 75 indivíduos distribuídos em 11 espécies, em 9 gêneros, pertencentes a 5 famílias botânicas, com maior representatividade das espécies *Croton sonderianus*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Mimosa tenuiflora*. A classe C1 concentrou o maior número de indivíduos e o índice de diversidade de Shannon (H') foi de 2,04 nats ind⁻¹. A regeneração natural da área possui uma diversidade florística dentro dos padrões para as regiões, visto que as espécies amostradas não são muito diferentes se comparadas às das áreas similares pesquisadas por outros autores.

Palavras-chave: Diversidade, Fitossociologia, floresta seca.

ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN A CAATINGA AREA IN THE DRYLANDS OF RIO GRANDE DO NORTE

Abstract

The objective of this work was to evaluate the natural regeneration of a forest fragment in the town of Caraúbas, Rio Grande do Norte. In order to analyze the natural regeneration of the samples, a subdivision was plotted at one of the side borders of each lot used in the forest inventory, in the dimensions of 1.0 x 20.0 m, where all living individuals with height ≥ 0.5 m and (CBH) < 6 cm were measured and listed in three height classes (C1, C2 and C3). As for the results of natural regeneration, 75 individuals were evaluated, distributed in 11 species, in 9 genera, belonging to 5 botanical families, with greater representation of the species *Croton sonderianus*, *Mimosa ophthalmocentra* and *Mimosa tenuiflora*. The C1 class concentrated the largest amount of individuals and the Shannon diversity index (H') was 2.04 nats.ind⁻¹. The natural regeneration of the area has a floristic diversity within the standards of that region, as the sampled species do not differ much from the ones compared to similar areas surveyed by other authors.

Keywords: Diversity, Phytosociology, Dry Forest.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga abrange aproximadamente metade da Região Nordeste do Brasil, ocupando uma área superficial de cerca de 844.453 km², sendo a região semiárida mais povoada do planeta. Vale destacar que cerca da metade da diversidade biológica dos ecossistemas da área de domínio do bioma já foi impactada diretamente pelas atividades antrópicas (MMA, 2012). A caatinga está em sua totalidade inserida no território brasileiro e cobre partes de oito dos nove estados nordestinos e também uma porção do norte do estado de Minas Gerais, representando 11% do território nacional (IBGE, 2014).

Entre as características do bioma pode ser destacada a presença de vegetação xerófila com elevada variação de fitofisionomias e alto índice de espécies que só ocorrem em seus domínios. A vegetação é composta de herbáceas, árvores e arbustos, dotados mecanismos naturais como espinhos e folhas caducifólias, adaptados ao clima seco e quente e às oscilações pluviométricas (VELLOSO *et al.*, 2002).

A sobrevivência da caatinga depende de seu grau de resiliência e também da mudança das práticas ambientalmente insustentáveis, refletidas na exploração não manejada dos recursos madeireiros, dos incêndios e queimadas, das atividades agropecuárias indiscriminadas, que, ao longo de séculos, provocaram profundos impactos à flora, fauna e aos solos da região semiárida brasileira, fatores que originaram áreas suscetíveis à desertificação (TABARELLI *et al.*, 2018).

Diante disso, obtenção de informações sobre a estrutura da vegetação e da composição florística do estrato regenerante é essencial à compreensão dos processos ligados à regeneração e à sucessão ecológica, bem como da dinâmica na comunidade. Estudos sobre esse tema têm balizado programas de recuperação de áreas degradadas, de conservação dos ecossistemas e ordenado o manejo florestal sustentável (MAIA, 2010; HOLANDA *et al.*, 2015).

Essas informações são geradas por meio de estudos de florística, que possibilitam a identificação e compreensão das relações entre as espécies de um determinado local. Ferramentas como os índices de Shannon-Weaver, Simpson e de equabilidade de Pielou permitem avaliar e fazer uma análise da diversificação das comunidades florestais (LEITÃO, 2014).

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a regeneração natural de um fragmento florestal no município de Caraúbas, Rio Grande do Norte.

2. METODOLOGIA

2.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi realizado numa propriedade de aproximadamente 520 ha, inserida no município de Caraúbas-RN, sob as coordenadas geográficas X: 669994,08 e Y: 9381651,06 e altitude de 115 m (Figura 5). Foi selecionada e utilizada uma porção de 53,0 ha como área objeto desse estudo.

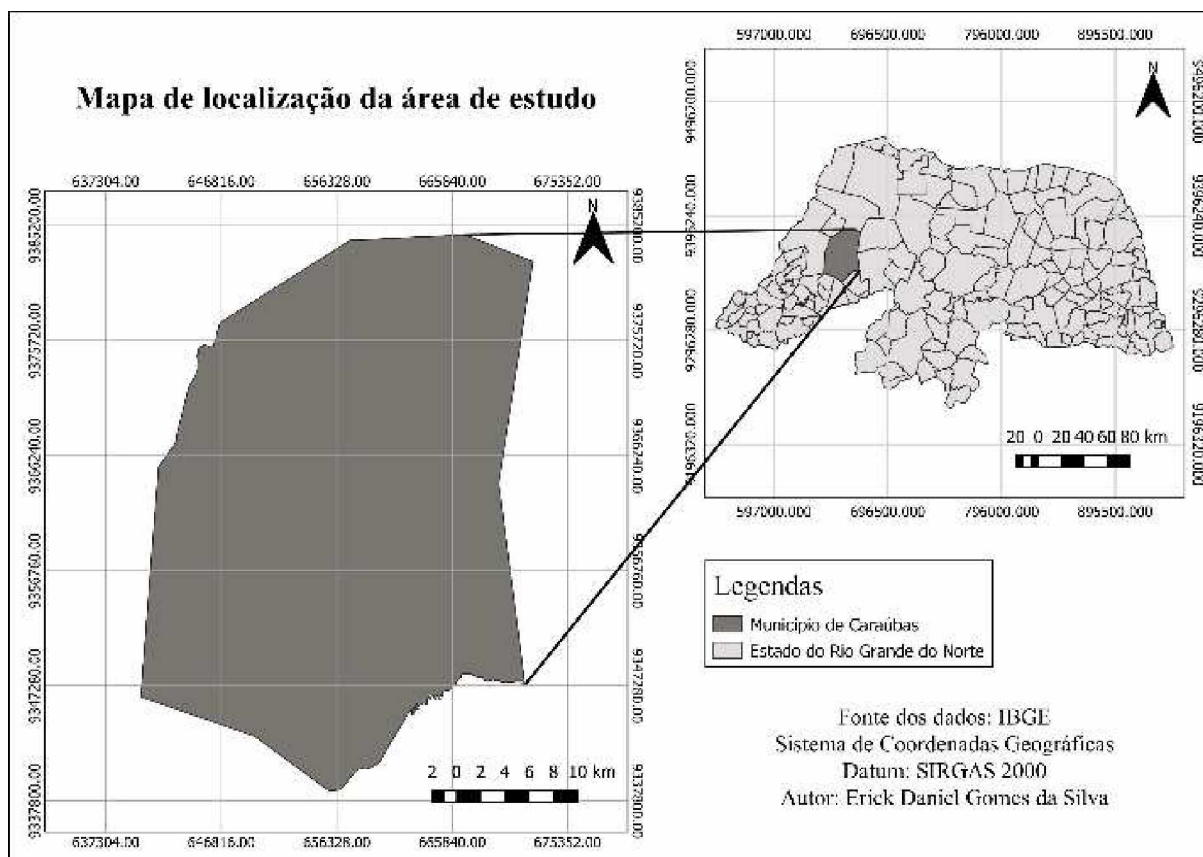


Figura 5. Localização do município de Caraúbas, Rio Grande do Norte, Brasil.

O clima predominante na região, de acordo com o sistema internacional de classificação de Koppen, é semiárido do tipo Bsw^h, seco, muito quente, com a estação chuvosa concentrada nos meses de março e abril e a estação seca prevalecendo nos demais meses do ano. As chuvas apresentam irregularidades na sua distribuição e a média anual de precipitação é de 710,9 mm. A temperatura média anual é em torno de 27,7°C e a umidade relativa do ar é de 70% (IDEMA, 2008).

A vegetação que predomina na região é a caatinga hiperxerófila, caracterizada pela presença de espécies decíduas e dotadas de mecanismos de adaptações à escassez hídrica, como presença de espinhos e folhas pequenas, raízes com potencial de armazenamento de água e porte mais baixo dos indivíduos (MOREIRA et al., 2007).

2.2 Levantamento e análise da vegetação

Foi realizado inventário florestal, no qual foram alocadas 12 unidades amostrais de 20 x 20 m (400 m²), dispostas de forma inteiramente aleatória, de acordo com o protocolo da Rede de Manejo Florestal da Caatinga – RMFC (Comitê RMFC, 2005). A área total amostrada foi de 4800 m² e foi utilizada a curva coletora como metodologia de estabilização do número suficiente de unidades amostrais.

Todos os indivíduos constantes nas unidades amostrais, com circunferência à altura do peito (CAP) ≥ 6 cm, foram mensurados. As tomadas de medidas de CAP foram realizadas com o auxílio de fita métrica graduada em centímetro e as alturas totais (Ht) foram tomadas por meio de régua de extensão telescópica graduada em centímetro. O volume lenhoso foi calculado utilizando o fator de forma de 0,9 (ZAKIA *et al.*, 1990).

O reconhecimento das espécies amostradas foi realizado em campo, com o auxílio de um mateiro local para a identificação a nível regional. Também foi coletado material botânico das espécies que se encontravam na fase reprodutiva para ser analisado e confirmadas por especialistas. Foi realizada a confecção de exsicatas para tombamento no Herbário Dárdano de Andrade Lima, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, utilizando a classificação das espécies APG IV (CHASE *et al.*, 2016). A identificação das espécies quanto ao hábito foi realizada por levantamento bibliográfico.

Para o cálculo dos parâmetros fitossociológicos, utilizou-se uma planilha eletrônica, e a diversidade florística das espécies foi obtida por meio dos índices de Shannon-Weaver ($H' - 1$), de dominância de Simpson ($C - 2$) e de equabilidade de Pielou ($J' - 3$), calculados pelas seguintes fórmulas:

$$(H') = \frac{N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^s n_i}{N} \quad (04)$$

$$(S') = \frac{\sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}{s} \quad (05)$$

$$(J') = \left(\frac{H'}{H_{\max}} \right) \quad (06)$$

em que: S = total de espécies avaliadas; N = número total dos indivíduos amostrados; n_i = número de indivíduos amostrados para a i-énésima espécie; $\ln$ = logaritmo na base neperiana (e); $H_{\max} = \ln$ de (S) = ao número total de espécies avaliadas.

Com os dados coletados, foram gerados gráficos de distribuições diamétricas, com intervalos de classes de 3 cm, e de distribuições hipsométricas, com intervalos de classes de 3 m.

A regeneração natural foi amostrada em subparcelas de 1 m x 20 m, localizadas no interior das parcelas de 20 x 20 m, margeando uma das laterais. Para a medição, foram considerados todos os indivíduos $\geq 0,5$ m de altura e com circunferência à altura do peito $< 6,0$ cm. Para a análise da amostragem os indivíduos, foram agrupados empiricamente em três classes de altura C1 = (H) $\geq 0,5$ até 1,5 m; C2 = (H) $> 1,5$ até 2,5 m; C3 = (H) $> 2,5$ m.

As espécies foram todas reconhecidas no local a nível de nome popular por mateiro da região com habilidades práticas. Foram montadas exsicatas em campo para apresentação a um especialista botânico e comparação com material herborizado, lotado no Herbário Dárdano de Andrade Lima, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Foi gerada lista florística no padrão de organização do sistema de classificação do Angiosperm Phylogeny Group IV (APG IV, 2016). A atualização da nomenclatura taxonômica foi realizada de acordo com o site www.floradobrasil.jbrj.gov.br, além de consultas a bibliografias especializadas.

Os dados coletados em campo foram transcritos e depois processados em planilha eletrônica para análise e interpretação dos resultados dos parâmetros fitossociológicos.

2.3 Diversidade florística do componente regenerante

A diversidade florística foi calculada utilizando-se o índice de diversidade de Shannon (H').

$$H = \sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N} \quad (07)$$

Em que: H = índice de Shannon; S = número de espécies amostradas; ln= logaritmo na base de n; ni = número de indivíduos da espécie i; N = número total de indivíduos amostrados.

2.4 Estrutura horizontal da regeneração natural

Os parâmetros da regeneração natural foram estimados pelas fórmulas a seguir:

$$DA_{ij} = \frac{n_{ij}}{A} \quad (08)$$

Onde DA_{ij} = Densidade absoluta para a i-ésima espécie, na j-ésima classe da regeneração natural; ni j = Número de indivíduos da i-ésima espécie na j-ésima classe da

regeneração natural; n_j = Número de classes da regeneração natural; A = Área amostrada, em hectare.

$$DR_{ij} = \frac{DA_{ij}}{\Sigma(DA_{ij})} \quad (09)$$

Onde DR_{ij} = Densidade relativa para a i -ésima espécie, na j -ésima classe da regeneração natural.

$$FA_{ij} = \frac{U_{ij}}{U_t} \quad (10)$$

Onde FA_{ij} = Frequência absoluta da i -ésima espécie na j -ésima classe da regeneração (%); U_{ij} = Número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie está presente, na j -ésima classe da regeneração natural; U_t = Número total de unidades amostrais;

$$FR_{ij} = \frac{FA_{ij}}{\Sigma(FA_{ij})} * 100 \quad (11)$$

Onde FR_{ij} = Frequência relativa da i -ésima espécie na j -ésima classe da regeneração natural (%); n_j = Número de classes de altura da regeneração natural; i = i -ésima espécie amostrada; j = Classes de altura.

$$RNC_{ij} = \frac{(DR_{ij} + FR_{ij})}{2} \quad (12)$$

Onde RNC_{ij} = Estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie, na j -ésima classe de altura da regeneração natural, em percentagem; DR_{ij} = Densidade relativa, em percentagem, para a i -ésima espécie, na j -ésima classe de altura da regeneração natural; FR_{ij} = Frequência relativa em percentagem, da i -ésima espécie, na j -ésima classe de altura da regeneração natural.

$$RNT_i = \frac{RNC_{ij}}{3} \quad (13)$$

Onde RNT_i = estimativa da regeneração natural total da i -ésima espécie; RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura de planta.

2.5 Suficiência amostral

A suficiência amostral foi determinada por meio de ajustes de curvas pelo REGRELRP, do Sistema para Análise Estatística e Genética (SAEG), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa - UFV, de acordo com o procedimento adotado por Ferreira e Vale (1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Suficiência amostral da regeneração natural

A curva coletora de suficiência amostral na Regeneração Natural foi estabilizada na 6ª parcela da amostragem, na soma de 120 m², no estágio em que cerca de 70,58 % das espécies já tinham sido amostradas (Figura 6). Pode-se dizer que a amostragem foi representativa, observando-se que a área mínima para caracterizar a área foi superada.

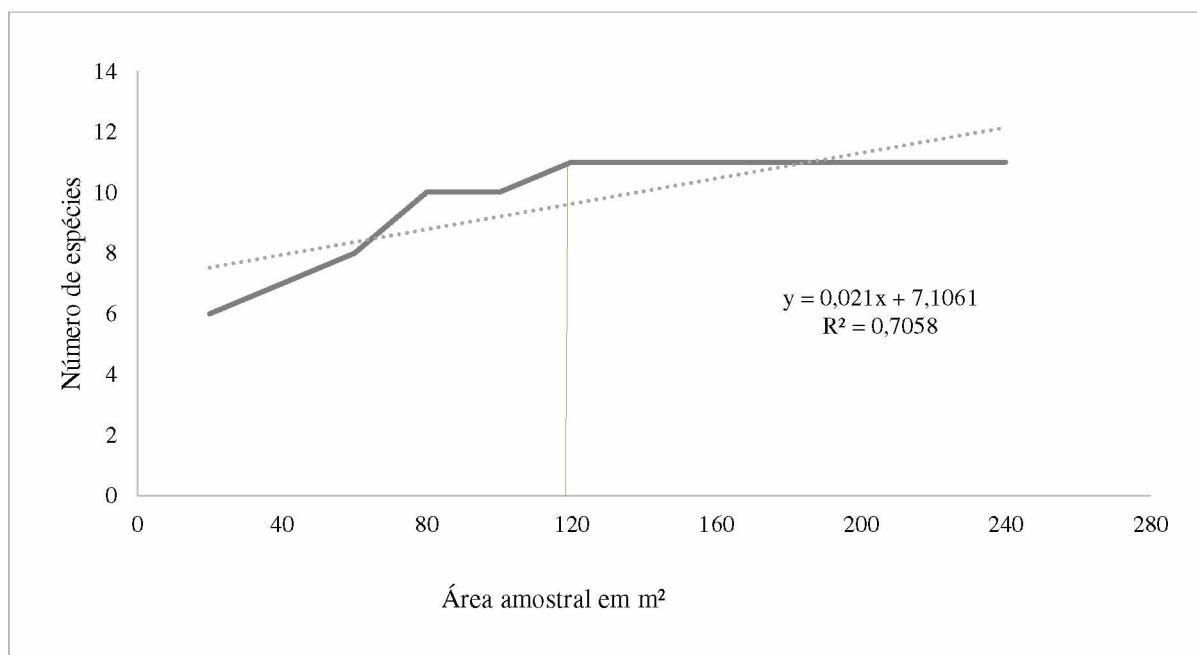


Figura 6. Representação gráfica da suficiência amostral do componente arbustivo/arbóreo regenerante em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

A curva coletora permite diagnosticar as espécies florestais componentes de uma determinada comunidade, por meio de um número necessário de amostras, levando em conta que as parcelas devem ser analisadas na sua ordem de coleta de campo (ENCINAS *et al.*, 2009)

A estabilização das curvas coletoras para os estratos adultos e regenerantes em ambiente de caatinga têm ocorrido, geralmente, nas primeiras parcelas avaliadas. Isso quer dizer que não são necessárias grandes áreas amostradas para se atingir a suficiência amostral (MEDEIROS *et al.*, 2018; FREITAS, 2020; SOUZA *et al.*, 2020;). Isso pode ser explicado pela homogeneidade da vegetação, ocasionada em grande parte pelas atividades antrópicas (BOTREL e CORDEIRO, 2021).

3.2 Análise florística da regeneração natural

No levantamento florístico do componente regenerante, foram amostrados 75 indivíduos (que correspondem a aproximadamente 3125 ind.ha⁻¹), que contemplaram 11 espécies, em 9 gêneros e 5 famílias botânicas.

As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram Fabaceae com 3 espécies e Euphorbiaceae com 2 espécies (Tabela 3). Quanto ao número de indivíduos, as espécies que tiveram maior participação foram *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora* e *Jatropha mollissima*, com (21; 12; 11 e 9 indivíduos, respectivamente), representando 70,66% dos indivíduos avaliados.

Tabela 3. Lista de famílias, espécies e número de indivíduos por espécie, em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Família/Espécie	Nome popular	Adulto	Regeneração	Nº Ind
Anacardiaceae				
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão	Aroeira	X	-	-
Apocynaceae				
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc	Pereiro	X	X	1
Boraginaceae				
<i>Cordia glazioviana</i> (Allemão) Taub.)	Pau branco	X	X	3
Burseraceae				
<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	Umburana	X	-	-
Cochlospermaceae				
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng	Pacotê	X	-	-
Combretaceae				
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Mufumbo	X	X	6
Euphorbiaceae				
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	X	X	21
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Bail.	Pinhão bravo	X	X	9
<i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & Hoffman	Maniçoba	X	-	-
Fabaceae				
<i>Amburana cearenses</i> Allemão	Cumarú	X	-	-
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Angico	X	X	1
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Mororó	X	X	1
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Catingueira	X	X	6
<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> Benth	Sabiá	X	X	4
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	Jurema preta	X	X	11
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth	Jurema de embira	X	X	12
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) LP	Jucá	X	-	-
Queiroz				
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke	Jurema branca	X	-	-
Nyctaginaceae				
<i>Guapira laxa</i> (Netto)	João mole	X	-	-

As famílias botânicas Fabaceae e Euphorbiaceae apresentaram o maior número de espécies amostradas, corroborando com os resultados observados na maioria dos estudos na caatinga (ANDRADE *et al.*, 2007).

A estimativa de 3125 ind.ha⁻¹ foi superior aos resultados verificados por Alves Junior *et al.* (2013) que estudaram a regeneração natural de uma área de caatinga no sertão pernambucano e estimaram (2080 ind.ha⁻¹) e, inferior aos valores apresentados por Freitas

(2020) ao pesquisar sobre o estrato regenerante em uma unidade de conservação no Seridó potiguar, estimando 7075 ind.ha⁻¹. Os valores mais altos do número de indivíduos por hectare podem estar relacionados ao estado de conservação das espécies do estrato adulto, a ausência de exploração desordenada, bem como também à capacidade de regeneração de determinadas espécies (BOTREL e CORDEIRO, 2021).

Na regeneração natural, houve redução no número de espécies quando comparada ao componente adulto, totalizando 8 espécies ausentes, como pode ser verificado na Tabela 4. Não foi verificada nenhuma espécie nova nesse levantamento da regeneração natural.

3.3 Diversidade florística da regeneração natural

O índice de diversidade de Shannon (H') calculado para a regeneração natural foi de 2,04 nats.ind⁻¹, ficando acima do valor calculado para o componente arbustivo-arbóreo adulto (1,83 nats.ind⁻¹).

O valor calculado pode ser considerado relativamente alto quando comparado a outros trabalhos observados na literatura, que obtiveram variação de 0,84 a 1,91 nats.ind⁻¹, como os levantados por (ALVES *et al.*, 2010; HOLANDA, 2012; ALVES-JUNIOR *et al.*, 2013; BEZERRA, 2017).

3.4 Estrutura horizontal e vertical da regeneração natural

Das 11 espécies amostradas, apenas *Cenostigma pyramidale*, *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora* e *Jatropha mollissima* constam nas três classes de altura. Sendo assim, essas espécies desempenham um papel significativo na regeneração natural da comunidade, uma vez que isso aponta o sucesso delas em se estabelecerem no estrato adulto (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas da regeneração natural amostrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Espécie	DR1	FR1	RNC1	DR2	FR2	RNC2	DR3	FR3	RNC3
Angico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,70	6,70	6,70
Catingueira	2,90	3,80	3,40	8,00	10,0	9,00	20,0	20,0	20,0
Jurema Embira	17,1	15,4	16,3	12,0	15,0	13,5	20,0	20,0	20,0
Jurema Preta	11,4	11,5	11,5	20,0	25,0	22,5	13,3	13,3	13,3
Marmeleiro	31,4	23,1	27,3	32,0	25,0	28,5	13,3	13,3	13,3
Mororó	2,90	3,80	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mufumbo	11,4	15,4	13,4	8,00	10,0	9,00	0,00	0,00	0,00
Pau Branco	0,00	0,00	0,00	8,00	10,0	9,00	6,70	6,70	6,70
Pereiro	2,90	3,80	3,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pinhão bravo	11,4	11,5	11,5	12,0	5,00	8,50	13,3	13,3	13,3
Sabiá	8,60	11,5	10,1	0,00	0,00	0,00	6,70	6,70	6,70

Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Em que: FR (%) = Frequência relativa por classes de altura; DR (%) = Densidade relativa por classes de altura e RNC (%) = Regeneração natural por classes de altura.

O menor número de espécies observado na regeneração natural pode ser explicado pela capacidade regenerante de algumas espécies sofrerem limitações ambientais, além de existir na área a pressão antrópica sobre determinadas espécies do estrato adulto e a herbivoria de espécies regenerantes por caprinos. Cabe ressaltar que, aliado a isso, existe a morosidade do processo de regeneração do semiárido nordestino em função de muitas sementes germinarem e gerarem plântulas que acabam não se desenvolvendo pela irregularidade das chuvas (PADILLA; PUGNARE, 2004).

A classe RNC1 apresentou uma densidade absoluta por classe de 1459 ind.ha⁻¹ e nela, 9 das 11 espécies amostradas constaram. As espécies *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra* e *Combretum leprosum* apresentaram os maiores resultados de frequência e densidades, absoluta e relativa, estando presentes em 66,66%, 33,33% e 33,33% das parcelas, com FR1 de 23,1%, 15,4 e 15,4 (respectivamente).

A RNC2 apresentou densidade absoluta inferior a RNC1, com densidade total de 1.041 ind.ha⁻¹, em que estiveram presentes 7 espécies e as três com maior frequência absoluta e relativa foram *Croton blanchetianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Mimosa ophthalmocentra*, estando presentes em 41,67%, 41,67% e 25% das parcelas, e FR2 de 25,0%, 25,0%, e 15,0%, respectivamente, em relação às demais espécies dessa classe.

A RNC3 apresentou um resultado de densidade absoluta total de 625 ind.ha⁻¹, inferior às demais classes e concentrou oito espécies, sendo que *Cenostigma pyramidale* e *Mimosa ophthalmocentra* foram as que se destacaram, apresentando resultados de frequência e dominância, absoluta e relativa iguais (20%) e estiveram presentes em 33,33% e 25,0% das parcelas, respectivamente.

O decréscimo no número de indivíduos observado das classes de menor porte para as de maior porte foi verificado por uma série de trabalhos na caatinga (ALVES *et al.*, 2010; HOLANDA, 2012; FREITAS, 2020). Esse aspecto pode estar associado ao fato de algumas espécies possuírem maiores restrições de crescimento e desenvolvimento até chegarem a seu estágio adulto, o que pode ocasionar a redução na quantidade de indivíduos estabelecidos podendo contribuir para que futuramente determinadas espécies possam deixar de ocorrer na comunidade.

Ao analisar os dados dos indivíduos avaliados na regeneração natural em conjunto, considerando-se as três classes de altura, observa-se a regeneração total e a contribuição por

espécie nesse processo. Das 11 espécies inventariadas na regeneração, podem-se destacar 6 com resultados mais significativos, sendo elas *Croton blanchetianus*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Mimosa tenuiflora*, *Combretum leprosum*, *Jatropha mollissima* e *Cenostigma pyramidale*, estando elas responsáveis por 23,57%, 16,51%, 13,72%, 10,38%, 10,26% e 9,32% da RNT (Figura 7). Essas espécies estiveram presentes com o maior número de indivíduos na regeneração, demonstrando o potencial na sucessão ecológica. As demais espécies obtiveram valores que variaram de 1,73 a 5,86%.

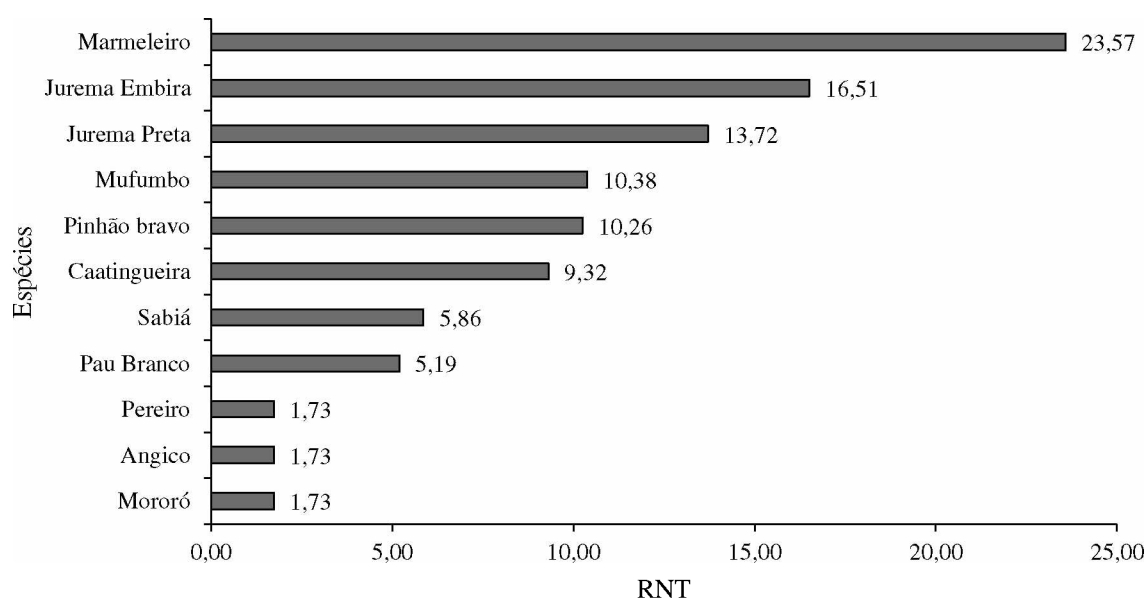


Figura 7. Regeneração natural total em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Sobre as famílias botânicas que foram melhor representadas, a Euphorbiaceae, representada por *Croton blanchetianus*, possui espécies adaptadas às intempéries semiáridas do Nordeste como a escassez hídrica e os solos pouco profundos (OLIVEIRA, 2013).

Com relação à distribuição vertical foram mensurados 75 indivíduos com altura máxima, média e mínima de 1,90 m, 0,70 m e 0,5 m respectivamente, distribuídos de forma que 46,67% se concentraram no estrato inferior (C1), 33,33% no estrato intermediário (C2) e 20,0% no estrato superior (Figura 8).

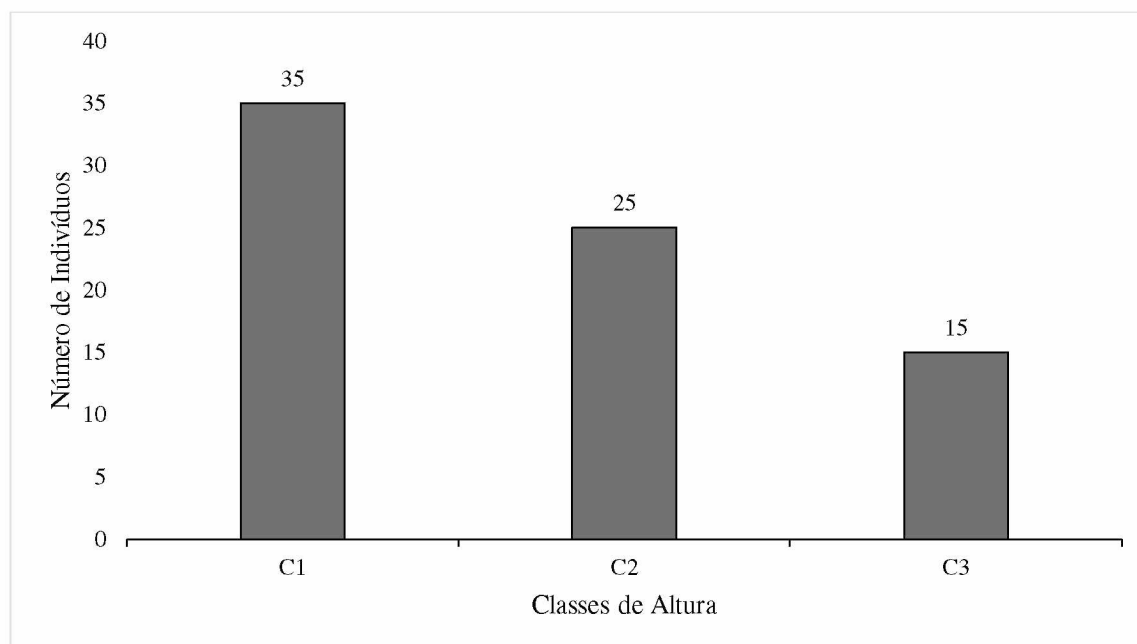


Figura 8. Número de indivíduos regenerantes por classe de altura amostrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Com relação à distribuição vertical, os resultados apresentados podem estar ligados aos processos naturais de sucessão, uma vez que a menor parte dos indivíduos estão ascendendo às classes de maior porte. Isso significa que poderá existir desequilíbrio na manutenção das espécies em um futuro próximo. Outros fatores também podem contribuir como os prolongados períodos de estiagem e competitividade entre espécies (FERREIRA *et al.*, 2010).

4. CONCLUSÕES

Quando comparados a outros remanescentes florestais pesquisados no Bioma Caatinga, os valores obtidos nesse estudo expressam diversidade baixa de espécies.

As maiores riquezas de espécies na família Fabaceae e Euphorbiaceae ratificam a dominância dessas nos ambientes semiáridos estudados por outros autores.

A regeneração natural da área possui uma diversidade florística dentro dos padrões para as regiões, visto que as espécies amostradas não são muito diferentes se comparadas às das áreas similares pesquisadas por outros autores.

Através das informações levantadas nessa pesquisa, puderam-se identificar as espécies mais comuns e mais raras no remanescente florestal e será possível embasar futuros projetos restauração florestal de áreas degradadas e orientar o manejo florestal nas áreas circunvizinhas.

REFERÊNCIAS

- ALVES-JÚNIOR, F. T.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARAGON, L. C.; CESPEDES, G. H. G. Regeneração natural de uma área de caatinga no sertão pernambucano, Nordeste do Brasil. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 2, p. 229-235. jun. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000200006>
- ALVES, L. S.; HOLANDA, A. C.; WANDERLEY, J. A. C.; SOUSA, J. S. Regeneração Natural em uma área de Caatinga situada no Município de Pombal-PB-Brasil. **Revista Verde**, Mossoró, v. 5, n. 2, p. 152-168, 2010.
- ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M. L.; FELIX, L. P. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 135-142, 2007.
- BATISTA, F. G.; OLIVEIRA, B. T.; ALMEIDA, M. E. A.; BRITO, M. S.; MELO, R. R.; ALVES, A. R. Florística e fitossociologia em um remanescente florestal de caatinga no município de Caicó-RN, Brasil. **Desafios**, v. 6, n. 3, p. 118-128, 2019. DOI: <https://doi.org/10.20873/uftv6-7469>.
- BEZERRA, R. M. **Fitossociologia do Estrato Adulto e Regenerante na Floresta Nacional de Assú-RN**. 2017. 39 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- BOTREL, R. T.; CORDEIRO, M. C. Influência da Macambira na regeneração natural de espécies arbóreas em trechos de caatinga antropizada. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 1, p. 760-771, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n1-063>
- BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente - MMA**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biomas/caatinga.html>. Acesso em: 02 maio. 2022.
- CABRAL G. A. L. **Fitossociologia em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, Santa Terezinha-PB**. 2014. 38p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.
- 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**, v. 5, n. 1, p. 134-142, 2010.
- IMAÑA-ENCINAS, J.; SANTANA, O. A.; PAULA, J. E.; IMAÑA, C. R. Equações de volume de madeira para o cerrado de Planaltina de Goiás. **Floresta**, v. 39, n. 1, p. 107-116, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v39i1.13731>
- FERNANDES, M. M.; OLIVEIRA, T. M.; FERNANDES, M. R. M.; CASTRO, V. C.; ALVES, A. R. Aspectos biológicos e espécies potenciais para restauração ecológica de áreas em desertificação no Sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde**, v. 9, n. 2, p. 6-13, 2014.
- FERRAZ, J. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA J. A.; MEUNIER, I. M. J.; SANTOS, M. V. F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da vegetação em duas áreas de caatinga, no

município de Floresta, Pernambuco. **Revista Árvore**, v. 38, n. 6, p. 1055-1064, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000600010>.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; & FERREIRA, D. F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v. 34, p. 651-660, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622010000400009>

FREITAS, C. B. A. **Fitossociologia do componente arbustivo arbóreo adulto e juvenil na RPPN Stoessel de Brito Jucurutu-RN**. 2020. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2020.

GUEDES, R. da S.; ZANELLA, F. C. V., COSTA-JÚNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.

GUIMARÃES, F. J. P.; FERREIRA, R. L.; MARANGON, L. C.; SILVA, J. A.; APARÍCIO, P. D. S.; ALVES JÚNIOR, F. T. Estrutura de um fragmento florestal no Engenho Humaitá, Catende, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 940-947, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000700017>.

HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga**, v. 28, p. 142-150, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n416rc>.

HOLANDA, A. C. **Estrutura da comunidade arbustivo-arbórea e suas interações com o solo em uma área de caatinga**. 2012. 164 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Território**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 16. jun. 2021.

IDEMA_Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu Município – Caraúbas/RN**. Natal-RN, 2008.

LEITÃO, A. C.; VASCONCELOS, W. A.; CAVALCANTE, A. M. B; TINOCO, L. B. M.; FRAGA, V. S. Florística e estrutura de um ambiente transicional Caatinga – Mata Atlântica. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 200-210, 2014.

LE MOS, J. R.; MEGURO, M. Estudo fitossociológico de uma área de Caatinga na Estação Ecológica (ESEC) de Aiuaba, Ceará, Brasil. **Biotemas**, v. 28, n. 2, p. 39-50, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n2p39>.

LIMA, B. G.; COELHO, M. F. B. Fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, Ceará, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 809-819, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832095>

MAIA, G. N. **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: Printcolor

Gráfica e Editora, 2012, 413 p.

MEDEIROS, F. S.; SOUZA, M. P.; CERQUEIRA, C. L.; ALVES, A. R.; SOUZA, M. S.; BORGES, C. H. A. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâométrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 85-95, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.900>

MIRANDA, J. D.; PADILLA, F. M.; PUGNAIRE, F. I. Sucesión y restauración en ambientes semiáridos. **Ecosistemas**, v. 13, n. 1, p. 55-58, 2004.

MOREIRA, A. R. P.; MARACAJA, P. B.; GUERRA, A. M. N. N.; SIZENANDO FILHO, F. A.; PEREIRA, T. F. C. Composição florística e análise fitossociológica arbustivo-arbóreo no município de Caraúbas, RN. **Revista Verde**, v. 2, n. 1, p. 113-126, 2007. DOI:

OLIVEIRA, D. G. A família Euphorbiaceae Juss. em um fragmento de Caatinga em Sergipe. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 9, n. 4, p. 1-7, 2013.

PEREIRA-JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, v. 6, n. 1, p. 73-87, 2012. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2012.1188>

RMFC - Rede de Manejo Florestal da caatinga. **Protocolo de medições de parcelas permanentes**. Associação de Plantas do Nordeste, 2005.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000200004>

SABINO, F. G. da S.; CUNHA, M. do 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. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017315>

SANTANA, J. A.; ZACCHARIAS, A. F. S.; SILVA, A. B.; FREIRE, A. D. S. M.; ZACCHARIAS, E. G. Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 1-13, 2021. <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v11i1.1824>

SANTOS, W. de S.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; de MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R. Estudo fitossociológico em fragmento de caatinga em dois estágios de conservação, Patos, Paraíba. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 305-321, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v13i4.927>

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015. <https://doi.org/10.4215/RM2015.1401.0009>

SOUZA, M. P.; COUTINHO, J. M. D. C. P.; SILVA, L. S.; AMORIM, F. S.; ALVES, A. R. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 210-217, 2017. DOI: <https://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4588>

SOUZA, M. R.; FERREIRA, M. B.; SOUSA, G. G.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C. Caracterização florística e fitossociológica do componente lenhoso de um fragmento florestal de Caatinga em Serra do Mel, Rio Grande do Norte, Brasil. **Nativa**, v. 8, n. 3, p. 329-335, 2020. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.9136>

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga**: a maior região de floresta tropical seca da América do Sul. Springer, 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.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. (Ed.). Ecorregiões. Proposta para o Bioma Caatinga. Recife: APNE/ICANC do Brasil, 2002. 76p.

**CAPÍTULO III - BIOMASSA AÉREA E CARBONO EM UMA ÁREA DE
CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE**

BIOMASSA AÉREA E CARBONO EM UMA ÁREA DE CAATINGA NO SERTÃO DO RIO GRANDE DO NORTE

RESUMO

Objetivou-se nesse trabalho quantificar a biomassa aérea e estimar o estoque de carbono pelo método direto e indireto em espécies amostradas em uma área de caatinga no município de Caraúbas-RN. Para a seleção das espécies, foi realizado um inventário florestal, utilizando-se unidades amostrais de 400 m², nas quais todos os indivíduos com CAP $\geq$ 6 cm foram mensurados e, baseado nas informações levantadas, foram selecionadas 5 espécies para serem avaliadas pelo método destrutivo. Para isso, foram alocadas subparcelas de dimensões 10 x 10 m no interior das parcelas utilizadas no inventário florestal, e todos os indivíduos arbóreos foram abatidos e seccionados. Foram quantificados e pesados, individualmente, os componentes fuste, galhos e folhas. Foram coletadas amostras para determinação da massa seca de cada compartimento em laboratório para a estimativa da biomassa pelo método indireto. Para o ajuste das equações alométricas, foram utilizados os modelos matemáticos de Chapman-Richards, Schumacher-Hall e Naslund. Os valores médios de biomassa total e carbono por indivíduo arbóreo para as cinco espécies foram estimados em 14,86 e 5,5 (kg.arv⁻¹). A *Cordia glazioviana* apresentou a maior quantidade de massa seca total entre as cinco espécies 5,91 (t.ha⁻¹) e *Cenostigma pyramidale* os menores valores (0,62 t.ha⁻¹). O total de massa seca estimada na área foi de 585,65 toneladas e o carbono foi de 292,82 toneladas. A alocação de biomassa seguiu a ordem galhos > fuste > folhas. Em relação à estimativa da biomassa por equações alométricas, o DAP apresentou bons índices de R² para os modelos linear e de potência e o DAP e a correlação DAP/H apresentaram ótimos índices de R² ajustado para os modelos clássicos de Chapman-Richards, Schumacher-Hall e Naslund. A área apresentou característica de Savana Estépica Arborizada. Os modelos ajustados de Chapman-Richards, Schumacher-Hall e Naslund podem ser utilizados para estimar a biomassa das espécies avaliadas nesse estudo, já que o uso dessas equações para predição de biomassa objetiva facilitar a mensuração.

Palavras chave: Silvicultura, Manejo florestal, Equações alométricas.

ESTIMATED ABOVE-GROUND BIOMASS AND CARBON IN AN AREA OF CAATINGA IN THE SEMIARID OF RIO GRANDE DO NORTE

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify the aerial biomass in sampled species on a caatinga area in the town of Caraúbas, RN, as well as estimate their carbon stock by the direct and indirect methods. For the selection of the species, a forest inventory was carried out, using sample units of 400 m², in which all individuals with CBH $\geq$ 6 cm were measured and, based on the information gathered, 5 species were selected to be evaluated by the destructive method. Therefore, subdivisions measuring 10 x 10 m were allocated inside the lots used in the forest inventory, and all tree individuals were slaughtered and sectioned. The stem, branches and leaves components were individually quantified and weighed. Samples were collected to determine the dry mass of each compartment in the laboratory in order to estimate the biomass by the indirect method. To adjust the allometric equations, Chapman-Richards' as well as Schumacher-Hall's and Naslund's mathematical models were employed. The average values of total biomass and carbon per individual tree for the five species were estimated at 14.86 and 5.5 (kg.arv⁻¹). *Cordia glazioviana* showed the highest amount of total dry mass among the five species 5.91 (t.ha⁻¹), and *Cenostigma pyramidale* the lowest (0.62 t.ha⁻¹). The total estimated dry mass in the area was 585.65 tons and carbon was 292.82 tons. Biomass allocation followed the order branches > stem > leaves. Regarding the estimation of biomass by allometric equations, the DBH showed good R² indexes for the linear and power models; the DBH and the DBH/H correlation showed excellent adjusted R² indexes for the classic Chapman-Richards', Schumacher-Hall's and Naslund's models. The area presented characteristics of Wooded Steppe Savanna. The adjusted Chapman-Richards, Schumacher-Hall and Naslund models can be used to estimate the biomass of the species evaluated in this study, since the use of these equations for biomass prediction aims to facilitate the measurement.

Keywords: Silviculture, Forest management, Allometric equations.

1. INTRODUÇÃO

A Caatinga é uma formação florestal que abrange 844.453 km², o equivalente a pouco mais da metade da Região Nordeste do país e de aproximadamente 11% do território brasileiro (IBGE 2014). No Estado do Rio Grande do Norte, o Bioma corresponde a aproximadamente 95% do território estadual (IBGE, 2014). Ainda que possua incontestável relevância socioambiental e econômica, a Caatinga tem sido degradada por séculos de exploração, com maior intensidade nos últimos anos. As atividades agropecuárias, queimadas ilegais e o uso ilegal da lenha como energia, exercem imensurável pressão sobre a vegetação, fauna, recursos hídricos e solos (PAREYN, 2010; BRAND, 2017).

A gestão dos recursos florestais é primordial à continuidade dos serviços ecológicos, principalmente na Caatinga, considerada a região semiárida mais povoada do mundo (IBGE, 2017) e a menos ecologicamente protegida do Brasil (MMA, 2012; KILL; PORTO, 2019). Portanto, quantificar a biomassa possibilita obter conhecimento sobre a vegetação como sua contribuição para o estoque de carbono, suas utilidades e limitações de usos (CHATURVEDI; RAGHUBANSHI, 2013), além de possibilitar o armazenamento de informações indispensáveis ao licenciamento de quaisquer atividades de impacto sobre o bioma (LIMA *et al.*, 2016).

O processo de quantificação da biomassa da parte aérea de espécies florestais consiste na estimação da massa de vegetação acima do solo por técnicas diretas e indiretas. O método direto exige o abate do indivíduo arbóreo, seu seccionamento e a pesagem dos componentes *in loco*, acompanhado da coleta de amostras para posterior determinação dos valores de massa seca em procedimentos laboratoriais. O método indireto requer informações apenas das características diretamente mensuráveis (diâmetro de fuste, altura) para obtenção da volumetria e ajuste de modelos matemáticos (SOARES *et al.*, 2011; HIGA *et al.*, 2014).

Pesquisas sobre esse tema na região ainda são escassas, isoladas e superficiais. Todavia, o desenvolvimento de metodologias voltadas à obtenção precisa de informações e sua pronta disponibilização aos mais variados agentes interessados pode ser ferramenta muito útil na avaliação deste ecossistema florestal quanto à sua conversão de energia e ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono atmosférico, manutenção dos serviços ambientais, possibilitando soluções para o uso mais racional dos recursos (DRUMOND *et al.*, 2008; BEHLING *et al.*, 2014).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi quantificar a biomassa aérea e estimar o estoque de carbono pelo método direto e indireto em espécies amostradas em uma área de vegetação de caatinga, no município de Caraúbas, Rio Grande do Norte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em um remanescente de floresta nativa (Fazenda Jucá), classificada como caatinga arbórea-arbustiva, localizado na chapada do Apodi, no município de Caraúbas-RN, distante aproximadamente 311 km de Natal-RN, capital do Estado (Figura 9). A área florestal total da propriedade possui aproximadamente 500 hectares, licenciados junto ao órgão estadual competente (IDEMA) para supressão da vegetação com finalidades agrícolas, dos quais aqui foi utilizada uma fração de 53,0 ha para realização do presente estudo.

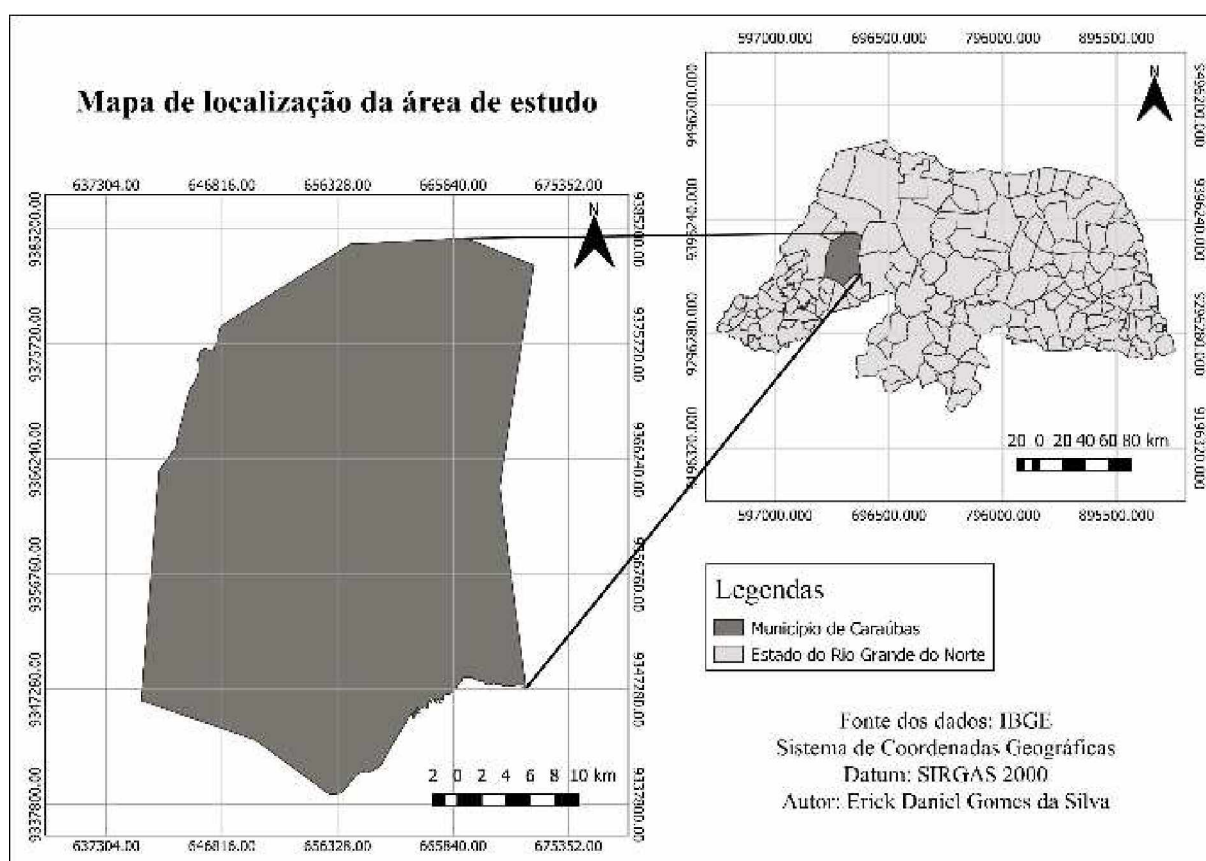


Figura 9. Município de localização da área de estudo no Rio Grande do Norte.

2.2 Parâmetros dendrométricos

Para a obtenção dos parâmetros dendrométricos estimados, os valores médios de área seccional na base (gB) foram calculados usando como base a área na circunferência a 0,3 m a partir do solo. A área seccional no peito (gP) foi quantificada com base na circunferência a 1,3 m. A altura total (Ht) foi obtida com régua graduada e foi considerado todo o comprimento da árvore da base ao topo. Para a altura comercial (Hc), foi considerada toda a madeira com

circunferência $\geq$ a 6,0 cm. A área de projeção da copa (APC) foi calculada utilizando a média de duas tomadas de diâmetro, verificadas antes do abate da árvore.

2.3 Estimativa da biomassa e carbono da parte aérea

Para a quantificação da biomassa da parte aérea pelo método direto, foram alocadas 12 subparcelas de dimensões 10 x 10 m dentro das parcelas de 20 x 20 m, utilizadas no inventário florestal da área, totalizando uma área amostral de 1200 m². Os procedimentos da análise destrutiva foram realizados após a conclusão do inventário florestal para garantir que fossem extraídas as informações prévias para seleção das espécies com maior valor de importância na área. Todos os indivíduos arbóreos constantes dentro das subparcelas foram abatidos, traçados e tiveram seus componentes folhas, galhos grossos ($\geq$ 6,0 cm de circunferência), galhos finos ($<$ 6,0 cm de circunferência) e fustes separados. O material foi pesado individualmente em campo, utilizando-se balança tipo gancho, com precisão de uma casa decimal, para determinação da massa fresca ($PU_{(c)}$).

Para cada componente analisado, foram coletadas amostras em campo de aproximadamente 100g e acondicionadas em sacos de papel para condução ao laboratório de Manejo Florestal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, para posteriores análises dos teores de umidade ($PU_{(a)}$ e $PS_{(a)}$).

Para as cinco espécies de maior VI, foram coletados cinco discos, correspondentes às alturas 0%; 25%; 50%; 75% e 100% para a verificação da densidade básica da madeira ao longo do fuste principal. A altura a 0% foi considerada a 10 cm do solo para facilitar o abate da árvore e a altura a 100% foi tomada no ponto máximo do fuste em que o CAP não era inferior a 6,0 cm. As amostras passaram pelo processo de secagem em estufa de circulação forçada de ar a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, por 72 horas. Após o período de secagem, todas as amostras foram pesadas e os valores foram armazenados em planilha para a determinação da biomassa da parte aérea, de acordo com Soares (2011), pela equação 14:

$$BS = \frac{PU(c) \times PS(a)}{PU(a)} \quad (14)$$

BS = a biomassa total em kg

$PU(c)$ = peso úmido total no campo em kg. Representa a soma dos pesos dos componentes imediatamente após o abate e traçamento da madeira.

PS(a) = peso seco da amostra em kg

PU(a) = peso úmido da amostra em kg

A densidade básica da madeira foi determinada pela expressão a seguir:

$$DB = \frac{PS(e)}{PV(c)} \quad (15)$$

Onde:

DB = densidade básica

PS = peso da amostra seca em estufa a 105 °C

PV = peso verde da amostra situada em água até peso constante

De posse dos valores de Massa Seca Total (MST), composta pela soma dos pesos secos dos componentes arbóreos, foi feita uma correlação com os dados de Diâmetro à Altura do Peito (DAP) Altura total (Ht) e ajustados os modelos de regressão (linear, quadrático, logarítmico, exponencial) usando-se a planilha eletrônica Excel.

Foram utilizadas 3 equações na literatura para testar e ajustar os dados de MST. Na ocasião, onde as plantas apresentarem bifurcações, foi usado o diâmetro equivalente (que correspondem à raiz quadrada da soma dos DAPs elevados ao quadrado), a área basal total (correspondente à soma das áreas basais dos fustes) e a altura total da planta, conforme Amorim et al. (2005). Foi usado o R^2 (coeficiente de correlação) para a avaliação do ajuste.

As três equações utilizadas foram:

Schumacher e Hall

$$MST = B0 * DAP^b * Ht_{2i}^{b2} * \epsilon_i \quad (16)$$

Chapman-Richards

$$MST = B0(1 - e^{(-B1 * DAP)})^{B2} + \epsilon_i \quad (17)$$

Naslund

$$MST = B0 + B1 * D^2 + B2 * (D^2 * Ht) + B3 * (D * Ht)^2 + B4 * Ht + \epsilon_i \quad (18)$$

Em que: $b_0, b_1, b_2, \dots, \beta_n$ = parâmetros dos modelos; $DAP_i, Ht_{2i}, \dots, X_{ni}$ = variáveis independentes; ϵ_i = erro aleatório.

Para a estimativa do carbono fixado na vegetação, foi realizada a conversão da biomassa em carbono através da expressão: Carbono = Biomassa x 0,5 (SOARES et al., 2011).

As cinco espécies avaliadas na área foram: *Cordia glazioviana*, *Combretum leprosum*, *Cenostigma pyramidale*, *Mimosa tenuiflora* e *Mimosa ophthalmocentra*.

2.3 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 de erro. Esses procedimentos foram realizados com o auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6.

Para a modelagem, foi realizada a análise de regressão utilizando-se a planilha eletrônica Excel.

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

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 5, estão exibidos os parâmetros referentes às características da área estudada, com relação ao número de árvores, de fustes, área basal, altura média, volume médio, CAP médio e o número de indivíduos em cada classe por hectares, com a finalidade de possibilitar futuras comparações entre outros estudos.

Tabela 5. Intervalo de confiança para as características da área, em relação ao número de árvores, de fustes e área basal por hectare, altura e diâmetro médio das árvores, CAP e CNB médios e número de árvores por classe em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

	Características	Valores
Intervalo de confiança P= 95%	Número de ind ha ⁻¹	1942±276,5
	Número de fuste ha ⁻¹	5148±946
	Área basal (m ² ha ⁻¹)	8,74±1,7
	Altura média (m ha ⁻¹)	5,11±0,5
	Volume médio (m ³ ha ⁻¹)	51,73±13,10
	*CAP médio (cm)	13,08±0,8
	**Classe I (ind ha ⁻¹)	1308±219
	**Classe II (ind ha ⁻¹)	443±104
	**Classe III (ind ha ⁻¹)	121±42
	**Classe IV (ind ha ⁻¹)	44±19
	**Classe V (ind ha ⁻¹)	8±6
	**Classe VI (ind ha ⁻¹)	15±12

*CAP- Circunferência na altura do peito;

** Classes: I (1,9-3,0); II (3,0 – 6,0); III (6,0 - 9,0); IV (9,0 – 12,0); V (12,0 – 15,0) e VI (>15).

Quando observado o número de indivíduos por hectare (1942±276,5) e a distância existente entre essa variável e o número de fustes (5148±946), o mesmo efeito foi verificado por Alves (2011) ao realizar um estudo de quantificação da biomassa em Floresta-PE. O autor realizou o levantamento em duas áreas em estágios sucessionais diferentes e obteve os valores de 781 ± 225 indivíduos por hectare e número de fustes de 2058 ± 445 na área em regeneração

e, respectivamente, 1403 ± 405 e 1873 ± 298 na área conservada. É evidente que na área conservada houve uma magnitude menor entre as duas variáveis. O número de indivíduos por hectare encontrado nesse estudo ficou próximo aos encontrados em alguns estudos florísticos e fitossociológicos em ambiente de caatinga. Guedes *et al.* (2012) avaliaram 1622 ind.ha^{-1} ao realizarem um estudo fitossociológico no Seridó paraibano. Ao estudarem o componente arbustivo-arbóreo em uma área de Caatinga em Petrolina-PE, Reis *et al.* (2015) mensuraram 1535 ind.ha^{-1} .

A área basal verificada nesse estudo foi superior às calculadas por Vasconcelos *et al.* (2017) ao avaliarem a diversidade florística e fitossociológica e a produção madeireira de uma área de caatinga para fins de Manejo Florestal Sustentável no município de São Francisco/PI, que quantificaram $3,08 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$. No entanto, outros estudos estimaram valores aproximados e superiores, como $7,6 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ observados por Santos *et al.* (2017), ao caracterizarem florística e fitossociologicamente o componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema-RN e $18,5 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$; aos obtidos por Rodal *et al.* (2008), ao realizarem a caracterização da vegetação lenhosa e analisarem a distribuição diamétrica em plantas no sertão central de Pernambuco.

Segundo Rodal *et al.* (1992), valores mais elevados de área basal em áreas de caatinga são, normalmente, encontrados em áreas mais próximas a serras e riachos e isso se deve às condições favoráveis de desenvolvimento dos indivíduos, como também às espécies que compõem o sítio.

3.1 Quantificação da biomassa

3.1.1 Método direto (destrutivo)

As espécies avaliadas nesse estudo e seus respectivos percentuais do número total de indivíduos foram *Cordia glazioviana* (38,8%), *Combretum leprosum* (22,6%), *Cenostigma pyramidale* (9,7%), *Mimosa tenuiflora* (7,2%) e *Mimosa ophthalmocentra* (5,5%), totalizando 83,8% das espécies amostradas (Tabela 6).

Tabela 6. Espécies e números de indivíduos amostrados na inventariação florestal e na análise destrutiva em uma área florestal na região de Caraubas-RN.

Espécies	Inv. Florestal	Análise destrutiva	Amostragem (%)
<i>Cordia glazioviana</i> (Allemão) Taub.)	362	81	38,8
<i>Combretum leprosum</i> Mart.	211	39	22,6
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	90	33	9,7

<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir	67	14	7,2
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth	51	19	5,5
Total	781	186	83,8

A espécie *Cordia glazioviana* nesse estudo apresentou alta densidade pelo fato de possuir ampla distribuição geográfica na Chapada do Apodi que compreende uma parcela dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte (MELO, 2018). As demais espécies aqui avaliadas ocorrem amplamente em áreas de caatinga e compõem os estágios iniciais e intermediários de sucessão ecológica, estando elas destacadas com abundância na maioria dos trabalhos de florística e fitossociologia desse bioma (VASCONCELOS *et al.*, 2017; DARIO, 2017; MARQUES *et al.*, 2020).

Na Tabela 7, estão apresentados os resultados obtidos na quantificação da biomassa e carbono das cinco espécies estudadas, por classes de circunferência, observando-se o aumento gradual das variáveis em sincronia com o aumento da amplitude das classes de circunferência, com exceção das variáveis alturas totais e comerciais nas Classes V e VI.

Tabela 7. 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 cinco espécies estudadas, em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Classes	gB	gP	Ht	HC	APC	B	C
I	6,3±0,8	4,5±0,6	3,2±0,4	2,8±0,2	0,7±0,2	1,4±0,3	0,7±0,46
II	23,9±5,0	17,2±3,1	4,4±0,4	3,6±0,3	3,5±1,6	6,3±2,2	3,15±1,1
III	70,0±49,3	42,2±9,8	5,2±0,4	4,7±0,3	8,2±4,9	16,9±4,6	8,45±4,6
IV	106,1±10,9	80,8±7,2	5,8±0,6	5,0±0,5	18,0±7,1	22,8±6,7	11,4±3,3
V	188,8±20,6	144,6±10,2	6,4±0,5	5,6±0,1	16,6±5,5	34,1±14,3	17,0±7,15
VI	304,2±87,3	240,6±39,2	6,4±0,4	5,5±0,2	25,3±3,0	75,7±9,2	37,8±4,6

* Classes: I (1,9-3,0); II (3,0 – 6,0); III (6,0 – 9,0); IV (9,0 – 12,0); V (12,0 – 15,0) e VI (>15).

Observa-se o aumento das médias das Ht e sua tendência à estabilidade nas classes de maior circunferência ($3,2 \pm 0,4$ a $6,4 \pm 0,4$ m), característica da Caatinga arbóreo-arbustiva. As médias das áreas de projeção das copas variaram em cerca de 36 vezes entre as classes ($0,7 \pm 0,72$ a $25,3 \pm 3,0$ m²) enquanto que as médias de biomassa total sofreram variação de aproximadamente 54 vezes ($1,4 \pm 0,3$ a $75,7 \pm 9,2$ kg), tendo o Carbono estocado acompanhado essa variação.

As médias de altura comercial e de área de projeção da copa verificadas nesse estudo foram superiores às observadas por Silva e Sampaio (2008) e às apresentadas por Alves (2011). As diferenças de valores podem ser explicadas pelas variações na arquitetura da vegetação, que sofre efeitos dos fatores edafoclimáticos em seus respectivos sítios, como também, possivelmente, pode ter relação com o número de indivíduos e de espécies mensuradas, além do modelo de exploração ao qual a área foi submetida ou não (SAMPAIO, 1996).

Na Tabela 8, estão expressos os valores médios dos parâmetros dendrométricos das espécies avaliadas por classes de circunferência.

Tabela 8. 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), conteúdo de carbono (C, kg) das cinco espécies de maior valor de importância encontradas em uma área florestal na região de Caráúbas-RN.

Espécies	Classes de CAP (cm)					
	I	II	III	IV	V	VI
Área seccional na base (gB, cm ²)						
<i>C. glazioviana</i>	8,5±1,8	22,2±3,7	113,2±116,2	129,5±15,0	192,4±23,4	471,7±87,3
<i>C. leprosum</i>	6,0±0,5	17,8±3,9	54,4±7,6	95,2±5,6	161,1*	227,8*
<i>C. pyramidale</i>	5,9±0,9	18,2±3,3	54,3±8,9	96,1±10,0	211,1*	-
<i>M. tenuiflora</i>	5,1*	33,2±7,6	80,2±64,7	103,6±13,1	190,4±17,8	258,5*
<i>M. ophthalmocentra</i>	6,0±1,6	28,2±6,7	47,8*	-	-	258,6
Área seccional no peito (gP, cm ²)						
<i>C. glazioviana</i>	5,1±0,5	15,2±2,6	44,7±6,0	91,1±8,7	145,0*	341,6±72,7
<i>C. leprosum</i>	4,5±0,5	13,4±2,9	45,0±6,6	76,1±5,3	130,5*	183,3*
<i>C. pyramidale</i>	4,4±0,8	14,4±2,7	41,5±7,6	76,5±7,9	157,6*	-
<i>M. tenuiflora</i>	3,9*	20,5±4,3	41,2±18,8	79,4±6,9	145,4±10,2	232*
<i>M. ophthalmocentra</i>	4,4±0,5	22,3±3,1	38,5*	-	-	203,0±5,6
Altura total (Ht, m)						
<i>C. glazioviana</i>	3,2±0,4	3,9±0,3	4,8±0,5	5,2±1,8	5,6±0,4	6,3±0,5
<i>C. leprosum</i>	3,7±0,3	4,1±0,7	5,2±0,4	6,4±0,4	8,4*	5,5*
<i>C. pyramidale</i>	3,1±0,5	4,1±0,3	4,9±0,5	5,0±0,6	5,0*	-
<i>M. tenuiflora</i>	2,5*	5,1±0,4	6,6±0,3	6,2±0,5	6,6±0,5	7,6*
<i>M. ophthalmocentra</i>	3,6±0,3	4,8±0,4	4,7*	-	-	6,4±0,3
Altura comercial (HC, m)						
<i>C. glazioviana</i>	2,7±0,3	3,3±0,1	4,4±0,3	4,6±1,2	5,0±0,2	5,6±0,3
<i>C. leprosum</i>	3,3±0,1	3,2±0,4	4,5±0,1	5,9±0,3	7,5*	4,3*
<i>C. pyramidale</i>	2,5±0,3	3,0±0,2	4,2±0,4	4,4±0,2	4,2*	-
<i>M. tenuiflora</i>	2,1*	4,3±0,4	5,8±0,2	5,4±0,3	5,9±0,2	6,5*
<i>M. ophthalmocentra</i>	3,2±0,2	4,0±0,4	4,4*	-	-	5,6±0,3
Área de projeção da copa (APC, m ²)						
<i>C. glazioviana</i>	0,8±0,3	2,1±0,6	7,9±4,8	5,4±1,1	10,7±3,8	20,1±5,6
<i>C. leprosum</i>	1,1±0,3	3,6±1,4	10,9±3,5	29,2±11,9	9,6*	38,5*
<i>C. pyramidale</i>	0,6±0,3	2,9±0,9	8,9±3,5	22,6±8,5	19,6*	-
<i>M. tenuiflora</i>	0,4*	4,3±2,1	8,8±5,3	14,6±6,9	26,5±7,2	33,2*
<i>M. ophthalmocentra</i>	0,7±0,1	4,6±3,1	4,5*	-	-	9,4±0,3
Biomassa total (B, kg)						
<i>C. glazioviana</i>	1,3±0,3	3,9±0,7	16,1±7,6	14,1±4,0	30,0±12,9	67,5±18,0
<i>C. leprosum</i>	1,4±0,3	5,0±1,9	13,8±2,5	21,6±5,9	21,7*	61,6*
<i>C. pyramidale</i>	1,6±0,5	4,4±1,6	14,3±4,2	19,6±4,1	30,1*	-
<i>M. tenuiflora</i>	1,3*	7,4±2,9	26,2±4,2	35,7±12,6	54,7±15,7	113,1*
<i>M. ophthalmocentra</i>	1,3±0,1	10,9±3,0	14,1*	-	-	60,7±0,3
Carbono total (C, kg)						
<i>C. glazioviana</i>	0,65±0,2	1,95±1	8,05±3,8	7,05±2,0	15,0±6,45	33,7±9
<i>C. leprosum</i>	0,7±1	2,5±0,95	4,0±1,9	10,8±2,8	7,5*	30,8*
<i>C. pyramidale</i>	0,8±0,3	2,2±0,8	7,2±2,1	9,8±2,0	15,0*	-
<i>M. tenuiflora</i>	0,65*	3,7±1,4	13,1±2,2	17,8±6,3	27,3±7,8	30,3±0,1
<i>M. ophthalmocentra</i>	0,6±0,0	5,4±1,5	7,0*	-	-	4,7±0,1

*Indivíduo único por classe

As variações dos valores de caráter dendrométricos podem ser descritas pelo fato de terem sido avaliados todos os indivíduos constantes na subparcela, não sendo desprezadas as

árvores bifurcadas, rebrotas, além de o sítio ter passado por exploração de material lenhoso por parte das comunidades do entorno. Foram retirados do sítio indivíduos e espécies de interesse utilitário e comercial.

Observa-se que a partir da segunda classe, de forma geral, a espécie jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) apresentou valores das médias maiores para as variáveis de altura total, massa seca total e estocagem de carbono, obtendo também, de forma geral, valores superiores para a altura comercial. A espécie pau branco louro (*Cordia glazioviana*) obteve destaque nas variáveis de área seccional na base e na altura do peito, enquanto que a espécie mofumbo (*Combretum leprosum*) apresentou valores superiores de área de projeção da copa na maioria das classes.

Em referência ao crescimento primário da *Mimosa tenuiflora* e de *Combretum leprosum*, expressado nas médias de HT, pode ser explicado pelo fato de as duas espécies serem pioneiras, nativas do semiárido brasileiro, dotadas de boa capacidade de desenvolvimento radicular em solos degradados, sendo relatadas na literatura como espécies rústicas. (AZEVEDO *et al.*, 2012; MAIA, 2012).

A espécie *Cordia glazioviana* possui características estéticas e físicas peculiares voltadas à boa apreciação da madeira pelo setor da movelaria e engenharia civil da região (MAIA, 2012). Esse fator pode ser determinante nos resultados observados para a área seccional à altura do peito e na base pela questão de haver muitos indivíduos de rebrota, alguns possuindo mais de 20 fustes e, por isso, apresentam diâmetro equivalente alto e, conseqüentemente, refletem em valores superiores de áreas seccionais.

Observa-se que as variáveis CAP, CNB e APC apresentaram considerável oscilação dos valores entre classes e espécies.

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 avaliarem esses fatores em conjunto quanto ao comportamento dessas variáveis.

Na Tabela 9, estão apresentados os resultados de biomassa total dos componentes da parte aérea e os respectivos valores do estoque de carbono calculados para as cinco espécies avaliadas.

Tabela 9. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos compartimentos da parte aérea das cinco espécies avaliadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Compartimentos	Biomassa t.ha ⁻¹	Carbono t.ha ⁻¹
Galho grosso ($\geq 6,0$ cm)	4,68	2,34

Fuste + Casca	3,22	1,61
Galho fino (< 6,0 cm)	2,51	1,25
Folha	0,64	0,32
Total	11,05	5,52

O ordenamento da biomassa nos diferentes compartimentos arbóreos obedeceu à seguinte formatação: galhos grossos > fuste+casca > galhos filhos > folhas.

A soma da biomassa das cinco espécies foi calculada em 11,05 t. ha⁻¹, total de 585,65 t estimados para a área estudada. A fração galhos grossos foi responsável por 42,4% da biomassa lenhosa total, seguida do fuste+casca com 29,1% e galhos finos 22,7%. O componente que menos contribuiu com o peso total da biomassa foi a fração folhas, que participou com 5,8% do total calculado.

Sobre a biomassa total estimada por hectare, os valores calculados no presente estudo ficaram abaixo dos obtidos por Amorim *et al.* (2005) 25 t. ha⁻¹, em área de caatinga no Seridó potiguar, dos 49,47 t. ha⁻¹ verificados por Cabral *et al.* (2013) no sertão paraibano e bem aquém dos apresentados por Kauffman *et al.* (1993) em Serra Talhada-PE. Segundo as pesquisas de Silva (1998), realizando levantamento da biomassa de algumas espécies da Caatinga, verificou que há uma escala de variação de biomassa em função do porte das árvores e da vegetação, abrangendo de 2 até 156 t. ha⁻¹, observando que, em aproximadamente 60% dos locais, a quantidade de biomassa era menor que 20 t.ha⁻¹ de biomassa total. Para Menezes *et al.* (2008), uma área pode ser considerada em bom estado de conservação quando apresentar uma produtividade média de biomassa aérea que varie na faixa entre 30 a 50 t.ha⁻¹, sem inclusão dos sistemas radiculares e de herbáceas. Partindo-se desse parâmetro, pode-se afirmar que a área estudada se encontra em estado muito preocupante de conservação.

Tabela 10. Biomassa e carbono médios de cinco espécies estudadas em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Componentes	Biomassa (kg arv ⁻¹)			Biomassa %	Carbono kg arv ⁻¹
	Média	Máximo	Mínimo		
Folhas	0,86	15,60	0,09	5,80	0,43
Galho fino	3,40	39,90	0,09	22,7	1,70
Galho Grosso	6,30	82,70	0,16	42,4	3,15
Fuste + casca	4,30	55,60	0,22	29,1	2,15
Total	14,86	113,1	0,58	100,00	7,43

A média de biomassa seca por indivíduo arbóreo foi de 14,86 kg e o carbono médio estocado foi de 7,43 kg. A menor árvore apresentou valor de 0,58 kg e a maior pesagem foi de 113,1 kg, como pode ser verificado na Tabela 10.

Esses valores ficaram abaixo dos verificados por Virgens *et al.* (2017) 50,7 kg e 25,3 kg, respectivamente e dos valores calculados por Silva *et al.* (2022) 24,92 kg e 12,46 kg. Os

baixos valores estimados à área são explicados pela inclusão de muitos indivíduos das classes de CAP menores que, conseqüentemente, influenciam no resultado final da quantificação da massa seca total.

Na Tabela 11, estão os valores da produção média estimada de biomassa produzida por hectare pelos componentes da parte aérea para cada espécie avaliada.

Tabela 11. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare pelos componentes da parte aérea para cada espécie avaliada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Espécies	Biomassa t.ha ⁻¹			
	Fuste+casca	Galho grosso	Galho fino	Folha
<i>C. glazioviana</i>	1,52±1,1	2,69±1,2	1,34±1,1	0,36±0,0
<i>C. leprosum</i>	0,42±0,0	0,68±0,1	0,53±0,1	0,13±0,0
<i>C. pyramidale</i>	0,27±0,0	0,17±0,0	0,13±0,0	0,05±0,0
<i>M. tenuiflora</i>	0,80±0,2	0,68±0,1	0,25±0,0	0,07±0,0
<i>M. ophthalmocentra</i>	0,21±0,0	0,46±0,0	0,26±0,0	0,03±0,0
Total	3,22	4,68	2,51	0,64
Espécies	Carbono t.ha ⁻¹			
	Fuste+casca	Galho grosso	Galho fino	Folha
<i>C. glazioviana</i>	0,76±0,0,5	1,35±0,6	0,67±0,5	0,18±0,0
<i>C. leprosum</i>	0,21±0,0	0,34±0,0	0,26±0,0	0,65±0,0
<i>C. pyramidale</i>	0,13±0,0	0,85±0,0	0,65±0,0	0,02±0,0
<i>M. tenuiflora</i>	0,40±0,1	0,34±0,0	0,12±0,0	0,03±0,0
<i>M. ophthalmocentra</i>	0,10±0,0	0,23±0,0	0,13±0,0	0,01±0,0
Total	1,61	2,34	1,25	0,32

A distribuição da biomassa nos diferentes componentes arbóreos das espécies seguiu a ordem: galhos (soma de grossos + fino) > fuste+casca > folha. Resultados semelhantes foram encontrados por Moura *et al.* (2006), ao quantificarem a biomassa seca dos diferentes componentes arbóreos em um povoamento de *Mimosa caesalpinifolia*.

Uma explicação referente ao maior quantitativo de massa seca total dos galhos em relação ao fuste é que o limite entre tronco e galhos em espécies de nativas da 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.

A menor contribuição do compartimento folhas para a soma da biomassa total (5,8% do total) tem representatividade considerável para a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, visto que esta fração é a que está disponível com maior rapidez.

Com base nos resultados das pesquisas verificadas na literatura, o carbono médio estocado na biomassa das espécies estudadas na área do fragmento florestal evidencia valor muito abaixo da realidade, sobretudo quando se compara com valores de áreas conservadas.

A espécie *Cordia glazioviana* destacou-se na produção de massa seca total e carbono (5,91 t. ha⁻¹ e 2,95 t. ha⁻¹) superando as demais (Tabela 12) e concentrando 53,48% da biomassa

total. A *Cenostigma pyramidale* foi a espécie que menos contribuiu com a biomassa total (0,62 t. ha⁻¹).

Tabela 12. Valores médios estimados de biomassa produzida e carbono estocado por hectare para cada espécie avaliada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Espécie	Biomassa (t.ha ⁻¹)	Carbono (t.ha ⁻¹)
<i>C. glazioviana</i>	5,91±3,4	2,95±1,7
<i>C. leprosum</i>	1,76±0,2	0,88±0,1
<i>C. pyramidale</i>	0,62±0,0	0,31±0,0
<i>M. tenuiflora</i>	1,80±0,3	0,90±0,1
<i>M. ophthalmocentra</i>	0,96±0,0	0,49±0,0
Total	11,05	5,52

Ao se analisar a produtividade de massa seca total por espécie, a maior e menor produção dessas espécies está relacionada com a densidade absoluta, com o porte, com densidade da madeira. A madeira de *C. pyramidale* apresentou toras com ocos e esse fator pode ter sido responsável pela perda de biomassa e, como consequência, apesar de possuir maior densidade absoluta que *M. ophthalmocentra* e *M. tenuiflora*, teve menor participação no quantitativo de biomassa.

3.1.2 Método indireto

Em relação aos modelos matemáticos para aproximação dos valores calculados para a massa seca total, o modelo potencial, de forma geral, foi o que melhor se ajustou entre as espécies e parâmetros dendrométricos (Quadro 1), enquanto que o modelo linear foi o que apresentou os menores valores de R².

Quadro 1. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie *C. glazioviana*, encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Var.	Nome Modelo	Modelos para <i>Cordia glazioviana</i>	R ²
DNB	Linear DNB	MST=2,8668*DNB-11,238	0,75
	Quad. DNB	MST=0,0837*DNB ² + 0,3671*DNB - 0,4806	0,78
	Exp. DNB	MST=1,1947*exp(0,1617*DNB)	0,84
	Pot. DNB	MST=0,157*DNB ^{1,8326}	0,93
DAP	Linear DAP	MST=3,6489*DAP-11,281	0,93
	Quad. DAP	MST=0,1064*DAP ² + 0,9977*DAP - 1,6866	0,98
	Exp. DAP	MST=1,248*exp(0,1989*DAP)	0,97
	Pot. DAP	MST=0,2271*DAP ^{1,8601}	0,98
H	Linear H	MST=-14,028*H-44,307	0,51
	Quad. H	MST=3,3286H ² -16,587*H+19,31	0,60
	Exp. H	MST=0,1293*exp(0,8705*H)	0,68
	Pot. H	MST=0,1405*H ^{2,6436}	0,50
APC	Linear A	MST=2,2412*H+3,4971	0,52

	Quad. A	MST=-0,0913*APC^2+5,1923*APC-4,1053	0,65
	Exp. A	MST=2,7516*exp(0,1245*APC)	0,56
	Pot. A	MST=2,6998*APC^0,8994	0,78
Dap.H	Nasl. D.H	MST=0,1615*Dap^2-0,0016*Dap^2*H+0,0015*Dap*H^2+0,407H^2+εi	0,80
	Schu. D.H	MST=0,4422*Dap^1,571452*H^0,101375+εi	0,97
	Chap DAP	MST=278,1965(1-exp^-0,03811*DAP)^2,367961+εi	0,97

Modelos matemáticos de duas variáveis (Linear, Quadrático, Exponencial e Potencial); modelos matemáticos ajustados de duas e três variáveis (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards).

Na literatura, há evidências de melhores ajustes para o modelo de potência para expressão da biomassa (SAMPAIO; SILVA 2005; SILVA; SAMPAIO 2008), o que é corroborado por este estudo. No entanto, eles são apresentados poucos superiores quando comparados aos modelos lineares (SAMPAIO *et al.*, 2010).

Quadro 2. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie *C. glazioviana*, encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Var.	Nome Modelo	Modelos para <i>Combretum leprosum</i>	R ²
DNB	Linear DNB	MST=2,9016*DNB-8,4627	0,92
	Quad. DNB	MST=0,1843*DNB^2 -0,0757*DNB + 0,5409	0,87
	Exp. DNB	MST=0,8090*exp(0,2954*DNB)	0,85
	Pot. DNB	MST=0,1792*DNB^2,0028	0,92
DAP	Linear DAP	MST=3,1763*DAP-7,9425	0,81
	Quad. DAP	MST=0,2318*DAP^2 - 0,1518*DAP + 0,8671	0,87
	Exp. DAP	MST=0,8481*exp(0,3245*DAP)	0,86
	Pot. DAP	MST=0,2547*DAP^1,9439	0,93
H	Linear H	MST=4,7329*H-12,174	0,32
	Quad. H	MST=-1,0726H^2+15,9222*H-38,902	0,36
	Exp. H	MST=0,3534*exp(0,5781*H)	0,49
	Pot. H	MST=0,0719*H^2,8653	0,51
APC	Linear A	MST=0,6173*H+4,3344	0,42
	Quad. A	MST=-0,0274*APC^2+1,7878*APC+0,1143	0,57
	Exp. A	MST=2,9503*exp(0,0639*APC)	0,46
	Pot. A	MST=2,9121*APC^0,7468	0,75
Dap.H	Nasl. D.H	MST=0,4125*Dap^2-0,0173*Dap^2*H+0,035*Dap*H^2+0,199H^2+ei	0,92
	Schu. D.H	MST=0110127*Dap^1,492875*H^1,032425+ei	0,91
	Chap DAP	MST=203,4582(1-exp^-0,053747*DAP)^2,465795+ei	0,96

Modelos matemáticos de duas variáveis (Linear, Quadrático, Exponencial e Potencial); modelos matemáticos ajustados de duas e três variáveis (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards).

Os menores índices de R² para as variáveis H e APC podem estar diretamente relacionados aos fatos de as espécies avaliadas possuírem muitas bifurcações e rebrotas, além de copas de tamanhos variados e fustes com a presença de ocos. Isso ocorre pelo motivo de as alturas das árvores da área apresentarem pequenas variações. As quantidades de biomassa variaram bastante, o que gerou menor correlação entre as massas das plantas e suas respectivas alturas (ABREU *et al.*, 2016).

A evidência de baixa correlação existente entre a altura e a biomassa está relacionada à estatura uniforme das árvores da região árida da região, com baixa precipitação média anual que influem diretamente no porte das plantas das áreas semiáridas (GIULIETTI *et al.*, 2004; LEAL *et al.*, 2005).

A espécie *C. glazioviana* foi a que apresentou o melhor conjunto de modelos matemáticos de uma variável independente (DAP) na correlação MST/DAP (Quadro 1), enquanto que a espécie *M. tenuiflora* foi responsável pelos resultados menos representativos.

Quadro 3. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie *C. glazioviana*, encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Var.	Nome Modelo	Modelos para <i>Cenostigma pyramidale</i>	R ²
DNB	Linear DNB	$MST=2,3236*DNB-5,9085$	0,81
	Quad. DNB	$MST=-0,0022*DNB^2 + 2,3589*DNB - 6,0239$	0,87
	Exp. DNB	$MST=0,991*\exp(0,272*DNB)$	0,79
	Pot. DNB	$MST=0,2122*DNB^{1,8882}$	0,86
DAP	Linear DAP	$MST=2,6306*DAP-5,8825$	0,81
	Quad. DAP	$MST=0,0084*DAP^2 + 2,5124*DAP - 5,5469$	0,81
	Exp. DAP	$MST=0,9851*\exp(0,3094*DAP)$	0,80
	Pot. DAP	$MST=0,2795*DAP^{1,8682}$	0,87
H	Linear H	$MST=6,5934*H-18,374$	0,49
	Quad. H	$MST=1,9782H^2-10,359H+16,272$	0,55
	Exp. H	$MST=0,1956*\exp(0,8096*H)$	0,53
	Pot. H	$MST=0,0642*H^{3,2056}$	0,50
APC	Linear A	$MST=0,6627*H+4,7511$	0,53
	Quad. A	$MST=0,0215*APC^2+1,3991*APC+2,0725$	0,65
	Exp. A	$MST=3,5067*\exp(0,0757*APC)$	0,49
	Pot. A	$MST=2,6833*APC^{0,6471}$	0,73
Dap.H	Nasl. D.H	$MST=0,2369*Dap^2-0,0561*Dap^2*H+0,126*Dap*H^2+0,289H^2+ei$	0,86
	Schu. D.H	$MST=0,141766*Dap^1,296602*H^1,224272+ei$	0,95
	Chap DAP	$MST=268,694(1-\exp^{-0,024205*DAP})^{1,680664}+ei$	0,99

Modelos matemáticos de duas variáveis (Linear, Quadrático, Exponencial e Potencial); modelos matemáticos ajustados de duas e três variáveis (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards).

A espécie *C. glazioviana* apresentou os melhores ajustes dos modelos muito provavelmente por ter aportado o maior número de indivíduos amostrados e não terem sido avaliados indivíduos de propagação seminífera de porte mais robusto. Já na espécie *M. tenuiflora* foram observadas as maiores variações pelo motivo de ser uma espécie muito visada na exploração da madeira, razão pela qual foram mensurados indivíduos rebrotados que o DNB possuía considerável discrepância do DAP, provavelmente por haver seleção no momento do corte tanto dos fustes de maiores diâmetros como das secções de maior interesse comercial.

Quanto aos modelos ajustados de uma e de duas variáveis independentes (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards), de forma geral, todos apresentaram boas correlações expressas por R^2 . As maiores variações ocorreram com o modelo de Naslund que gerou R^2 igual a 0,69 para *M. tenuiflora* e o valor 0,80 para a espécie *C. glazioviana*, ficando esse último bem abaixo dos demais modelos para a espécie citada.

Quadro 4. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie *C. glazioviana*, encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Var.	Nome Modelo	Modelos para <i>Mimosa ophthalmocentra</i>	R^2
DNB	Linear DNB	$MST=3,8279*DNB-10,844$	0,95
	Quad. DNB	$MST=0,0918*DNB^2 - 1,8918*DNB - 4,2779$	0,96
	Exp. DNB	$MST=1,341*\exp(0,235*DNB)$	0,76
	Pot. DNB	$MST=0,2114*DNB^2,0329$	0,92
DAP	Linear DAP	$MST=4,3358*DAP-10,849$	0,96
	Quad. DAP	$MST=0,1324*DAP^2 + 1,8698*DAP - 3,4832$	0,98
	Exp. DAP	$MST=1,3378*\exp(0,2665*DAP)$	0,77
	Pot. DAP	$MST=0,2744*DAP^2,0321$	0,94
H	Linear H	$MST=16,363*H-61,256$	0,77
	Quad. H	$MST=6,4756H^2-48,699*H+94,112$	0,91
	Exp. H	$MST=0,0306*\exp(1,1518*H)$	0,81
	Pot. H	$MST=0,0013*H^5,6246$	0,83
APC	Linear A	$MST=3,4143*H+1,4912$	0,45
	Quad. A	$MST=-0,5534*APC^2+10,247*APC-8,5607$	0,59
	Exp. A	$MST=2,3791*\exp(0,2567*APC)$	0,54
	Pot. A	$MST=2,5967*APC^1,0875$	0,73
Dap.H	Nasl. D.H	$MST=0,1307*Dap^2-0,051*Dap^2*H+0,196*Dap*H^2-0,686H^2+\epsilon_i$	0,97
	Schu. D.H	$MST=0,143751*Dap^1,205755*H^1,424910+\epsilon_i$	0,97
	Chap DAP	$MST=138,0792(1-\exp^{-0,076484*DAP})^2,398462+\epsilon_i$	0,98

Modelos matemáticos de duas variáveis (Linear, Quadrático, Exponencial e Potencial); modelos matemáticos ajustados de duas e três variáveis (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards).

O ajuste do modelo matemático de Schumacher e Hall tem proporcionado bons resultados em pesquisas relacionadas à biomassa verde (ALVES-JUNIOR, 2010; ABREU, 2012), na estimativa de biomassa e carbono em florestas plantadas (VALADÃO *et al.*, 2020; GUERREIRO *et al.*, 2021) e em pesquisas na caatinga (BARRETO *et al.*, 2018).

Ainda sobre o modelo de Schumacher-Hall, Scolforo *et al.* (2008) testaram a equação em três municípios em Minas Gerais em área de Cerrado para estimar a biomassa total de *Anadenanthera colubrina*. Os autores encontraram a variação de R^2 aj entre 91,93% a 95,37%. Os valores ficaram próximos dos verificados nesse estudo.

Os valores ajustados mais satisfatórios das equações alométricas se deram para as espécies *C. leprosum* (Nasl. 92 Schum. 91 e Chap. 91%) conforme Quadro 2 e *M. ophthalmocentra* (Nasl. 97; Schum. 97; e Chap. 98%) observada no quadro 4.

Quadro 5. Variáveis independentes e modelagem matemática para quantificação da biomassa da parte aérea da espécie *C. glazioviana*, encontrada em uma área florestal na região de Caraúbas-RN.

Var.	Nome Modelo	Modelos para <i>Mimosa tenuiflora</i>	R ²
DNB	Linear DNB	$MST=5,4691*DNB-25,592$	0,63
	Quad. DNB	$MST=0,3236*DNB^2 - 1,4762*DNB + 5,7171$	0,68
	Exp. DNB	$MST=1,7836*\exp(0,2288*DNB)$	0,81
	Pot. DNB	$MST=0,1797*DNB^{2,099}$	0,87
DAP	Linear DAP	$MST=6,0732*DAP-22,599$	0,67
	Quad. DAP	$MST=0,3545*DAP^2 - 0,7185*DAP + 4,525$	0,72
	Exp. DAP	$MST=2,2594*\exp(0,243*DAP)$	0,78
	Pot. DAP	$MST=0,3059*DAP^{2,0133}$	0,88
H	Linear H	$MST=15,809*H-57,52$	0,42
	Quad. H	$MST=4,0503H^2-27,335*H+49,569$	0,51
	Exp. H	$MST=0,2417*\exp(0,7705*H)$	0,72
	Pot. H	$MST=0,0349*H^{3,7188}$	0,72
APC	Linear A	$MST=1,9993*H+5,8469$	0,69
	Quad. A	$MST=-0,0024*APC^2+2,0904*APC+5,3504$	0,69
	Exp. A	$MST=8,4807*\exp(0,0687*APC)$	0,59
	Pot. A	$MST=3,445*APC^{0,8551}$	0,82
Dap.H	Nasl. D.H	$MST=-0,0789*Dap^2+0,036*Dap^2*H+0,058*Dap*H^2-0,324H^2+\epsilon_i$	0,69
	Schu. D.H	$MST=0,054113*Dap^{1,587693*H^{1,498160}}+\epsilon_i$	0,88
	Chap DAP	$MST=1327,982(1-\exp^{-0,021451*DAP})^{2,243724}+\epsilon_i$	0,96

Modelos matemáticos de duas variáveis (Linear, Quadrático, Exponencial e Potencial); modelos matemáticos ajustados de duas e três variáveis (Naslund, Schumacher & Hall e Chapman-Richards).

Abreu *et al.* (2016) testaram diferentes modelos matemáticos para estimar a biomassa e nutrientes das partes aéreas baseados em variáveis dendrométricas de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Griseb.) Altschu no semiárido pernambucano. Os autores obtiveram o melhor índice R² de 91,99% para a biomassa total utilizando a equação de Chapman-Richards.

Dombroski e Pinto (2019) testaram o modelo clássico de Naslund e constataram que para a espécie *Croton sonderianus* Müll. Arg. o diâmetro e altura obtiveram boa correlação com a massa seca total, com R² = 0,81. O valor é inferior aos calculados nesse estudo, com exceção da espécie *M. tenuiflora* que provavelmente sofreu influência direta da rebrota verificada nos indivíduos avaliados.

Como verificado por (SAMPAIO; SILVA, 2005; SILVA; SAMPAIO, 2008) em trabalhos na caatinga, a variável DAP (cm) apresentou boas correlações com a massa seca total nessa pesquisa.

4. CONCLUSÃO

A área apresentou pequena quantidade de massa seca total, baixo número de indivíduos nas classes de diâmetros maiores, número elevado de rebrotas, sobretudo nas espécies *Cordia*

glazioviana e *Combretum leprosum*, dando indícios de que o fragmento florestal apresenta padrão de vegetação bastante alterado pelas atividades antrópicas.

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%).

Os modelos ajustados de Chapman-Richards, Schumacher-Hall e Naslund obtiveram os melhores resultados para estimar a biomassa das espécies estudadas.

As equações testadas e recomendadas para a estimativa da biomassa da parte aérea são as seguintes:

C. glazioviana ($MST=0,4422*Dap^{1,571452}*H^{0,101375}+ei$ e $MST=278,1965(1-exp^{-0,03811*DAP})^{2,367961}+ei$);

M. tenuiflora ($MST=1327,982(1-exp^{-0,021451*DAP})^{2,243724}+ei$);

M. ophthalmocentra ($MST=138,0792(1-exp^{-0,076484*DAP})^{2,398462}+ei$);

C. pyramidale ($MST=268,694(1-exp^{-0,024205*DAP})^{1,680664}+ei$) e

C. leprosum ($MST=203,4582(1-exp^{-0,053747*DAP})^{2,465795}+ei$).

O estoque de biomassa estimado na área para as cinco espécies foi de 585,65 t. O carbono fixado foi estimado em 292,82 t.

Dessa forma, conclui-se que quantificar previamente a biomassa total a ser retirada ou deixada em campo, como aporte necessário ao reestabelecimento nutricional do sítio e garantia da manutenção dos processos, bem como a redução dos impactos causados nestas áreas fragilmente perturbadas, acaba sendo de incomensurável valia.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. C. **Modelagem de biomassa e de nutrientes de espécies da Caatinga no município de Floresta – PE**. 2012. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

ABREU J. C.; SILVA J. A. A.; FERREIRA R. L. C.; ALVES JUNIOR F. T. Ajuste de modelos matemáticos lineares e não lineares para estimativa de biomassa e nutrientes de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* no semiárido pernambucano. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, p. 739-750, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v44n111.20>

ALVES JUNIOR, F. T. **Estrutura, biomassa e volumetria de uma área de Caatinga, Floresta-PE**. 2010. 151 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

ALVES, A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de Floresta**. 2019.115 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

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 Botanica Brasilica**, v. 19, n. 3, p. 615-623, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000300023>

BARRETO, T. N. A.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C.; ALMEIDA, C. C. S. Ajuste de modelos matemáticos à biomassa seca dos compartimentos de plantas lenhosas em área de caatinga. **Scientia Forestalis**, v. 46, n. 118, p. 285-295, 2018. DOI: [dx.doi.org/10.18671/scifor.v46n118.14](https://doi.org/10.18671/scifor.v46n118.14)

BEHLING, A.; SANQUETTA, C. R.; CARON, B. O.; SCHIMIDT, D.; ELLI, E. F.; DALLA CORTE, A. P. Teores de carbono orgânico de três espécies arbóreas em diferentes espaçamentos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 34, n. 77, p. 13-19, 2014. DOI: [10.4336/2014.pfb.34.77.562](https://doi.org/10.4336/2014.pfb.34.77.562).

BRAND, M. A. Potencial de uso da biomassa florestal da caatinga, sob manejo sustentável, para geração de energia. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 117-127, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509826452>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação**. Unidades de conservação por bioma. Brasília, DF, 2012.

CABRAL, G. A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, J. Estrutura espacial e biomassa da parte aérea em diferentes estádios sucessionais de Caatinga, em Santa Terezinha, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 03, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20130057>

CHATURVEDI, R. K.; RAGHUBANSHI, A. S. Aboveground biomass estimation of small diameter woody species of tropical dry forest. **New Forests**, v. 44, n. 4, p. 509-519, 2013.

DARIO, F. R. Estudo fitossociológico de uma área de caatinga em estágio inicial de sucessão ecológica no estado da Paraíba, Brasil. **Revista Geotemas**, v. 7, n. 1, p. 71-83, 2017.

DOMBROSKI, J. L. D.; PINTO, J. R. S. Crown Area as a Parameter for Biomass Estimation of *Croton sonderianus* Müll. Arg. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 4, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.024715>

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. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000400007>

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J. F.; GAMARRA-ROJAS, C. F. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J. F.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**, 2004. 48-90 p.

- GUEDES, R. da S.; ZANELLA, F. C. V., COSTA JÚNIOR, J. E. V.; SANTANA, G. M.; SILVA, J. A. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 99-108, 2012.
- GUERREIRO, S. F.; SARTORI, A. A. C.; BARBOSA, F. T.; KASPARY, R. M.; MARTINS, M. S.; MARCHIORI, L. M. Estimates of biomass and carbon in a planted forest by Schumacher & Hall method: A case study. **Revista em Agronegocio e Meio Ambiente**, v. 14, 2021. DOI: 10.17765/2176-9168.2021v14Supl.2.e8818
- HIGA, R. C. V.; CARDOSO, D. J.; ANDRADE, G. D. C.; ZANATTA, J. A.; ROSSI, L. M. B.; PULROLNIK, K.; SALIS, S. D. Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal. **Colombo: Embrapa Florestas**, v. 1, 2014.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2017. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 02 de mar. de 2022.
- 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.
- KAUFFMAN J. B.; SANFORD, R. L.; CUMMINGS, D. L.; SALCEDO, I. H. SAMPAIO, E.V.S.B. 1993. Biomass and nutrient dynamics associated with slash fires in neotropical dry forests. **Ecology**, v. 74, p. 140-151, 1993. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/1939509>
- KIILL, L. H. P.; PORTO, D. D. Bioma Caatinga: oportunidades e desafios de pesquisa para o desenvolvimento sustentável. **Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2019.
- LEAL, I. R.; SILVA, J. M.; TABARELLI, M.; LACHER JÚNIOR, T. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.
- LIMA, M. D. R.; BARROS JUNIOR, U. O.; ASSIS, M. R.; MELO, I. C. N. A.; FIGUEIREDO, I. C. R. Variabilidade das densidades básica e energética e estoque de carbono na madeira no fuste de clones de Eucalyptus. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 128, p. 1-17, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n128.04>
- MAIA, G. N. **Caatinga árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: Printcolor Gráfica e Editora, 2012, 413 p.
- MARQUES, F. J.; CABRAL, A. G. A.; LIMA, C. R.; FRANÇA, P. R. C. Florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas margens do rio Sucuru em Coxixola, Paraíba: reflexos da antropização. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 20058-20072, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n4-252>
- MELO, J. I. M.; PAULINO, R. C.; OLIVEIRA, R. C.; VIEIRA, D. D. Flora of Rio Grande do Norte, Brazil: Boraginales. **Phytotaxa**, v. 357, n. 4, p. 235-260, 2018. DOI: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.357.4.1>

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do solo e produção de biomassa no semiárido**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2008. 291 p.

PAREYN, F. G. C. Os recursos florestais nativos e a sua gestão no estado de Pernambuco – o papel do manejo forestal 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.

REIS, D. O.; MENDONÇA, D. A.; FABRICANTE, J. R. Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 7, n. 01, p. 041-051, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24221/jeap.7.01.2022.4540.041-051>

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: ecossistema caatinga**. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 24 p. 1992.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. C. C.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, v. 35, n.2, p. 209-217, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2236-89062008000200004>

SAMPAIO E. V. S. B.; SILVA, G. C. 2005. Biomass equations for Brazilian semiarid caatinga plants. **Acta Botanica Brasilica**, v. 19, n. 4, p. 935–943, 2005. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000400028>.

SAMPAIO, E.; GASSON, P.; BARACAT, A.; CUTLER, D.; PAREYN, F.; LIMA, K. C. Tree biomass estimation in regenerating areas of tropical dry vegetation in northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 6, p. 1135–1140, 2010.

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.

SANTOS, W. S.; SOUSA, M. P.; NÓBREGA, G. F. Q.; MEDEIROS, F. S.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C. 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. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v5i2.4171>

SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D.; ACERBI JR., F. W. (Org.). **Inventário Floresta de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFLA, 2008. p. 117-148.

SCHUMACHER, F. X.; HALL, F. S. Logarithmic expression of timber volume. *Journal of Forestry*, **Bethesda**, v.37, n.9, p.719-734, 1939.

SILVA, E. D. G.; ALVES, A. R.; HOLANDA, A. C.; BEZERRA, R. M.; MAGALHÃES, A. S. Biomassa e nutrientes na parte aérea de espécies arbóreas da Caatinga, Rio Grande do Norte. **Nativa**, v. 10, n. 1, p. 131-137, 2022. DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v10i1.13093>

SILVA, G. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Biomassas de partes aéreas em plantas da caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.3, p.567-575, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622008000300017>

SILVA, G. C. **Relação alométrica de dez espécies vegetais e estimativas de biomassa aérea da Caatinga**. 1998. 163f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1998.

SOARES, C. P. B.; NETO, F. P.; LOPEZ, A. S. **Dendrometria e inventario florestal**. 2.ed. – viçosa, MG: Ed. UFV. 2011.

VALADÃO, M. B.; CARNEIRO, K. M.; RIBEIRO, F. P.; INKOTTE, J.; RODRIGUES, M. I.; MENDES, T. R.; GATTO, A. Modelagem de Biomassa e Nutrientes em um Povoamento de Eucalipto no Cerrado. **Florestas**, v. 11, n. 10, p. 1097, 2020.

VASCONCELOS, A. D. M.; HENRIQUES, I. G. N.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S. de; SANTOS, W. de S.; RAMOS, G. G. Caracterização florística e fitossociológica em área de Caatinga para fins de manejo florestal no município de São Francisco-PI. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 4, p. 329-337, 2017.

VIRGENS, A. P.; BARRETO-GARCIA, P. A. B.; PAULA, A.; de CARVALHO, F. F.; ARAGÃO, M. A.; MONROE, P. H. M. Biomassa de espécies florestais em área de caatinga arbórea. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 37, n. 92, p. 555-561, 2017.

APÊNDICE

Herbário Dárdano de Andrade Lima (MOSS) – Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais

Nome comum	Nome científico	Família	Nº do registro
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae	15149
Aroeira	<i>Astronium urundeuva</i> (Allemão) Engl.	Anacardiaceae	15147
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis	Fabaceae	15138
Cumarú	<i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm.	Fabaceae	15148
Jucá	<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz	Fabaceae	15141
Jurema-branca	<i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G. Ribeiro, Seigler & Ebinger	Fabaceae	15140
Jurema-de-embira	<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Fabaceae	15139
Jurema-preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Fabaceae	15145
Marmeleiro	<i>Croton jacobinensis</i> Baill.	Euphorbiaceae	15135
Mofumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	Combretaceae	15143
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Fabaceae	15144
Pau-branco-louro	<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottschling & J.S. Mill.	Cordiaceae	15142
Pereiro	<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Apocynaceae	15137
Pinhão-bravo	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Euphorbiaceae	15136
Sabiá	<i>Mimosa caesalpinjifolia</i> Benth.	Fabaceae	15146