



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



GEOVANA GOMES DE SOUSA

REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA MANEJADA NO
MUNICÍPIO DE UPANEMA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

PATOS – PB
BRASIL
2021

GEOVANA GOMES DE SOUSA

**REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA MANEJADA NO
MUNICÍPIO DE UPANEMA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Allyson Rocha Alves

**PATOS – PB
BRASIL
2021**

GEOVANA GOMES DE SOUSA

**REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA MANEJADA NO
MUNICÍPIO DE UPANEMA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais,
da Universidade Federal de Campina Grande, no CSTR, como parte das exigências
para obtenção do Título de MESTRE em CIÊNCIAS FLORESTAIS.

Aprovada em: 28/05/2021

Prof. Dr. Allyson Rocha Alves
Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA/CCA/DCAF)
(Orientador)

ALAN CAUE DE
HOLANDA:04966623413

Assinado de forma digital por
ALAN CAUE DE
HOLANDA:04966623413
Dados: 2021.11.05 09:03:00 -03'00'

Prof. Dr. Alan Cauê de Holanda
Universidade Federal Rural Semi-Árido (UFERSA/CCA/DCAF)
(1º Examinador)

Documento assinado digitalmente



Ivone Alves Bakke
Data: 09/11/2021 16:12:13 -0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Prof^a. Dr^a. Ivonete A. Bakke
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG/CSTR/UAEF)
(2º Examinador)

PATOS – PB
BRASIL
2021

S725r

Sousa, Geovana Gomes de.

Regeneração natural em uma área de caatinga manejada no município de Upanema no estado do Rio Grande do Norte / Geovana Gomes de Sousa. – Patos, 2021.

75 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Allyson Rocha Alves".

Referências.

1. Manejo Florestal. 2. Ecologia. 3. Conservação dos Recursos Florestais. 4. Caatinga e Resiliência. I. Alves, Allyson Rocha. II. Título.

CDU 630*23(043)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado até aqui, sempre cuidando e me livrando de todo o mal, presente em todas as etapas da minha vida, dando-me força e discernimento para que fosse possível a concretização desse meu sonho.

Aos meus pais, Vamberto e Edicleide, as pessoas a quem devo tudo que me tornei hoje, meu muito obrigada por sempre me apoiarem, por todo amor e compreensão a mim dedicados desde o momento do meu nascimento até os dias de hoje, por toda a confiança depositada nesse meu sonho e por jamais me deixarem esquecer o sentido de família. Eu agradeço, mainha e painho, por serem minha base e meu alicerce, não permitindo que, em momento algum, eu me sentisse sozinha neste mundo. Minha vitória sempre será a nossa vitória.

Ao meu irmão Diego, por partilhar comigo essa vida que eu nem sei o que seria dela sem ele ao meu lado, sempre cumprindo o seu papel de irmão mais velho, cuidando de mim, protegendo-me e fazendo o possível e o impossível para me ver feliz, colocando-me sempre em primeiro lugar, dando-me a certeza que desde o dia em que eu nasci. Jamais seria sozinha para enfrentar o mundo. Às minhas irmãs mais novas, Ana Vitória e Karolina, que, mesmo em meio a distância desses anos, sempre me deram forças e motivação para que conseguisse concluir essa etapa da minha vida. Tudo pela nossa família.

Ao meu orientador, professor Allyson Rocha Alves, agradeço por toda disponibilidade e atenção todas as vezes em que precisei. Mesmo com a distância, sempre muito disponível para a orientação.

À minha querida e admirada coorientadora, Ivonete Alves Bakke, que foi muito importante na minha caminhada, mais que uma professora e sim uma verdadeira mãe, sempre muito paciente, compreensiva, serena e amorosa. Obrigada por partilhar comigo seus conhecimentos durante essa jornada da minha vida.

Aos amigos que sempre estiveram comigo, pois, juntos, formamos uma verdadeira família: Beatriz, Marília, Vinicius, sempre me dando forças, aconselhando e apoiando em todos os momentos, nunca permitindo que eu me sentisse sozinha durante essa caminhada.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, por toda ajuda e aprendizado ao longo dessa jornada.

E a todos aqueles que contribuíram para o meu crescimento pessoal de alguma maneira, eu agradeço de coração.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

SOUSA, Geovana Gomes. **REGENERAÇÃO NATURAL EM UMA ÁREA DE CAATINGA MANEJADA NO MUNICÍPIO DE UPANEMA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE** 2021. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. CSTR/UFCG, Patos – PB 2021. 72f

RESUMO

Sabendo que as florestas nativas desenvolvem um importante papel socioeconômico na região do semiárido brasileiro, torna-se essencial o entendimento dos impactos que as atividades exploratórias exercem sobre elas e no ecossistema em geral. Assim, é fundamental conhecer como a vegetação se recupera após uma exploração realizada através do plano de manejo sustentável. O presente estudo teve como objetivo avaliar a regeneração natural do estrato arbóreo-arbustivo, bem como verificar o acúmulo de serapilheira em uma área de caatinga sob sistema de manejo florestal no município de Upanema-RN. A pesquisa foi realizada em uma área de vegetação de caatinga que se encontra sob regime de manejo no referido município, cujo início de exploração, na UPA1, ocorreu em 2014, encontrando-se atualmente em fase de recuperação. Para o estudo do componente regenerante adulto, foram alocadas aleatoriamente dez unidades amostrais cada uma com 400m², sendo mensurados todos os indivíduos com CAP $\geq 6,0$ cm e avaliada a composição florística, estrutura horizontal, vertical e distribuição diamétrica. Já para avaliação do componente regenerante juvenil, utilizaram-se dez subunidades amostrais, cada uma com 25m², sendo mensurados os indivíduos com CAP $< 6,0$ cm e altura $> 0,5$ m, para avaliar a composição florística, estrutura horizontal e a estrutura da regeneração natural (RNT). No estudo da estimativa do estoque de serapilheira, coletaram-se dez amostras com o auxílio de um molde vazado de 0,25 m², lançado de forma aleatória em cada unidade amostral. A coleta foi realizada em dois períodos distintos do ano (seco e chuvoso), o material coletado foi separado em frações, e os resultados foram comparados através do teste de Tukey a 5%. Para a análise química da serapilheira, foram confeccionadas dez amostras homogêneas referentes às unidades amostrais, as quais foram encaminhadas ao laboratório para realização das análises e determinação dos teores de nutrientes presentes na serapilheira. No estudo dos indivíduos adultos, foram amostrados 488 indivíduos, 14 espécies, 13 gêneros e 6 famílias; no componente juvenil, foram 179 indivíduos, 9 espécies, 8 gêneros e 3 famílias. As espécies que mais se destacaram em ambos os componentes foram *Manihot glaziovii* Mull.Arg. *blanchetianus* Baill, *Bauhinia forficata* L. Os índices de diversidade registrados para a área foram 1,90 nats.ind⁻¹ Shannon-Weaver (H'), 0,72 equabilidade de Pielou (J) para o arbóreo e 1,35 nats.ind⁻¹ Shannon-Weaver (H'), 0,61 equabilidade de Pielou (J) para o regenerante. As densidades absolutas registradas para a área foram 1.220 ind.ha⁻¹, 7.160 ind.ha⁻¹, para arbóreo e regenerante, respectivamente. Em relação à serapilheira acumulada na área estudada nos dois períodos avaliados, os maiores valores foram encontrados no período chuvoso, com um acúmulo de 4.217,32 kg.ha⁻¹, com destaque para a fração galhos; vno período seco, o valor total foi de 2.295,2 kg.ha⁻¹, com destaque para a fração folhas. Com relação aos nutrientes na serapilheira, a sequência foi Ca>N>K>Mg>S>P. No geral, os resultados apresentados pela vegetação permitem dizer que a área se encontra em fase de recuperação, e o regime de exploração adotado foi um dos fatores determinantes que favorece este processo, assegurando a continuidade dos recursos disponíveis.

Palavras-chave: Manejo Florestal, Caatinga e Resiliência

ABSTRACT

Knowing that native forests play important social and economic roles in the Brazilian semiarid region, it is essential to understand the impacts that exploratory activities have upon them and also on the ecosystem in general. Thus, it is essential to know how the vegetation recovers after exploration carried out through sustainable management plan. This work aimed at evaluating the natural regeneration of the arboreal-shrub layer, as well as verifying the accumulation of litterfall in a caatinga area under a forest management system in the town of Upanema, RN. The research was carried out in an area of caatinga vegetation which is under management regime in that town, whose exploration began at annual production unit (APU1) in 2014 and it is currently in the recovery phase. For the study of the adult regenerating component, ten sampling units each with 400m² were randomly allocated, where all individuals were measured with diameter at breast height (DBH) ≥ 6.0 cm; and floristic composition, horizontal and vertical structures and diameter distribution were also evaluated. As for the evaluation of the juvenile regenerating component, ten sample subunits were used, each with 25m², in which individuals with DBH < 6.0 cm and height > 0.5 m were measured to evaluate the floristic composition, horizontal structure and the structure of total natural regeneration (TNR). In the study of the litterfall deposition, ten samples were collected with the aid of a hollow mold measuring 0.25 m², launched at random in each sampling unit. The collection was carried out in two distinct periods of the year (dry and rainy), the collected material was separated into fractions, and the results were compared using the Tukey test at 5%. For the chemical analysis of the litterfall, ten homogeneous samples referring to the sampling units were prepared, which were sent to the laboratory for analysis and determination of the levels of nutrients present in the litterfall. In the study of adult individuals, 488 individuals, 14 species, 13 genera and 6 families were sampled; in the juvenile component there were 179 individuals, 9 species, 8 genera and 3 families. The species that stood out the most on both components were *Manihot glaziovii* Mull.Arg. *blanchetianus* Baill, *Bauhinia forficata* L. The recorded diversity indexes in the area were 1.90 nats.ind⁻¹ Shannon-Weaver (H'), 0.72 Pielou's evenness index (J) for arboreal and 1.35 nats. ind⁻¹ Shannon-Weaver (H'), 0.61 Pielou evenness (J) for the regenerant. The absolute densities recorded for the area were 1,220 ind.ha⁻¹, 7,160 ind.ha⁻¹, for arboreal and regenerating, respectively. Regarding the litterfall accumulated in the studied area in the two periods evaluated, the highest values were found in the rainy season, with an accumulation of 4,217.32 kg.ha⁻¹, with emphasis on the branches fraction, whereas the dry period the total value was of 2,295.2 kg.ha⁻¹, with emphasis on the leaves fraction. Considering the litterfall nutrients, the sequence was Ca>N>K>Mg>S>P. In general, the results presented by the studied vegetation allow us to say that the area is in a recovery phase, and the exploration regime adopted was one of the determining factors that favors this process, ensuring the continuity of available resources.

Keywords: Forest Management, Caatinga vegetation and Resilience

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da localização do município de Upanema, Rio Grande do Norte.....	21
Figura 2 – Médias de precipitação anual (mm) registradas durante o período de 2010 a 2020 no município de Upanema, RN.....	22
Figura 3 – Demarcação das parcelas no campo em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN.	23
Figura 4 – Esquema da delimitação da parcela com subparcelas em uma das extremidades	23
Figura 5 – Localização das unidades amostrais distribuídas em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN.	24
Figura 6 – Mensuração de variáveis CAP (A) e Altura (B) nas unidades amostrais, em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN.	25
Figura 7 - Representação gráfica da curva (espécie-área) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	33
Figura 8 – Distribuição dos indivíduos amostrados em classes de altura (m) na área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	41
Figura 9 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	43
Figura 10 – Representação gráfica da suficiência amostral (área x espécies), em função da regeneração natural, em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	44
Figura 11 – Número de indivíduos distribuídos dentro das três classes de alturas (classe I: 0,5 – 1,0; classe II: 1,0 – 2,0; classe III: < 2,0), em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	51
Figura 12 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), em função das espécies arbóreas ($CAP \geq 6,0$ cm) encontradas nas 10 parcelas amostrais em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN	57
Figura 13 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), em função das espécies regenerantes ($CAP \leq 6,0$ cm) encontradas nas 10 parcelas amostrais em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.	58

Figura 14 – Diagrama de ordenação, pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), indicando as correlações entre as espécies arbóreas ($CAP \geq 6,0\text{cm}$) e os dados dos nutrientes encontrados na serapilheira presente nas unidades amostrais, em uma área de caatinga manejada no município de Upanema/RN.....60

Figura 15 – Diagrama de ordenação, pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), indicando as correlações entre as espécies regenerantes ($CAP < 6,0\text{ cm}$) e os dados dos nutrientes encontrados na serapilheira presente nas unidades amostrais, em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coordenadas geográficas das unidades amostrais utilizadas na área de estudo.	24
Tabela 2 – Distribuição das classes de altura e diâmetro dos indivíduos arbóreos amostrados em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN.	26
Tabela 3 – Distribuição das classes de altura dos indivíduos regenerantes inventariados.....	26
Tabela 4 – Análise química do solo em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN, nos períodos chuvoso e seco.	30
Tabela 5 – Listagem florística presente nas dez parcelas do inventário florestal em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.	34
Tabela 6 – Índices (Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Índice de equabilidade de Pielou (J'')) do componente arbóreo em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	36
Tabela 7 – Estimativa da densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) e valor de importância relativo (VI%) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	38
Tabela 8 – Listagem florística dos indivíduos regenerantes presentes nas dez subparcelas do inventário florestal em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	45
Tabela 9 – Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J''), para regeneração natural em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.	46
Tabela 10 – Frequência absoluta (FA), Frequência relativa (FR), Densidade absoluta (DA), Densidade relativa (DR) das espécies amostradas nas subunidades amostrais em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.	48
Tabela 11 – Estimativas da regeneração natural por classes de altura em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....	50
Tabela 12 – Serapilheira acumulada ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ e $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$), em dois períodos distintos (seco e chuvoso), em função das frações (folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.	53

Tabela 13 – Teores médios de nutrientes na serapilheira acumulada em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN.....55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Bioma Caatinga	13
2.2 Manejo florestal sustentável da caatinga	15
2.3 Dinâmica da regeneração natural em florestas	16
2.4 Regeneração natural no Bioma Caatinga.....	18
2.5 Estoque de serapilheira em solos florestais	19
3.1 Localização e caracterização da área de estudo	21
3.2 Coleta e análise de dados	22
3.3 Parâmetros Fitossociológicos	27
3.3.1 Componente arbóreo adulto regenerante	27
3.3.2 Regeneração Natural	28
3.4 Diversidade Florística	29
3.5 Determinação das Características Químicas do Solo	30
3.6 Estimativa do estoque de serapilheira acumulada	31
3.7 Análises Estatísticas	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Parâmetros do componente adulto	33
4.1.1 Composição florística	34
4.1.2 Diversidade	36
4.1.3 Estrutura horizontal.....	38
4.1.4 Distribuição da vegetação em classes hipsométricas e diamétricas ..	41
4.2 Parâmetros do componente regenerante.....	44
4.2.1 Composição florística	44
4.2.2 Diversidade	46
4.2.3 Estrutura horizontal.....	48
4.2.4 Distribuição em classes de altura	51
4.3 Estoque de Serapilheira	53
4.3.1 Acúmulo de serapilheira no solo.....	53
4.3.2 Teores de nutrientes na serapilheira.....	55
4.4 Análises Multivariadas.....	56
CONCLUSÕES.....	63
REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste ocupa uma área de aproximadamente 1.558.000 km² do território brasileiro (IBGE, 2017), onde cerca de 1,03 milhão de km² é ocupado pela região semiárida (MIN, 2017). O bioma predominante na região é Caatinga, que ocupa uma área de aproximadamente 912.529 km² (SILVA, LEAL, TABARELLI, 2017). Esse bioma representa um importante papel para o desenvolvimento do Nordeste, especificamente para a região do semiárido. Sua vegetação é formada por árvores e arbustos com a presença de espinhos. São xerófilas, lenhosas de grande e pequeno porte, com grande diversidade de cactos, bromélias e riqueza no estrato herbáceo (MEDEIROS et al., 2018).

Mesmo com toda essa importância, esse bioma apresenta um grande histórico de exploração insustentável dos recursos naturais (PEREIRA FILHO; BAKKE, 2010), que teve seu início desde o período da colonização, quando ocorreu uma grande utilização dos recursos disponíveis de forma extrativista (MARTINS et al., 2018).

Como essa vegetação serve como ferramenta de geração de renda para a população da região, é fácil compreender a busca por alternativas de exploração desses recursos naturais de forma viável. Alguns estudiosos afirmam que a utilização do manejo florestal sustentável possui um grande papel na conservação dos recursos naturais (CARVALHO et al., 2020).

Diante disso, percebe-se a importância do conhecimento e entendimento dos impactos causados pelas interferências antrópicas na vegetação, resultante dos sistemas de exploração adotados em um ecossistema natural, afetando, assim, as particularidades do meio como fatores ambientais e padrões vegetacionais (LUCENA; SILVA; ALVES, 2016).

Dessa forma, justifica-se a realização de pesquisas em áreas manejadas de caatinga na busca de respostas sobre a maneira como a vegetação está respondendo ao tipo de exploração adotado, como se encontra a regeneração natural da vegetação, para que assim possa servir de base sobre qual o tempo mais indicado para que a área esteja recuperada e que se possa garantir o equilíbrio necessário para a continuidade da floresta.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivos avaliar a regeneração natural do estrato arbóreo-arbustivo, bem como verificar o acúmulo de serapilheira em uma unidade de produção anual (UPA) sob sistema de manejo florestal no município de Upanema-RN, com vistas a oferecer subsídios técnicos às ações voltadas para a sustentabilidade e recuperação do referido ecossistema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bioma Caatinga

O bioma Caatinga é o único que possui limites exclusivamente dentro do território brasileiro. Seu nome deriva-se da língua tupi-guarani que significa “floresta branca”. O bioma localiza-se em uma área de 58% da região Nordeste, especificamente nos estados: Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e uma pequena porção no Maranhão e norte de Minas Gerais (MMA, 2016). Ocupa 10,1% do território nacional (MAPSBIOMAS, 2019).

Em toda a ocupação territorial do bioma Caatinga, observam-se diversas fitofisionomias na vegetação, o que permite servir como justificativa à divisão do bioma em nove áreas distintas que são conhecidas como as ecorregiões (SILVA, LEAL, TABARELLI, 2017), em que é notória a mudança dos componentes vivos em função das características particulares de cada região, como solo, disponibilidade hídrica, presença de corpos d’água, entre outros fatores (PAREYN et al., 2013).

É grande a heterogeneidade de paisagens encontradas no bioma Caatinga, e tais diferenças estão ligadas a variações climáticas, geomorfológicas, topográficas e atividade antrópicas que agem de maneira determinante na distribuição, riqueza e diversidade dos ecossistemas existentes (ARAÚJO FILHO, 2013).

A vegetação predominante na região é a caatinga, que é composta por espécies xerófitas, decíduas, herbáceas, arbustivas, arbóreas de porte pequeno e bem ramificadas, geralmente apresentando espinhos, árvores com casca clara e que apresentam a característica de perder suas folhas na estação seca, como também o reestabelecimento das mesmas com a chegada do período chuvoso na região (ARAÚJO FILHO, 2013; PAREYN et al., 2013; PEREIRA FILHO; BAKKE, 2010). Sua vegetação é composta por árvores e arbustos bastante ramificados, comumente dotados de espinhos ou acúleos, folhas pequenas, presença de muitos exemplares de cactáceas e bromeliáceas, apresentando influência direta com a sazonalidade regional (FERNANDES; QUEIROZ, 2018).

Quanto à diversidade de espécies, a caatinga é bastante rica, sendo possível encontrar cerca de 4.963 angiospermas e, destas, mais de 2.622 são endêmicas da caatinga (FLORA DO BRASIL 2020, 2020).

O clima da região interfere diretamente nas variações dos elementos constituintes das paisagens do bioma, relevo e diversidade de solos. Esses elementos estão intimamente ligados e recebem grande influência das temperaturas médias em torno de 28 °C, com baixas variações entre os meses e anos, e precipitação média entre 300 a 800 mm

, distribuindo-se irregularmente em três ou quatro meses durante a estação chuvosa, causando um efeito negativo ao balanço hídrico nos demais meses do ano, aumentando assim o índice de aridez na região (LIMA et al., 2019).

Segundo Sampaio (2010), os solos predominantes na região são variáveis, desde as superfícies rochosas até as camadas de muitos metros de profundidade, podendo ser arranjos desde os solos muito rasos (neossolos litólicos), passando pelos de profundidade intermediária, como os neossolos regolíticos, luvisolos e planossolos, até os de vários metros de espessura (neossolos quatzarênicos). O mesmo autor ressalta que, em relação às diferentes texturas, os solos dependem diretamente do material originário e recebem influência dos processos de formações, variando de muito arenosos até os muito argilosos, diferenciando-se também quanto às suas características físicas.

A região em que o bioma Caatinga está inserida é considerada o semiárido mais populoso do mundo. Com isso, as ações antrópicas exploratórias desenfreadas dos recursos existentes colaboram significativamente para a degradação de suas florestas nativas. Entre as atividades exploratórias que mais apresentam efeito negativo, destacam-se pecuária, agricultura e exploração madeireira, como principais agressões aos diversos ecossistemas deste bioma (ARAÚJO FILHO, 2013).

O uso indiscriminado dos recursos naturais é um dos principais causadores da devastação da caatinga, deixando áreas do bioma impróprias para o cultivo, contribuindo, assim, para um dos problemas mais preocupantes da região: a desertificação. Assim, entende-se a busca por alternativas de uso sustentável na tentativa de minimizar os efeitos negativos, como também recuperar tais áreas, garantindo assim a continuidade dos recursos (SOUSA; HONORIO, 2020).

2.2 Manejo florestal sustentável da caatinga

A busca pela conservação das florestas é crescente, devido ao avanço na devastação dos ecossistemas naturais.

No bioma Caatinga, não é diferente a expansão da utilização das terras e o aumento das atividades de exploração, o que resultou em um aumento considerável das áreas degradadas, fazendo com que grande parte da vegetação nativa tenha sido transformada em áreas de pastagens e outros usos exploratórios dos solos, favorecendo a elevação dos níveis de aridez na região (SOUSA; HONORIO 2020).

O processo histórico de ocupação da caatinga deu-se através da exploração dos insumos florestais de maneira desordenada, atingindo diretamente as atividades madeireiras, caça, queimada, exploração de mel, plantas medicinais, frutos nativos, como também atividades de agricultura e pastejo. Tais atividades juntamente com as secas sucessivas e a baixa distribuição da renda podem ser consideradas como principais causadoras da degradação dos ecossistemas deste bioma (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013).

A constante e crescente exploração ilegal das florestas, associada às características naturais da região, afeta a vegetação do bioma de maneira negativa. As florestas nativas servem como ferramenta para geração de renda para a população local. Com isso, o manejo florestal dessa vegetação auxilia no abastecimento da matriz energética da região, pois é uma alternativa sustentável para os habitantes, e favorece a conservação dos recursos disponíveis do bioma (SANTOS et al., 2017a).

Os estudos sobre o uso sustentável dos recursos naturais da caatinga e a conservação são realizados há mais de 10 anos. Já se conhecem as inúmeras potencialidades e os múltiplos usos que se podem destinar à vegetação, como também a contribuição que os recursos naturais fornecem na geração de renda para os habitantes da região. Apesar disso, os estudos ainda são poucos disseminados, destacando uma ausência de conhecimento sobre as particularidades da vegetação e a dinâmica das florestas, informações essas que são imprescindíveis para a conservação da vegetação (PAREYN; VIEIRA; GARIGLIO, 2015).

Conhecendo a necessidade do uso dos recursos provenientes da floresta com sustentabilidade, surge como alternativa o manejo florestal nos ecossistemas do bioma Caatinga, a fim de assegurar a continuidade dos recursos disponíveis nas

florestas, obedecendo a uma série de regras previamente estabelecidas para garantir a sustentabilidade (ANDRADE et al., 2019).

Conhecer o tempo de corte nos planos de manejo na caatinga é muito importante. Os estudiosos Riegelhaupt, Pareyn e Bacalini (2010) informam existir uma enorme heterogeneidade sobre o tempo estimado de corte na caatinga, com médias entre 8 a 20 anos, afirmando também que, em um período menor que 10 anos, podem-se apresentar resultados satisfatórios para produzir lenha, no entanto é preciso que o local apresente boas condições com relação ao clima, solo e relevo. Apesar do ciclo entre 15 e 20 parecer ser bom, existe uma ausência sobre estudos mais completos.

Andrae; Schneider; Durlo (2018) afirmam que, quando o manejo florestal segue uma legislação adequada, resulta em respostas satisfatórias, já que os benefícios da floresta se unem aos interesses socioeconômicos da população local, conseguindo assim uma produção de maneira sustentável.

A sustentabilidade do manejo florestal na caatinga desperta algumas dúvidas, pois é bastante confundida com o desmatamento, devido aos tipos de corte que são adotados, sendo, em sua maioria, o corte raso, diferente dos realizados nas florestas úmidas. Essa ideia errada sobre o manejo na caatinga não leva em consideração aspectos importantes como particularidades de cada vegetação, não sendo possível extrapolar técnicas satisfatórias em uma vegetação ou ambiente específico para todos os tipos de florestas (RIEGELHAUPT; PAREYN; BACALINI, 2010). Os autores ressaltam que a Caatinga é um bioma da região semiárida e que, diante das condições adversas da região, as árvores desenvolvem adaptações como: alta regeneração por tocos e cepas, rápido crescimento em períodos úmidos e queda de folhas como estratégia nos períodos secos, colaborando com a viabilidade do manejo como também com sua sustentabilidade.

2.3 Dinâmica da regeneração natural em florestas

A regeneração natural em uma floresta refere-se às primeiras fases da vida das plantas presentes, características como o estabelecimento e desenvolvimento, que apresentam relações diretas com o que diz respeito à perpetuação dos indivíduos e manutenção como também na formação futura de novas florestas

(SANTIAGO; FONSECA; CARVALHO, 2014). Entender os processos dinâmicos da regeneração natural em uma floresta é possível através de conhecimentos sobre características da vegetação. Assim, a análise estrutural da vegetação é imprescindível para o melhor planejamento do manejo florestal e o emprego de práticas silviculturais que deverão ser adotadas, de modo que se possa garantir o melhor aproveitamento da floresta (GAMA et al., 2003).

Segundo Finol (1971), a sobrevivência e desenvolvimento da floresta depende diretamente da maneira como ocorre a regeneração, o que irá assim refletir nos indivíduos que poderão assegurar a continuidade da floresta.

A regeneração natural é responsável pelo estoque genético e os indivíduos existentes nela, que irão substituir os demais, à medida que o ambiente forneça condições para que estes consigam se desenvolver e consigam ocupar as classes de tamanhos superiores (GARCIA et al., 2011). A maneira como as florestas se regeneram vai depender dos métodos que propiciam a entrada e posterior estabelecimento dos novos indivíduos, o banco de sementes no solo, a chuva de sementes e o banco de plântulas (ÁVILLA et al., 2013).

Para garantir que a regeneração natural ocorra e seja bem sucedida, é importante conhecer as características dos indivíduos que compõem o quadro florístico da área, como a sua posição fitossociológica e as maneiras de dispersão de sementes, as quais influenciarão diretamente na diversidade da floresta, como também na composição florística (COSTA; ALVES, 2016).

Os ecossistemas florestais naturais são dinâmicos tanto em sentido espacial quanto temporal, o que resulta em uma enorme diversidade de mosaicos de estádios sucessionais, onde a composição florística está interligada com os fatores ecológicos como também a ecofisiologia de cada espécie da composição deste ecossistema florestal (MACHADO et al., 2017). Assim, estudos baseados na regeneração natural em florestas naturais tornam-se imprescindíveis para a compreensão de como ocorrem as relações ecológicas, servindo assim como subsídio para o manejo florestal sustentável (GONZAGA et al., 2007).

2.4 Regeneração natural no Bioma Caatinga

Na região semiárida, é comum encontrar terras tornando-se impróprias para cultivo e que acabam sendo abandonadas, permitindo o início dos processos de sucessão natural.

Alves, Araújo e Nascimento (2009) ressaltam que, em áreas de vegetação de caatinga, quando existe a regeneração natural, estas são geralmente caracterizadas por um pequeno porte, em geral arbustiva, pouca diversidade em espécies e uma grande presença de ramificações ao nível do solo. As etapas de regeneração das florestas não são concluídas, pois essas áreas passam por alguma intervenção, como o superpastejo e atividades de agricultura, que acabam por interferir negativamente na dinâmica de regeneração da vegetação nativa (ANDRADE et al., 2005).

As pesquisas sobre a regeneração natural na caatinga vêm aumentando em função da grande busca por respostas de como ocorre esse processo na vegetação nativa, levando em consideração os diferentes modelos de exploração que podem ser adotados na região. Pode-se afirmar que existem boas referências de estudos disponíveis sobre isso, como citações de Alves et al. (2010); Pareyn et al. (2010); Pimentel (2012); Alves Junior et al. (2013); Silva et al. (2012); Lucena; Silva; Alves, (2016); Ribeiro et al. (2017).

Estudos realizados por Cavalcanti et al. (2009), em área de caatinga no Estado de Pernambuco, onde houve corte raso, em dois levantamentos com intervalo de cinco anos, concluíram que ocorreu o aumento da densidade, dominância e biomassa, mas os autores ressaltam que algumas populações florestais refletem diretamente as condições edafoclimáticas da região, especificamente as muitas variabilidades destas condições em todo o bioma Caatinga.

Andrade et al. (2007), em estudos também sobre a regeneração natural em área de caatinga, ressaltam o tempo de abandono das áreas quando analisando a vegetação sucessional em um campo de sisal abandonado há 30 anos, em Pocinhos, Paraíba. Os autores concluíram que o período de 30 anos foi razoável para a recomposição do ecossistema, com base na diversidade e estrutura apresentadas pela vegetação.

Estudos realizados por Pareyn et al. (2010), relacionados à dinâmica da vegetação, com diferentes regimes de manejo adotados, constataram mudanças na estrutura da regeneração, observando redução nas densidades e nos tratamentos estudados, independentemente do tipo de corte realizado, após 11 anos de intervenção. Eles verificaram que a vegetação conseguiu recuperar sua densidade, ultrapassando até os valores de densidade encontrados inicialmente.

Lucena, Silva e Alves (2018), comparando a regeneração natural em duas áreas distintas sob diferentes regimes de manejo, constataram que as espécies pertencentes ao grupo das pioneiras destacaram-se nas duas áreas e ressaltaram que as diferentes modalidades de corte utilizadas nas áreas afetaram um pouco a regeneração natural, uma vez que observaram diferenças na composição das espécies mais importantes na regeneração natural entre os ambientes.

Souza et al. (2019), estudando a regeneração sob influência da exploração da vegetação em regime de manejo florestal sustentável em Cuité-PB, observaram que a exploração através do manejo florestal favoreceu a manutenção da vegetação, não afetando negativamente a sua diversidade florística. Os autores verificaram que o intervalo entre a exploração da vegetação e o corte influenciou positivamente no aumento da densidade.

2.5 Estoque de serapilheira em solos florestais

O estoque de serapilheira refere-se à porção superficial dos solos nos ambientes florestais e é constituído por folhas, galhos e detritos que auxiliam na dinâmica dos ecossistemas, principalmente no processo regenerativo, na conservação e manutenção da floresta, através da ciclagem de nutrientes. A serapilheira exerce a função de proteger contra as altas temperaturas, podendo conter uma grande quantidade de sementes, presença abundante de microfauna, mesofauna e macrofauna, que aceleram a decomposição dos materiais, auxiliando a fertilização natural dos solos (COSTA et al., 2007). Estes autores destacam a grande importância sobre o conhecimento a respeito da deposição de serapilheira no solo e análise dos seus componentes para promover uma melhor conservação das áreas e também suas relações com o ambiente.

Moura (2010) afirma que, em um ecossistema florestal, a porção ocupada por serapilheira e solo é a principal porta de entrada para o início da ciclagem dos

nutrientes, embora a dinâmica da ciclagem possa variar nos diferentes estádios sucessionais da floresta e também com a diversidade de espécies existentes na composição florística.

A matéria orgânica nos solos é proveniente do processo de decomposição da serapilheira, sendo que, ao fim desse processo ocorre a liberação dos nutrientes e a dissipação de parte do dióxido de carbono.

É uma fonte importante de nutrientes para as plantas e os microrganismos, pois auxilia na melhoria da característica de retenção de umidade, evitando também impactos nos solos, prevenindo a erosão e contribuindo positivamente nas características físicas dos solos (HOLANDA et al., 2015).

Os fatores bióticos e abióticos de cada ecossistema interferem na decomposição da serapilheira, a exemplo do tipo de vegetação, da altitude, da latitude, do regime pluviométrico, da temperatura, da luminosidade, do estágio sucessional da floresta, da disponibilidade hídrica e da estrutura dos solos (PINTO et al., 2008).

Para os ambientes florestais de caatinga, Lopes et al. (2009) ressaltam que a produção de serapilheira é menor quando comparada a outras regiões do Brasil, devido às características pluviométricas, à distribuição irregular no sentido espacial e temporal das chuvas. Os solos encontrados na região resultam em uma baixa capacidade de retenção de água, influenciando na umidade.

Moura (2010) destaca que a produção da serapilheira medida nos ambientes de caatinga que apresentam condições mais inóspitas de solo e clima mostram-se similares na maioria dos estudos realizados, cujos valores médios estão entre 1500 a 3000 kg.ha.ano⁻¹.

Henriques et al. (2016), estudando o acúmulo de serapilheira, sob a dinâmica vegetacional da Caatinga, em unidade de conservação observaram que a produção da serapilheira foi fortemente influenciada pela sazonalidade, apresentando os maiores valores de produção durante a estação seca, com os maiores valores apresentados na fração folha.

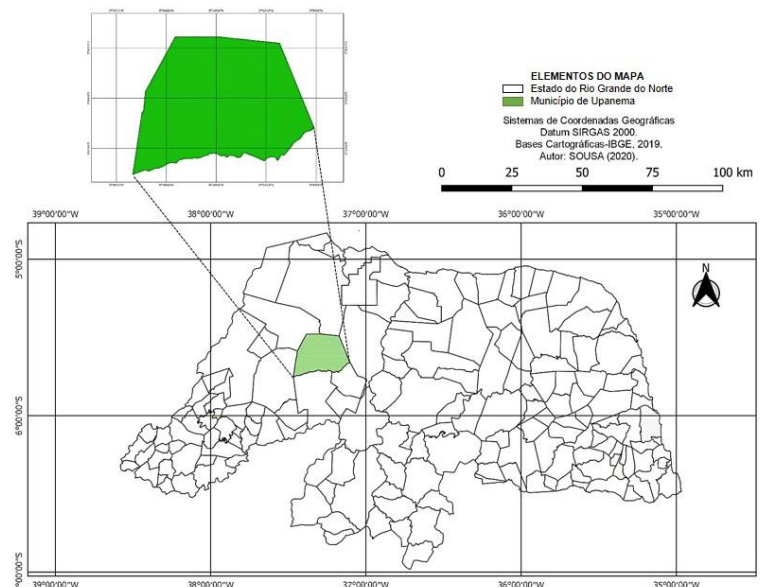
Souza et al. (2017), estudando uma área sob regime de manejo em São José de Espinharas-PB, comparando áreas com diferentes intervalos de exploração, observaram que os maiores valores de serapilheira foram encontrados na área que estava em processo de exploração e que os maiores valores de serapilheira foram encontrados na área que estava em processo de exploração.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área de estudo

A pesquisa foi realizada na Fazenda Baixa da Oiticica, que está localizada entre as coordenadas geográficas S 5°29'58,2" e W 37°20'28,8" (SIRGAS 2000), próxima à área urbana do município de Upanema/RN (Figura 1) (CPRM, 2014), na região geográfica imediata do médio oeste Mossoroense (IBGE, 2017).

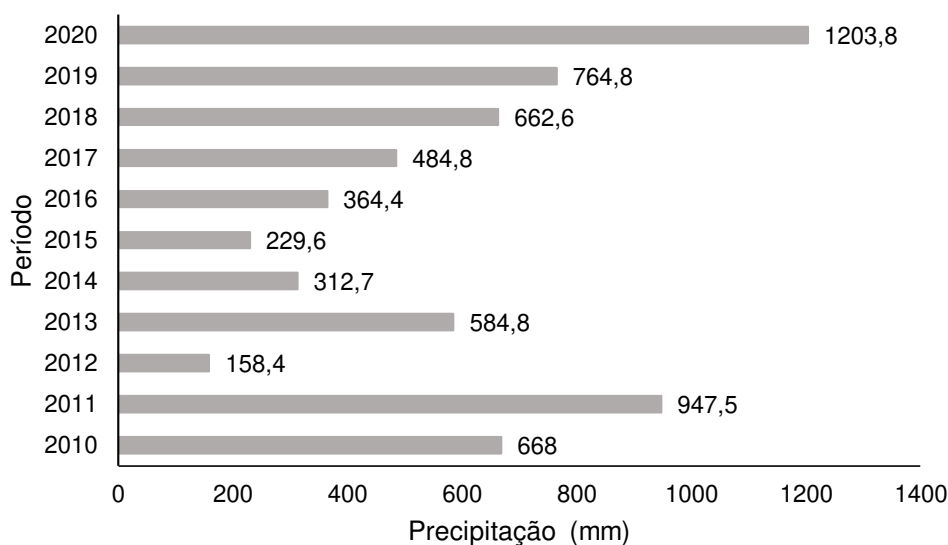
Figura 1 – Representação da localização do município de Upanema, Rio Grande do Norte



Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A região apresenta um clima quente e semiárido, com chuvas distribuídas de maneira irregular, concentradas nos primeiros meses do ano, geralmente de março a maio, sendo que a precipitação média anual dos últimos 10 anos foi de 638,14 mm (Figura 2). A média de temperatura anual é de 28,1 °C, e a umidade relativa do ar em torno de 70%.

Figura 2 – Médias de precipitação anual (mm) registradas durante o período de 2010 a 2020 no município de Upanema, RN



Fonte: EMPARN (2020).

A vegetação do município é caracterizada como caatinga hiperxerófila, de região seca, com predominância de cactáceas e espécies de pequeno porte. Entre elas, podemos destacar a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., *Combretum leprosum* Mart e *Croton sonderianus* Muell Arg (CPRM, 2014).

A área onde foi desenvolvido o estudo apresenta um longo histórico de exploração através da pecuária extensiva, com baixa utilização de tecnologia e pouco aproveitamento para atividades agrícolas, sendo utilizada, em sua maioria, para o pastejo animal. Em 2014, foi implementado o plano de manejo florestal com o intuito de otimizar a produção de lenha em um ciclo de corte de 15 anos e aumentar o suporte de forragem, controlando o pastejo dos animais, obedecendo aos ciclos de corte.

3.2 Coleta e análise de dados

Para a coleta dos dados, foi utilizada como área de estudo a primeira unidade de produção anual (UPA) do plano de manejo florestal, com uma área de 33 ha, explorada no ano de 2014, portanto estava há cinco anos em processo de regeneração natural.

Inicialmente foram distribuídas aleatoriamente dentro da área 10 unidades amostrais de 400 m² (20m x 20m), para avaliar os indivíduos arbóreos regenerantes adultos, considerando como nível de inclusão os fustes com circunferência à altura do peito $\geq 6,0$ cm (CAP) (Figura 3).

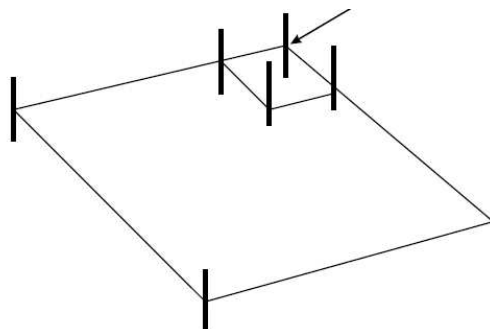
Figura 3 – Demarcação das unidades amostrais (20 x 20m) no campo em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Dentro das unidades de 20 x 20m, foram demarcadas, nas primeiras extremidades, subunidades amostrais de 5 x 5m, utilizadas para o estudo dos indivíduos regenerantes juvenis (RMFC, 2005) (Figura 3).

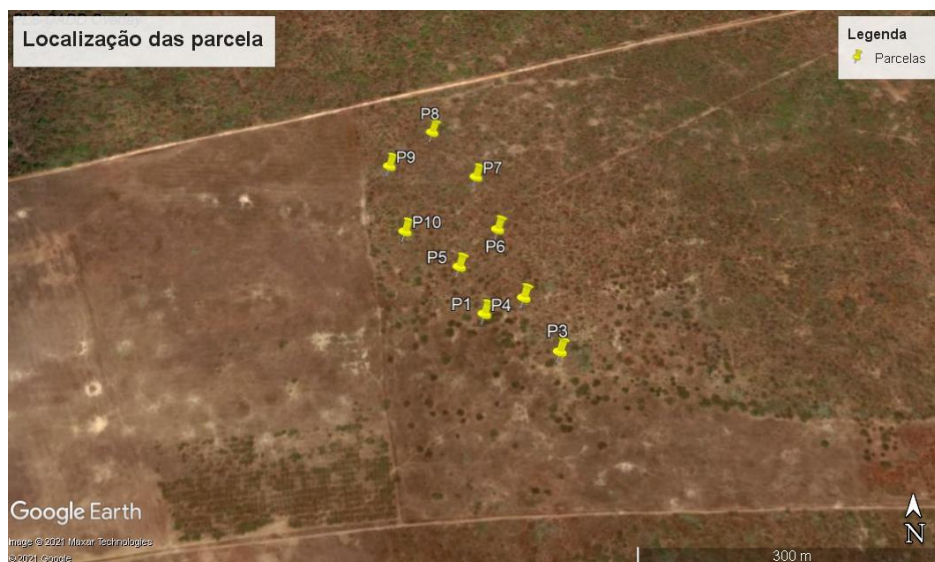
Figura 4 – Esquema da delimitação da unidade amostral com a subunidade em uma das extremidades



Fonte: RMFC (2005).

Na Figura 5, está representada a localização das unidades amostrais (UA) distribuídas na Fazenda Baixa da Oitica, em uma área sob manejo, em Upanema/RN.

Figura 5 – Localização das unidades amostrais distribuídas em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN



Fonte: Google Earth (2021).

Na Tabela 1, estão apresentadas as coordenadas das unidades de amostrais (UA) alocadas de forma aleatória na unidade de produção (UP) avaliada.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas das unidades amostrais utilizadas na área de estudo

PARCELAS (U.A.)	COORDENADAS
1 ^a	S 05°29'52.7" W 037°21'42.1"
2 ^a	S 05°29'54.3" W 037°21'35.8"
3 ^a	S 05°29'54.1" W 037°21'39.5"
4 ^a	S 05°29'52.1" W 037°21'40.7"
5 ^a	S 05°29'50.9" W 037°21'43.0"
6 ^a	S 05°29'49.4" W 037°21'41.6"
7 ^a	S 05°29'47.2" W 037°21'42.4"
8 ^a	S 05°29'45.2" W 037°21'44.1"
9 ^a	S 05°29'46.7" W 037°21'45.7"
10 ^a	S 05°29'49.5" W 037°21'45.0"

Fonte: Dados da pesquisa.

Para o levantamento dos dados do componente arbóreo (adulto), foram mensuradas a circunferência à altura do peito (CAP) e a altura total (HT) de todos os indivíduos que atenderam aos critérios de inclusão ($CAP \geq 6,0\text{cm}$) dentro das parcelas alocadas na área de estudo. As medições destes parâmetros foram realizadas utilizando uma vara telescópica graduada de 7,2m, para a altura, e uma fita métrica de 1,50m, para o CAP (Figura 6).

Figura 6 – Mensuração de variáveis CAP (A) e Altura (B) nas unidades amostrais, em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Para o levantamento dos dados da regeneração natural, foram registradas todas as espécies e seus indivíduos encontrados nas subunidades de 5 x 5 m. Em seguida, os mesmos foram divididos em classes de altura, respeitando-se o critério de inclusão de $CNB \leq 6,0\text{ cm}$ (circunferência à altura da base). A Classe I incluiu indivíduos de 0,5 a 1,0 m, a Classe II indivíduos com altura de 1,0 m a 2,0 m, e a classe III indivíduos maiores que 2,0 m.

Após a tomada dos valores dos parâmetros avaliados para os componentes estudados (arbóreo e regenerante), os dados foram computados em planilha do programa Microsoft® *Excell* 2016. Os valores para o componente arbóreo foram distribuídos em classes diamétricas, e a altura utilizando os valores máximos e

mínimos de cada parâmetro adaptado do Comitê Técnico Científico da Rede de Manejo Florestal da Caatinga (RMFC, 2005) (Tabela 2).

Tabela 2 - Distribuição das classes de altura e diâmetro dos indivíduos adultos amostrados, em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN

Classe	Altura (m)	DAP (cm)
I	1,4 – 2,82	1,91 – 5,93
II	2,82 – 4,24	5,93 – 9,94
III	4,24 – 5,66	9,94 – 13,96
IV	5,66 – 7,08	13,96 – 17,98
V	7,08 - 8,50	17,98 - 21,99

Fonte: Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005) (ADAPTADO).

Para a classificação dos indivíduos regenerantes (juvenis) encontrados na área de estudo, foram utilizadas as seguintes classes de altura (Tabela 3), respeitando o critério de inclusão de CNB $\leq 6,0$ cm.

Tabela 3 – Distribuição das classes de altura dos indivíduos regenerantes (juvenis) inventariados

Classe	Altura (m)
I	0,5 – 1,0
II	1,0 – 2,0
III	< 2,0

Fonte: Rede de Manejo Florestal da Caatinga (2005).

Os indivíduos adultos mensurados foram reconhecidos inicialmente pelo nome vulgar no campo através de características dendrológicas e, em seguida, foi coletado material fértil para identificação no herbário do Centro de Saúde e Tecnologia Rural da Universidade Federal de Campina Grande, *Campus* de Patos/PB (CSTR/UFCG). A sinonímia e grafia dos táxons foram realizadas mediante consulta a Flora do Brasil (2020). O Sistema de Classificação adotado foi o APG IV (*Angiosperm Phylogeny Group* 2016). Os indivíduos regenerantes (juvenis) foram

identificados por comparação com os indivíduos adultos através das características dendromorfológicas (folhas, casca, caule, entre outras).

3.3 Parâmetros Fitossociológicos

3.3.1 Componente arbóreo adulto regenerante

Para o estudo do componente arbóreo adulto regenerante foram analisados os seguintes parâmetros fitossociológicos: Densidade (absoluta e relativa), Frequência (absoluta e relativa), Dominância (absoluta e relativa) e Índice de Valor de Importância. Os cálculos foram feitos de acordo com a metodologia proposta por Mueller-Dombois e Ellemberg (1974), utilizados pelo programa Microsoft® Excel 2016, usando as seguintes equações:

-Densidade (absoluta e relativa)

$$DA_i = \left(\frac{n_i}{A} \right) \quad DR_i = \left(\frac{DA_i}{DT} \right) \times 100$$

(1)

- Frequência (absoluta e relativa)

$$FA_i = \left(\frac{U_i}{U_t} \right) \times 100 \quad FR_i = \frac{Fa_i}{(\sum_{1-i} Fa)} \times 100$$

(2)

- Dominância (absoluta e relativa)

$$DoA_i = \left(\frac{Ab_i}{A} \right) \quad DoR_i = \left(\frac{DoA_i}{DoT} \right) \times 100$$

(3)

- Índice Valor de Importância

$$Vli = DR_i + DoR_i + FR_i$$

(4)

Em que:

D_{ai} = densidade absoluta da i -ésima espécie em número de indivíduos por hectare;

N_{ij} = número de indivíduos da i -ésima espécie na amostragem;

N = número de indivíduos amostrados;

A = área total amostrada em hectare;

DR_i = densidade relativa (%) da i -ésima espécie;

FA_i = frequência absoluta da i -ésima espécie na comunidade vegetal;

FR_i = frequência relativa da i -ésima espécie na comunidade vegetal.

3.3.2 Regeneração Natural

Para o estudo da regeneração natural, nas espécies amostradas, foram estimados os seguintes parâmetros absolutos e relativos para a frequência e densidade em cada classe de altura previamente estabelecida. Após calculados esses parâmetros, foi estimada a regeneração natural total para cada espécie, utilizando como base a fórmula de Volpato (1994), modificada por Silva et al. (2007).

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$$

(5)

Em que:

RNC_{ij} = estimativa da regeneração natural da i -ésima espécie na j -ésima classe de altura de planta, em percentagem;

DR_{ij} = densidade relativa para a i -ésima espécie na j -ésima classe de altura de regeneração natural;

FR_{ij} = frequência relativa de i -ésima espécie, em percentagem, na j -ésima classe de regeneração natural.

Após o cálculo do índice de regeneração por classe de altura para espécie, foi realizada a estimativa da regeneração natural total por espécie de acordo com as classes de altura.

A regeneração natural total (RNT) foi calculada pela fórmula de Volpato (1994), modificada por Silva et al. (2007).

$$RNT_i = \sum(RNC_{ij})/3 \quad (6)$$

Em que:

RNT_i = estimativa da regeneração natural total da população amostrada da i -ésima espécie;

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

Os parâmetros fitossociológicos: densidade (absoluta e relativa) e frequência (absoluta e relativa) foram calculados utilizando o programa Microsoft® *Excel* 2016.

3.4 Diversidade Florística

No estudo da composição florística, foi realizada a amostragem das espécies e depois calculados os índices de diversidade florística e a equabilidade das espécies, através das equações de Shanon Weaver (H') e equabilidade de Pielou (J), utilizando o programa Microsoft® *Excel* 2016, de acordo com as seguintes expressões:

$$H' = \frac{[N \cdot \ln(N) - \sum_{i=1}^S n_i \ln(n_i)]}{N} \quad (7)$$

$$J' = \left(\frac{H'}{H_{\max}} \right) \quad (8)$$

Em que:

H' = Índice de diversidade de Shanon Weaver;

N_i = Número de indivíduos amostrados na i -ésima espécie;

N = Número total de indivíduos amostrados;

S = Número total de espécies amostradas;

$\ln$ = Logaritmo de base neperiana;

J = equabilidade de pielou;

$H_{\max} = \ln(S)$.

3.5 Determinação das Características Químicas do Solo

Para a determinação das características químicas do solo, durante as estações seca e chuvosa, foi coletada uma amostra de solo dentro de cada unidade amostral. As amostras simples foram homogeneizadas e transformadas em amostra composta, da qual foram feitas as referidas análises, a fim de observar se a composição química se modifica durante as épocas do ano e tentar inferir qual a influência sobre a regeneração natural do componente arbóreo e quais implicações sobre o estrato adulto.

As coletas foram realizadas conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (1997), de modo que foram tomadas porções de solo na profundidade de 0-20 cm, no centro de cada parcela, as quais foram posteriormente secas ao ar, passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura, sendo, em seguida, determinadas as características físicas e químicas acima mencionadas.

Os atributos químicos foram determinados de acordo com metodologia descrita pela EMBRAPA (1997). Os resultados das análises encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise química do solo em uma área sob manejo florestal no município de Upanema/RN, nos períodos chuvoso e seco

Período chuvoso									
pH	P	Ca	Mg	K	Na	S	H + Al	T	V
H ₂ O	mg/dm ³	cmol c/dm ³	cmol c/dm ³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³ -----	%	
7,5	3	12,2	1,5	280	8	7	1,0	14,5	93,5
Período seco									
pH	P	Ca	Mg	K	Na	S	H + Al	T	V
H ₂ O	mg/dm ³	cmol c/dm ³	cmol c/dm ³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	mg.dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³ -----	%	
7,4	3	20,3	2,0	290	10	5	1,1	23,1	95,5

Fonte: FULLIN (2021).

3.6 Estimativa do estoque de serapilheira acumulada

A serapilheira acumulada na superfície do solo foi estimada dentro da área de estudo em duas estações do ano, uma coleta no verão e outra no inverno, coletando-se uma amostra por unidade amostral. As amostras foram retiradas com um molde vazado de 0,5 m x 0,5 m, lançando de forma aleatória em cada unidade amostral. A serapilheira dentro da moldura foi coletada e colocada em sacos etiquetados, sendo separada nas frações: folhas (incluindo folíolos + pecíolos), estruturas reprodutivas (flores, frutos e sementes), galhos (partes lenhosas arbóreas de todas as dimensões + cascas) e miscelânea (todo material de origem vegetal e animal que não pode ser identificado). Essas frações foram acondicionadas em sacos de papel, colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até peso constante, e pesadas em balança de precisão (0,01 g). No estudo, foi obtido um valor médio de serapilheira acumulada no solo considerando os diferentes períodos do ano (seco e chuvoso), observando a variação de acordo com a época do ano em (kg. ha^{-1}) para a caatinga.

Após a tomada de todos os valores de peso de matéria seca (serapilheira), os dados foram organizados em planilhas do programa Microsoft® *Excel* 2016, para realização dos cálculos, onde foram estimados os valores de serapilheira na área total, o estoque em cada estação do ano, o acúmulo por fração, sendo verificadas as variações no estoque de serapilheira em cada período do ano.

Para análise química desse material, as determinações dos macronutrientes na serapilheira foram realizadas segundo a metodologia descrita por Silva (2009).

3.7 Análises Estatísticas

Para os resultados do estoque de serapilheira na área de estudo, em função dos períodos seco e chuvoso, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com aplicação de comparações múltiplas das médias a 5% de probabilidade de erro através do teste de Tukey ($P < 0,05$), sendo realizado esse procedimento com o auxílio do programa estatístico SISVAR, versão (5.6).

As análises multivariadas realizadas relacionam as espécies presentes nas parcelas dos componentes arbóreos e regenerantes, bem como os dados dos teores de nutrientes disponíveis na serapilheira, ordenados pelos métodos da análise de

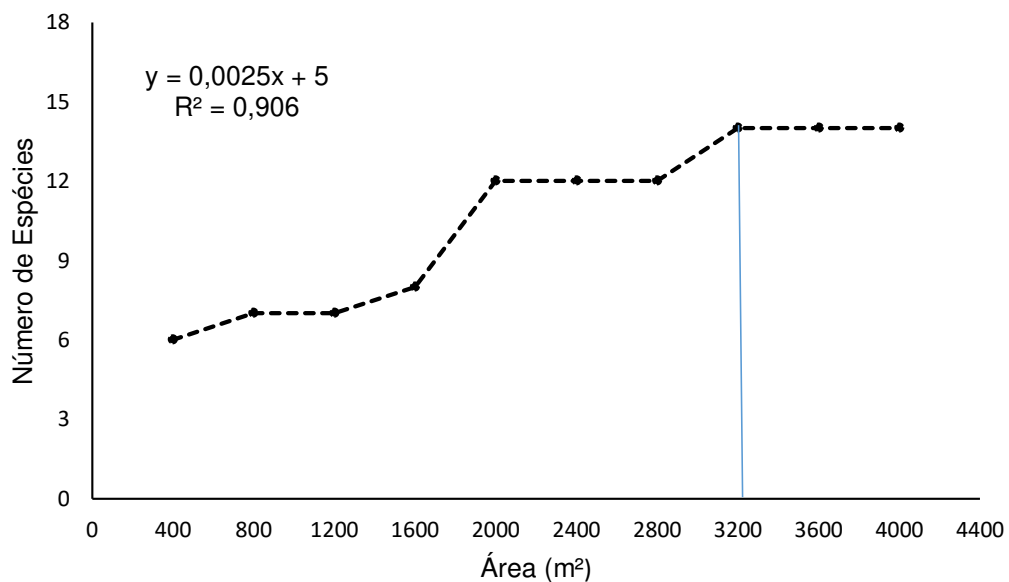
componentes principais (PCA) e de Correspondência Canônica (CCA). Essas análises foram realizadas utilizando o software Past 4.02.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros do componente adulto

Para analisar a representatividade da amostra na área estudada, foi realizado o cálculo da suficiência amostral e ilustrado através da curva coletora (Figura 7). O gráfico demonstra que, na oitava unidade amostral, ocorreu uma tendência à estabilização no número de espécies encontradas, ou seja, aos 3200 m², 100% das espécies inventariadas na área já haviam sido registradas. Após esse ponto, ocorreu uma estagnação no número de espécies encontradas, com um total de 14 espécies acumuladas, indicando que a amostragem realizada foi satisfatória para a área de estudo.

Figura 7- Representação gráfica da curva (espécie-área) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da Pesquisa.

A amostragem realizada para a composição florística da área foi considerada satisfatória, uma vez que esse comportamento é comumente encontrado nos ambientes de caatinga, onde é possível observar uma estabilização da curva próxima aos 4000 m² amostrados, como em estudos realizados por Guedes et al. (2012), em uma área de caatinga no estado Paraíba, e Lima e Coelho (2018), em

um fragmento de caatinga no estado do Ceará, onde observaram resultados semelhantes.

4.1.1 Composição florística

De acordo com os dados coletados nas 10 unidades amostrais inventariadas na área de estudo, foram amostrados 488 indivíduos, pertencentes a 14 espécies, 13 gêneros e 6 famílias (Tabela 5). No estudo, foram observadas 3 formas de vida arbórea, arbustiva e arvorea.

A maioria das espécies encontradas na área exerce um importante papel no desenvolvimento socioambiental da região, sendo muito utilizadas como alternativa na alimentação dos bovinos, caprinos e ovinos.

As espécies mais representativas no levantamento foram *Croton blanchetianus* Baill (145), *Bauhinia forficata* L. (118), *Manihot glaziovii* Mull.Arg.(98), as quais, em conjunto, representaram 73,97% do total dos indivíduos amostrados.

Com relação à riqueza e composição florística, a família Fabaceae foi a mais representativa na área avaliada, com 7 espécies, o equivalente a 50% da diversidade florística encontrada, seguida da Euphorbiaceae, com 21,43%, sendo que as demais famílias apresentaram apenas uma espécie cada. Sobre a abundância de espécies, a família Euphorbiaceae destacou-se com 52,87% dos indivíduos encontrados no ambiente.

Tabela 5 – Listagem florística presente no inventário florestal em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Família/espécie	Nome Vulgar	Hábito	N	%
Anacardiaceae				
<i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão	Aroeira	Árvore	5	1,02
Apocynaceae				
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc.	Pereiro	Árvore	6	1,23
Combretaceae				
<i>Combretum leprosum</i> Mart	Mofumbo	Arbusto	7	1,43
Euphorbiaceae				
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	Arbusto	145	29,71

Família/espécie	Nome Vulgar	Hábito	N	%
Euphorbiaceae				
<i>Manihot glaziovii</i> Mull.Arg.	Maniçoba	Arbusto	98	20,08
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Bail	Pinhão Bravo	Arvoreta	15	3,07
Fabaceae				
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G. P. Lewis	Catingueira	Árvore	29	5,94
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth). Ducke	Jurema Branca	Árvore	9	1,84
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd). Poiret	Jurema Preta	Árvore	38	7,79
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth	Jurema de Embira	Árvore	3	0,61
<i>Bauhinia forficata</i> L.	Mororó	Árvore	118	24,18
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barneby	São João	Árvore	8	1,64
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul. L.P.Queiroz)	Pau Ferro	Árvore	5	1,02
Olacaceae				
<i>Ximenia americana</i> L.	Ameixa Brava	Arvoreta	2	0,41
Total			488	100

Fonte: Dados da pesquisa.

As espécies mais representativas encontradas na área estão inseridas no grupo das pioneiras, que possuem uma grande capacidade de colonização de áreas perturbadas, que estejam passando pelas fases iniciais de sucessão. A ocupação da área estudada por tais espécies é justificada pela recente exploração, através do manejo florestal sustentável.

Estudos anteriores realizados por Santos et al. (2017a), na mesma área de estudo, mostram que, antes do início da exploração madeireira através do manejo florestal, foram identificadas na área: 10 famílias, 16 gêneros e 18 espécies florestais, com a família Fabaceae se destacando como a mais representativa. Nesse levantamento realizado por Santos et al. (2017a), foi possível observar o

registro de algumas espécies de grande porte, pertencentes a grupos ecológicos distintos das principais espécies encontradas na mesma área no presente estudo. Mesmo após 5 anos de intervenção na vegetação, pode-se dizer que os resultados encontrados foram semelhantes entre si e também quando comparados em outras áreas de caatinga.

Os resultados são semelhantes aos encontrados por Vasconcelos et al. (2019), que, em uma análise florística e fitossociológica em uma área de caatinga, observaram 6 famílias, 17 espécies e 15 gêneros, e as principais famílias encontradas também foram Fabaceae e Euphorbiaceae. Já Medeiros et al. (2018), estudando um fragmento de caatinga em São Mamede-PB, registraram 8 famílias, 13 espécies e 13 gêneros, entre outros resultados semelhantes encontrados em caatinga (BULHÕES et al., 2015; BEZERRA; PEREIRA, 2017).

Comparando os resultados encontrados neste estudo aos disponíveis na literatura, é possível dizer que, em relação à composição florística, a área encontra-se com aspectos positivos, uma vez que a vegetação, mesmo após 5 anos da exploração, apresenta valores de número de família registrado, espécies e gêneros semelhantes a estudos realizados em outros ambientes de caatinga, podendo atribuir esses resultados de forma positiva à exploração através do manejo sustentável.

4.1.2 Diversidade

O índice utilizado para avaliar a diversidade de espécies foi o de Shannon-Weaver (H'). Considerando toda população inventariada nas dez unidades amostrais e 488 indivíduos mensurados, o valor encontrado foi de 1,90 nats.ind^{-1} e, para a equabilidade de Pielou (J), foi de 0,72 (Tabela 6).

Tabela 6 – Índices (Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), Índice de equabilidade de Pielou (J)) do componente arbóreo em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Índices	Valores
Diversidade de Shannon-Weaver (H')	1,90
Equabilidade de Pielou (J)	0,72

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Os resultados encontrados neste estudo são inferiores a alguns estudos realizados em caatinga. Guedes et al. (2012) encontraram um valor de 2,54 nats.ind⁻¹, e Souza et al. (2017), analisando a diversidade de um remanescente de caatinga, verificaram valores para o índice de diversidade de Shannon (H') correspondente a 2,70 nats.ind⁻¹. Os valores de Equabilidade de Pielou (J') pelos autores também foram superiores aos encontrados neste estudo, sendo 0,82 e 0,80.

É importante destacar que os estudos que apresentaram valores superiores aos encontrados neste trabalho foram realizados em áreas livres de intervenções de cortes por um longo período de tempo. Os resultados obtidos neste estudo estão diretamente relacionados à exploração recente através do manejo florestal sustentável ao qual a área foi submetida.

Também é possível encontrar resultados semelhantes aos do presente estudo, como os de Sabino; Cunha; Santana (2016), que apresentaram valores de diversidade de Shannon de 1,92 nats.ind⁻¹ e, para a equabilidade de Pielou, 0,63.

Holanda et al. (2015) estudaram a estrutura da vegetação em remanescentes de caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB) e encontraram valores próximos (1,50 nats.ind⁻¹) aos deste trabalho para os índices de diversidade. Pereira e Bezerra (2017) também encontraram valores próximos ao presente estudo de diversidade para Shannon-Weaver de 1,9, e a equabilidade de Pielou 0,7.

Os resultados obtidos neste estudo podem ser considerados dentro do padrão da caatinga, uma vez que são encontrados muitos estudos com resultados semelhantes, alguns deles em áreas que possuem algum grau de antropismo e diferentes modelos de exploração, como é o caso da área em estudo, pois a mesma encontra-se em processo de regeneração natural há 5 anos, após o corte da vegetação por meio do manejo florestal.

É importante destacar que estes parâmetros de diversidades podem refletir o grau de antropização a que uma vegetação foi submetida, justificando assim os valores encontrados no presente estudo, já que a área se encontra em fase de regeneração após uma recente intervenção e, mesmo assim, ainda apresenta resultados dentro da média da caatinga, que geralmente variam entre 1,1 e 3 para Shannon-Weaver.

4.1.3 Estrutura horizontal

Na Tabela 7, encontram-se os parâmetros da estrutura horizontal obtidos para as espécies amostradas na área de estudo. A densidade absoluta total registrada nessa área de caatinga manejada foi de 1220 ind.ha⁻¹. Três espécies tiveram destaque por apresentarem os maiores valores de densidade, estas foram responsáveis por aproximadamente 74,5% do valor total encontrado, sendo elas: *Croton blanchetianus*, *Bauhinia forficata*, *Manihot glaziovii*.

Tabela 7 – Estimativa da densidade absoluta (DA), densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), dominância absoluta (DoA), dominância relativa (DoR) e valor de importância relativo (VI%) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Nome Científico	N	DAI	DRI	FAI	FRI	DoA	DoR	IVI%
<i>Mimosa tenuiflora</i>	38	95,00	7,79	90	12,16	0,85	32,06	17,33
<i>Croton blanchetianus</i>	9	362,50	29,71	60	12,16	0,24	9,11	16,99
<i>Bauhinia. forficata</i>	3	295,00	24,18	30	13,51	0,29	10,89	16,19
<i>Manihot glaziovii</i>	145	245,00	20,08	90	13,51	0,32	11,99	15,19
<i>Cenostigma pyramidale</i>	118	72,50	5,94	100	10,81	0,33	12,26	9,67
<i>Myracrodruon. urundeuva</i>	8	12,50	1,02	50	4,05	0,25	9,36	4,81
<i>Piptadenia stipulacea</i>	29	22,50	1,84	80	8,11	0,07	2,64	4,20
<i>Senna macranthera</i>	98	20,00	1,64	100	6,76	0,02	0,71	3,03
<i>Combretum leprosum</i>	15	17,50	1,43	20	5,41	0,04	1,63	2,82
<i>Jatropha molíssima</i>	5	37,50	3,07	30	2,70	0,07	2,55	2,77
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	7	7,50	0,61	40	4,05	0,08	2,94	2,54
<i>Aspidosperma pyrifolium</i>	5	15,00	1,23	20	2,70	0,08	3,18	2,37
<i>Libidibia ferrea</i>	2	12,50	1,02	10	2,70	0,02	0,57	1,43
<i>Ximenia americana</i>	6	5,00	0,41	20	1,35	0,00	0,13	0,63
Total	488	1220,00	100,00	740	100,00	2,65	100,00	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Valores similares a este estudos (1.315 ind.ha⁻¹) foram encontrados por Marques et al. (2020), estudando florística e estrutura do componente arbustivo-arbóreo de caatinga com reflexos de antropização. Medeiros et al. (2018) encontraram valores até inferiores 950 ind.ha⁻¹ aos do presente estudo em um fragmento de caatinga. Guedes et al. (2012) encontraram uma densidade de 1.622,5 ind.ha⁻¹ e Trovão et al. (2010) encontraram densidade de 1.491 ind.ha⁻¹, valores considerados baixos.

A densidade absoluta de um ecossistema pode ser explicada por diversos motivos, dentre eles, o padrão vegetacional, o estágio sucessional em que a vegetação se encontra e o nível de exploração ao qual o ambiente esteja submetido.

Como se sabe, a área em questão foi submetida a um corte e encontra-se sob regeneração natural há cinco anos, o que pode justificar os valores baixos de densidade no ambiente, uma vez que esses valores são influenciados pelo grau de antropismo de uma determinada área. Assim, pode-se dizer que estes valores podem ser considerados razoáveis quando levado em consideração que a área encontra-se sob regime de manejo florestal e em fase de regeneração dentro do primeiro ciclo de corte, pois resultados similares podem ser encontrados facilmente na literatura em diferentes ambientes de caatinga que se encontram em sucessão secundária progressiva.

Alguns resultados considerados altos para este tipo de vegetação também são facilmente registrados por Santos et.al. (2017a), que encontraram uma densidade total de 3.472,73 ind. ha⁻¹, e Farias et al. (2016), que, comparando diferentes áreas de caatinga, obtiveram 4.047,5 ind. ha⁻¹ em um ambiente e 3.332,5 ind. ha⁻¹ em outro, o que pode ser explicado pelo histórico de baixa interferência antrópica que o ecossistema possui.

A área basal total registrada para essa área foi de 2,65 m².ha⁻¹. Este resultado encontrado difere dos valores comumente registrados em ambientes de caatinga, que geralmente variam de 4 a 52 m².ha⁻¹. Alguns autores como Santos et al. (2017a); Medeiros et al. (2018); Vasconcelos et al. (2019), estudando fragmento de caatinga em diferentes ambientes, encontraram valores superiores, que variaram de 6,33 a 8,06 m².ha⁻¹, considerados comuns para a caatinga.

O baixo valor de área basal registrado no presente estudo apresenta fortes indícios de que a área inventariada se encontra em fase de recuperação, o que é justificado pela recente atividade de exploração realizada no ecossistema, seguindo as etapas previamente estabelecidas no plano de manejo florestal sustentável.

As espécies que apresentaram o maior valor de importância (%) foram *Manihot tenuiflora* (17,33%), *Croton blanchetianus* (16,99%), *Bauhinia forficata* (16,19%), *Manihot glaziovii* (15,19%), as quais, juntas, totalizaram 65,7% do IVI% Total (Tabela 7). Esse resultado demonstra que tais espécies ocupam posições de muita importância para a estrutura da comunidade vegetal estudada. Tais resultados demonstram que as estas espécies conseguem explorar os recursos disponíveis na

área com maior sucesso, pois as outras 10 espécies inventariadas apresentaram valores de IVI (%) pouco representativos, correspondendo a 34,27% do IVI (%) do total encontrado, considerando assim este um importante parâmetro a ser levado em consideração na elaboração da exploração do ambiente.

A espécie *Mimosa tenuiflora* destacou-se apresentando os maiores valores de IVI (%) na área de estudo. Esse destaque pode ser atribuído ao fato de que a espécie apresentou um maior valor de dominância relativa, correspondente a 32,08%, sendo este parâmetro um dos responsáveis pelo maior IVI (%) apresentado pela espécie, que é um fator que está diretamente relacionado à área basal calculada aumentando, assim, a importância ecológica da espécie.

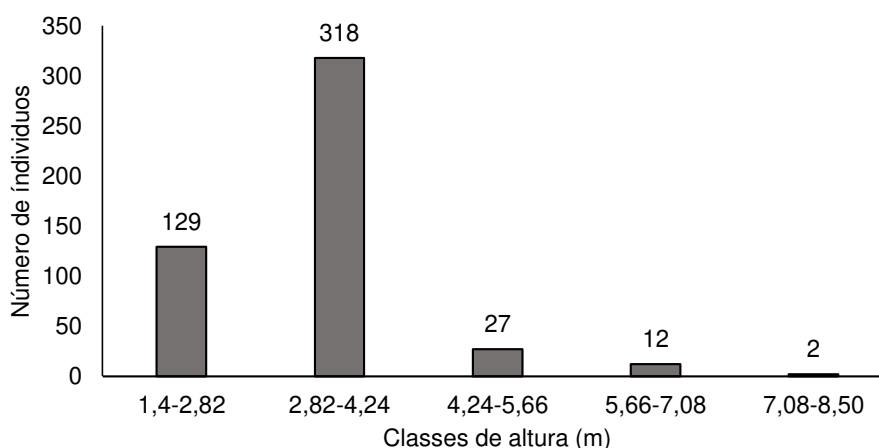
As espécies responsáveis pelos maiores valores de importância na área são exemplares do grupo das espécies pioneiras do bioma Caatinga, apresentando fortes indícios de que a área em questão se encontra em estágio de sucessão secundária. As espécies pertencentes ao grupo das pioneiras apresentam os resultados semelhantes aos encontrados em várias pesquisas realizadas em ambientes de caatinga. Souza et al. (2019), na caracterização de um fragmento de caatinga sob regime de manejo florestal sustentável, constataram o maior IVI (%) apresentado por espécies pertencentes ao grupo das pioneiras, demonstrando que a área se encontrava em fase de sucessão secundária. Outros autores também encontraram maior IVI (%) nas espécies pioneiras amostradas, como Barbosa et al. (2020); Santos et al. (2017ab); Lima; Coelho (2018).

Estas espécies que apresentaram o maior IVI (%) têm indivíduos bastante rústicos, que apresentam uma grande capacidade de rebrota após sofrerem alguma perturbação ou exploração, habitando áreas inóspitas e exercendo assim um importante papel na manutenção do equilíbrio ecológico. Assim, ao comparar este estudo aos demais realizados em caatinga e observando resultados semelhantes, é possível constatar que os resultados encontrados estão semelhantes e dentro do padrão da caatinga, considerando valores razoáveis para uma vegetação que se encontra em recuperação. Pode-se afirmar que o sistema de manejo florestal não interferiu negativamente na vegetação citada, após um período de 5 anos da sua exploração.

4.1.4 Distribuição da vegetação em classes hipsométricas e diamétricas

Com relação à distribuição dos indivíduos em classes de altura (m), na área sob regime de manejo florestal, constatou-se que os indivíduos se concentraram principalmente nas duas primeiras classes (Classe I: 1,4 - 2,82m; Classe II: 2,82-4,24m), com destaque para a Classe II, que abrangeu 65,16% dos indivíduos amostrados (Figura 8). A altura máxima estimada na área foi de 8,5 m, para um exemplar de *Astronium urundeuva* M. Allemão. A maior concentração dos indivíduos na classe II demonstra que 447 árvores amostradas apresentaram alturas inferiores a 4,24 m. Esses resultados podem ser atribuídos ao fato de que a área inventariada foi recentemente submetida ao corte da vegetação e encontra-se atualmente em fase de regeneração natural. Os resultados indicam que as espécies amostradas ainda não conseguiram atingir maiores valores de altura, devido ao curto tempo (5 anos) após o corte.

Figura 8 – Distribuição dos indivíduos amostrados em classes de altura (m) na área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

Alguns resultados podem apresentar valores próximos aos encontrados, como os de Medeiros et al. (2018), que, estudando a florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diamétrica em um fragmento de caatinga em São Mamede-PB, observaram que a floresta estudada apresentava, em sua maioria, indivíduos que variavam de 2- 4 m de altura, com a maior concentração de indivíduos na primeira classe de altura.

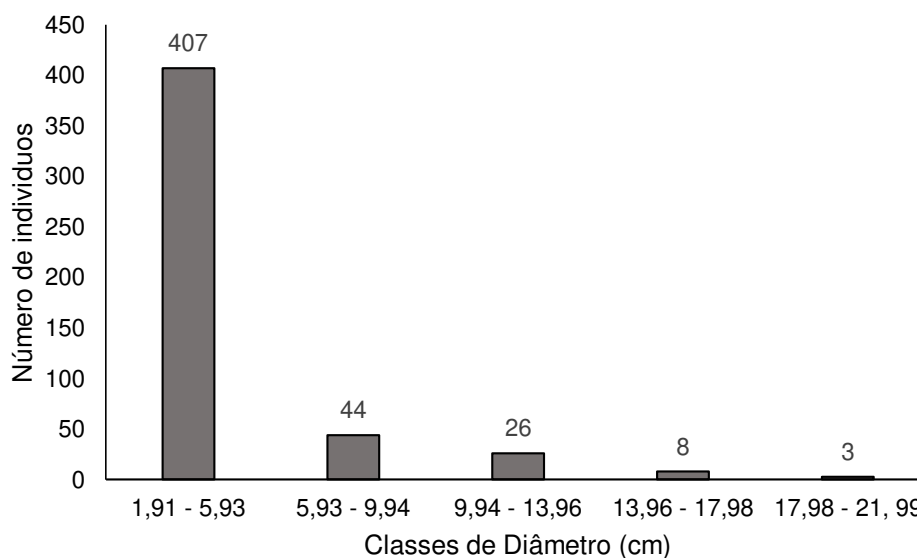
Lima e Coelho (2015), estudando a estrutura do componente arbustivo-arbóreo de um remanescente de caatinga no estado do Ceará, observaram a maior predominância dos indivíduos principalmente nas classes entre 4,0- 6,9 m.

E também Farias et al. (2016), que, analisando a fisionomia e estrutura de vegetação de caatinga em diferentes ambientes em Serra Talhada – Pernambuco, observaram maior concentração dos indivíduos nas alturas entre 4,1-5 m.

Também é comum encontrar resultados contrários, em que as espécies amostradas apresentam um padrão em distribuição de altura diferente dos encontrados no presente estudo, como, por exemplo, Lima e Coelho (2018), no estudo da fitossociologia e estrutura de um fragmento florestal da caatinga, no Ceará – Brasil, que observaram aproximadamente 48% dos indivíduos com altura superior a 5 m, com uma grande concentração dos indivíduos entre as alturas de 5 - 6,9m, porém os indivíduos encontrados nestes ambientes são exemplares de espécies de grande porte existentes no bioma Caatinga, como *Amburana cearensis*, *Anadenanthera colubrina*, entre outros exemplares que permitem inferir que a área encontra-se em melhor estado de conservação e desenvolvimento do que a área estudada, uma vez que as espécies encontradas não pertencem ao grupo das pioneiras.

A distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados na área de caatinga manejada em Upanema/RN demonstrou que a maioria dos indivíduos 83,4% (407 indivíduos) encontram-se concentrados na Classe I (1,91-5,93) (Figura 9). Esse predomínio da população inventariada na Classe I demonstra claramente que a vegetação encontra-se em fase de recuperação, pois os indivíduos estudados estão concentrados nas classes de menor diâmetro e podem ser considerados exemplares jovens ou finos de espécies de caatinga.

Figura 9 – Distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da Pesquisa.

Os resultados demonstram que os indivíduos ocupam as menores classes de diâmetro. Esse padrão é comumente encontrado nos ecossistemas de caatinga, principalmente nas áreas que se encontram em fase de sucessão secundária, como os resultados obtidos por Dário (2017), em um estudo fitossociológico de uma área de caatinga em estágio inicial de sucessão ecológica no Estado da Paraíba – Brasil, constatando que a maioria (91%) dos indivíduos amostrados ocupavam as menores classes, apresentando o padrão de “J” invertido típico de florestas nativas.

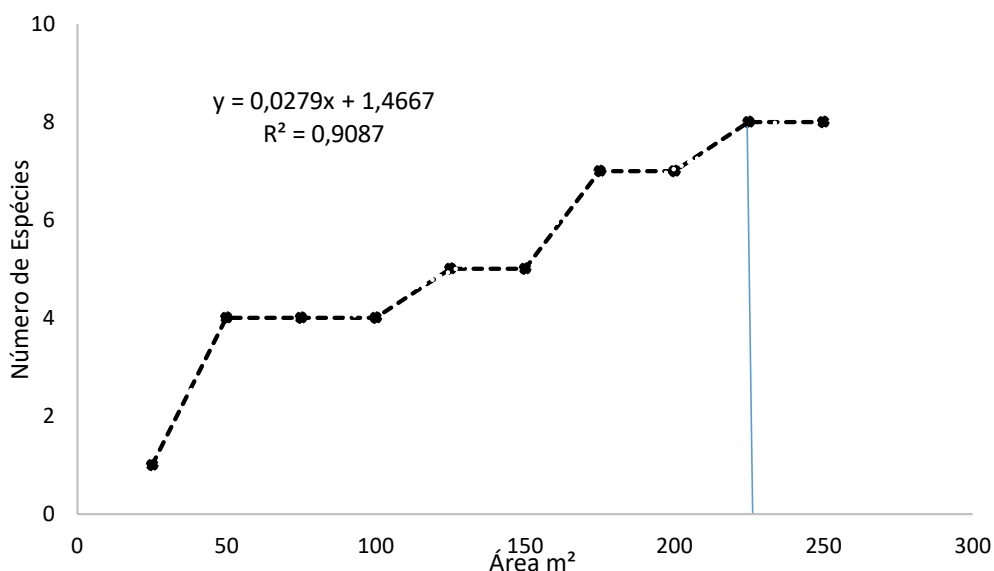
Diversos outros autores encontraram resultados que corroboram o do presente estudo, como Lima; Coelho (2015); Souza et al. (2017); Santos et al. (2017); Medeiros et al. (2018); Souza et al. (2020); Marques et al. (2020); Silva et al. (2020).

Estes resultados permitem inferir que a área estudada, embora tenha sofrido uma recente interferência, apresenta valores para o componente arbóreo, considerado dentro dos padrões da vegetação de caatinga, permitindo assim constatar que o ecossistema apresenta um bom potencial de recuperação.

4.2 Parâmetros do componente regenerante

A suficiência amostral, representada através da curva coletora (Figura 10) para a área de estudo, em função da regeneração natural, mostra que a amostragem tendeu a estabilizar a partir da oitava unidade amostral (200 m²) e estabilizou na nona (225 m²), havendo a estagnação no número de espécies encontradas, ou seja, aos 225 m², 100% das espécies inventariadas já haviam sido registradas. Após esse ponto, ocorreu uma estagnação no número de espécies encontradas, demonstrando que a amostragem realizada foi satisfatória na área proposta para o estudo, atingindo assim o número mínimo de parcelas para a representação da variabilidade florística.

Figura 10 – Representação gráfica da suficiência amostral (área x espécies), em função da regeneração natural, em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2.1 Composição florística

Nas dez subunidades amostrais alocadas na área, foram inventariados um total de 179 indivíduos regenerantes, representados por 9 espécies, 8 gêneros e 3 famílias (Tabela 8). Foram observadas 3 formas de vida: arbórea, arbustiva e arvoreta. As três espécies que apresentaram maior representação na área foram *Manihot glaziovii* Mull.Arg. (78) 49,5%, *Croton blanchetianus* Baill (50) 27,9%,

Bauhinia forficata L. (38) 21,7%, que, juntas, corresponderam a aproximadamente 92,66% do total. Em relação às famílias, a Fabaceae e a Euphorbiaceae destacaram-se com a maior riqueza de espécies, 4 em cada uma delas, correspondendo a 88,8% do total amostrado.

Tabela 8 – Listagem florística dos indivíduos regenerantes presentes nas dez subunidades amostrais do inventário florestal em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Família/espécie	Nome Vulgar	Hábito	N	%
Boraginaceae				
<i>Cordia leucocephala</i> (Jacq.) Humb., Bompl. & Kunth.	Maria preta	Arbusto	1	0,56
Euphorbiaceae				
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	Arbusto	50	27,9
<i>Manihot glaziovii</i> Mull.Arg.	Maniçoba	Arbusto	78	49,5
<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Bail	Pinhão Bravo	Arvoreta	1	0,56
<i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	Velame	Arbusto	1	0,56
Fabaceae				
<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G. P. Lewis	Catingueira	Árvore	6	3,35
<i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth	Jurema de Embira	Árvore	1	0,56
<i>Bauhinia forficata</i> L.	Mororó	Árvore	38	21,2
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin & Barneby	São João	Árvore	3	1,7
Total			179	100

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação à diversidade florística encontrada na área, resultados semelhantes foram relatados por Holanda et. al. (2015), estudando a regeneração natural em dois ambientes de caatinga em Cajazeirinhas-PB, com diferentes regimes de exploração, encontrando 3 famílias e 5 espécies na área I, em que

houve exploração há 12 anos, e 5 famílias e 10 espécies na área II, que se encontrava há mais de 50 anos sem intervenção de corte.

Marinho et al. (2019), comparando a regeneração natural de duas áreas de caatinga com histórico de exploração há mais de 20 anos, nos municípios de Sumé-PB e Acari-RN, encontraram 5 famílias, 10 gêneros e 12 espécies no ambiente I e 5 famílias, 10 gêneros e 11 espécies no ambiente II, e as famílias mais representativas também foram Fabaceae e Euphorbiaceae, assim como no presente estudo.

A existência de resultados semelhantes em alguns ambientes de caatinga com diferentes intervalos de exploração da vegetação permite considerar os resultados obtidos no presente trabalho dentro da média. As espécies com maior ocorrência na área apresentam fortes características de pioneirismo, estas que ocupam florestas que se encontram em fases de sucessão inicial.

A diversidade de um ambiente também é determinada pelos fatores edafoclimáticos, por isso é possível encontrar áreas que estão sem intervenção há mais de 50 anos e, mesmo assim, apresentam um número de diversidade similar ao encontrado no presente estudo, como foi visto por Holanda et al. (2015).

Resultados com valores de diversidade de famílias e espécies superiores ao deste estudo também podem ser encontrados na literatura, como Silva et al. (2012); Alves Junior et al. (2013); Souza et al. (2019) e Soares et al. (2019).

4.2.2 Diversidade

Para avaliar a diversidade florística encontrada na regeneração natural da área de estudo, utilizou-se o índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), sendo encontrado o valor de 1,35 nats.ind⁻¹, e o índice de equabilidade de Pielou (J), com o valor de 0,61 (Tabela 9).

Tabela 9 – Índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (J), para regeneração natural em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Índices	Valores
Diversidade de Shannon-Weaver (H')	1,35
Equabilidade de Pielou (J'')	0,61

Fonte: Dados da pesquisa.

Alves et al. (2010) encontraram valores de diversidade inferiores de 0,84 nats.ind⁻¹ em uma área de caatinga no município de Pombal-PB, com histórico de atividades exploratórias da vegetação existente. Holanda et al. (2015) também observaram resultados semelhantes, com 0,80 nats.ind⁻¹ e 1,21 nats.ind⁻¹, estudando dois ambientes de vegetação de caatinga em Cajazeirinhas-PB, com diferentes históricos de exploração das áreas.

Alguns autores, realizando comparações em ambientes de caatinga sob diferentes regimes de manejo, encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo, como, por exemplo, Lucena (2017), que, avaliando a regeneração natural em duas áreas de caatinga em Serra Negra do Norte-RN, com diferentes modelos de exploração, observou valores semelhantes aos do presente estudo, como 1,83 ind.ha⁻¹ para Shannon-Weaver e 0,69 para Pielou, na fazenda Pedro Cândido. Souza et al. (2019) encontraram resultados semelhantes em estudos de caatinga sob regime de manejo, constatando valores entre 1,71 a 2,53 ind.ha⁻¹ para Shannon-Weaver e 0,57 a 0,77 para Pielou.

Delfino et al. (2020) também pôde apresentar valores dos parâmetros de diversidades similares aos aqui apresentados em uma área de caatinga em fase de regeneração natural em São Mamede, na Paraíba, encontrando 1,24 ind.ha⁻¹ para Shannon-Weaver e 0,59 para Pielou.

Na literatura, também é possível encontrar resultados com valores de diversidade acima dos apresentados no presente estudo, como Soares et al. (2019), Cordeiro et al. (2017), porém é importante sempre levar em consideração os fatores edafoclimáticos da região em que a vegetação se encontra inserida e identificar em qual estágio sucessional se encontram as áreas.

Assim, os valores de diversidade obtidos neste levantamento permitem considerar que os padrões apresentados pela vegetação estudada estão dentro da média encontrada nas áreas de caatinga. Pode-se inferir que a exploração realizada através do manejo florestal não interferiu negativamente na diversidade da área, visto que os valores encontrados no levantamento podem ser comparáveis aos verificados em áreas de caatinga com diferentes históricos de exploração da vegetação e condições de ambiente

4.2.3 Estrutura horizontal

A densidade absoluta total para os indivíduos regenerantes juvenis foi de 7.160 ind.ha⁻¹. As três espécies que mais se destacaram em relação à densidade foram: *Manihot glaziovi* Mull.Arg. (43,58%), *Croton blanchetianus* Baill (27,93%) e *Bauhinia forficata* L. (21,23%), totalizando 92,74% da densidade relativa (Tabela 10). É importante destacar que as mesmas espécies que apresentaram os maiores valores para a densidade no componente regenerante juvenil também apresentaram os maiores números de densidade para o componente adulto.

Tabela 10 – Frequência absoluta (FA), Frequência relativa (FR), Densidade absoluta (DA), Densidade relativa (DR) das espécies amostradas nas subunidades amostrais em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Nome Científico	FA	FR	DA	DR
<i>Manihot glaziovi</i>	90	26,47	3120	43,58
<i>Croton blanchetianus</i> .	80	23,53	2000	27,93
<i>Bauhinia forficata</i>	70	20,59	1520	21,23
<i>Cenostigma pyramidale</i>	40	11,76	240	3,35
<i>Senna macranthera</i>	20	5,88	120	1,68
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	10	2,94	40	0,56
<i>Jatropha molíssima</i>	10	2,94	40	0,56
<i>Croton heliotropiifolius</i>	10	2,94	40	0,56
<i>Cordia leucocephala</i> .	10	2,94	40	0,56
Total	340,00	100,00	7160,00	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da densidade absoluta foram superiores aos encontrados em alguns estudos realizados em áreas com vegetação de caatinga, como por Fabricante e Andrade (2007) em uma análise estrutural de um remanescente de caatinga no Seridó Paraibano, que estimaram uma densidade de 2.822,5 ind.ha⁻¹; Alves Junior et al. (2013), que estimaram uma densidade total de 2.080 ind.ha⁻¹ em uma área de caatinga no município de Floresta-PE. Fernandes, Oliveira e Fernandes (2017), que obtiveram um valor de densidade total estimada 172,1 ind.ha⁻¹ em um

fragmento florestal de caatinga no estágio sucessional classificado como secundário inicial no estado Piauí.

Silva et al. (2012) encontraram uma densidade $8.116 \text{ ind.ha}^{-1}$ ao avaliarem a regeneração natural em uma área de caatinga antropizada. Este resultado pode ser considerado semelhante ao estimado no presente estudo $7.160 \text{ ind.ha}^{-1}$, que também é considerada uma área de vegetação antropizada, com critérios de exploração preestabelecidos no plano de manejo florestal sustentável.

Resultados superiores são encontrados em áreas de caatinga, como os estudos de Lucena, Silva e Alves (2016), que, avaliando duas áreas em Serra Negra do Norte-RN, sob regimes de exploração distintos, com diferentes modalidades de cortes e em diferentes épocas, observaram valores de densidade estimada em $10.600 \text{ ind.ha}^{-1}$ para a Esec do Seridó e $17.575 \text{ ind.ha}^{-1}$ para a fazenda Pedro Cândido na primeira avaliação. Após três anos, observaram $9.375 \text{ ind.ha}^{-1}$, $15.250 \text{ ind.ha}^{-1}$ para os mesmos ambientes, respectivamente. Os autores atribuíram tal redução à diminuição da precipitação na região durante o intervalo em que foi realizada tal avaliação.

Souza et al. (2019) também observaram valores superiores de densidade 13.680 , 19.520 , 20.760 e $26.880 \text{ ind.ha}^{-1}$, comparando áreas com diferentes tempos de exploração submetidas a manejo florestal sustentável.

Ao se analisarem os resultados do estudo e comparando-os com os disponíveis na literatura, percebe-se facilmente que podem ser encontrados valores inferiores, similares e superiores para os estudos realizados em vários ambientes de caatinga. É importante destacar que estas variações nos resultados encontrados são diretamente influenciadas pelas características edafoclimáticas particulares de cada região, pois estes são os principais fatores determinantes para o padrão vegetacional de um ecossistema, mas também deve ser levado em consideração a qual regime de exploração os ambientes estudados foram ou são submetidos e quais os critérios e metodologias de inclusão dos indivíduos regenerantes amostrados são utilizados na pesquisa.

Foram realizadas as estimativas da regeneração natural por classes de alturas (RNCI, RNCII e RNCIII) e regeneração natural total (RNT) (Tabela 11). As espécies amostradas que apresentaram as maiores estimativas de regeneração natural total (RNT) foram: *Manihot glaziovii* Mull.Arg. (34,18%), *Croton blanchetianus* Baill (33,84%), *Bauhinia forficata* L. (21,30%). Essas três espécies juntas

representaram 89,32% da estimativa da população regenerante total dentro das três classes de altura. Tais espécies também foram as únicas que estiveram presentes nas três classes de altura com o maior número de indivíduos e também apresentaram os maiores valores de densidade relativa e frequência relativa dentro das classes de altura.

Tabela 11 – Estimativas da regeneração natural por classes de altura em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Nome Científico	DRI	FRI	RNCI	DRII	FRII	RNCII	DRIII	FRIII	RNCIII	RNT
<i>Manihot glaziovii</i>	55,56	33,33	44,44	45,28	30,00	20,47	17,86	23,08	20,47	34,18
<i>Croton blanchetianus</i>	17,78	23,81	20,79	23,58	23,33	57,28	60,71	53,85	57,28	33,84
<i>Bauhinia forficata</i>	20	28,57	24,29	22,64	23,33	16,62	17,86	15,38	16,62	21,30
<i>Cenostigma pyramidale</i>	4,44	9,52	6,98	3,77	10,00	-	-	-	-	4,62
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	-	-	-	-	-	5,63	3,57	7,69	5,63	1,88
<i>Senna macranthera</i>	-	-	-	2,83	6,67	-	-	-	-	1,58
<i>Jatropha mollissima</i>	2,22	4,76	3,49	-	-	-	-	-	-	1,16
<i>Croton heliotropiifolius</i>	-	-	-	0,94	3,33	-	-	-	-	0,71
<i>Cordia leucocephala</i>	-	-	-	0,94	3,33	-	-	-	-	0,71
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

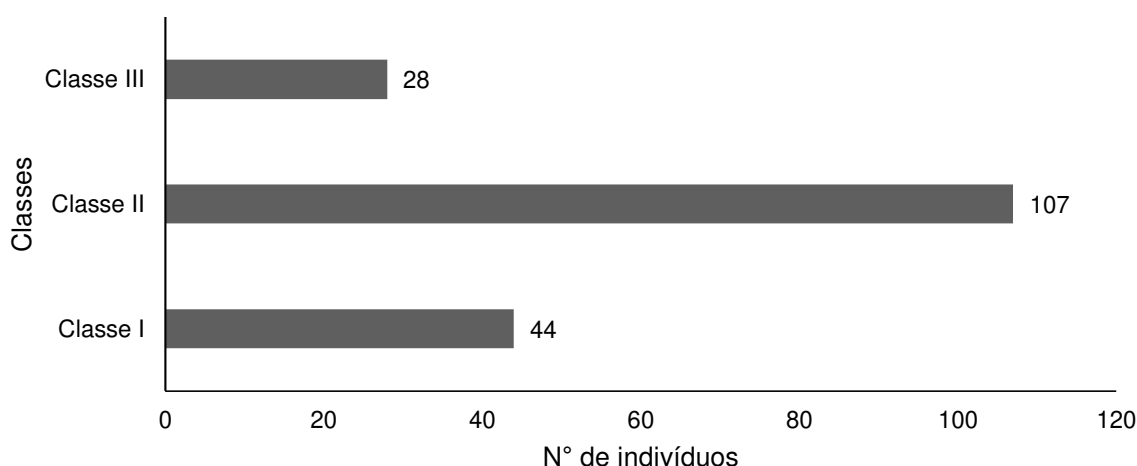
Fonte: Dados da pesquisa.

Alves Junior et al. (2013) observaram que as espécies *Croton blanchetianus* Baill e *Bauhinia forficata* L. apresentaram as maiores ocorrências nas classes de altura dos indivíduos regenerantes em um estudo realizado em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco. Muitos são os estudos em caatinga que apresentam estas espécies com maior destaque nas classes de altura da regeneração, como Holanda et al. (2015), que observaram, em um comparativo entre duas áreas de caatinga, que a espécie *Croton blanchetianus* Baill apareceu em todas as classes de altura da regeneração nos ambientes I e II e que a *Bauhinia forficata* L. apareceu em todas as classes do ambiente II, comportamento semelhante ao observado no presente estudo.

4.2.4 Distribuição em classes de altura

Dos 179 indivíduos inventariados, observa-se que os exemplares amostrados se distribuíram dentro das classes de altura com maior concentração na classe II, com 107 indivíduos, seguido da classe I, com 44, e classe III, com 28 indivíduos amostrados (Figura 11).

Figura 11 – Número de indivíduos distribuídos dentro das três classes de alturas (classe I: 0,5 – 1,0; classe II: 1,0 – 2,0; classe III: < 2,0), em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

A concentração do maior número de indivíduos na segunda classe de altura registrada no presente estudo pode ser atribuída ao ingresso das espécies na classe em questão, devido ao intervalo (cinco anos) entre o levantamento e o período em que foi realizada a exploração da vegetação.

Holanda et al. (2015) também observaram uma maior concentração de indivíduos na Classe II, destacando a competição intraespecífica e interespecífica que ocorre entre as espécies existentes na área, juntamente com a pressão de pastejo exercida pelos animais, como as principais responsáveis por essa diferença existente na distribuição dos indivíduos entre as classes de altura.

Alguns autores também explicam que o menor número de exemplares encontrado na primeira classe pode ser justificado pelas condições adversas apresentadas pelo bioma, que podem não favorecer o estabelecimento das

plântulas, resultando na mortalidade das mesmas e no menor número de indivíduos distribuídos nas classes iniciais de altura (ALVES JUNIOR et. al., 2013; LUCENA; SILVA; ALVES, 2018).

4.3 Estoque de Serapilheira

4.3.1 Acúmulo de serapilheira no solo

Na Tabela 12, encontram-se as estimativas do acúmulo de serapilheira no solo na área de estudo (kg.ha^{-1} e t.ha^{-1}) em dois diferentes períodos do ano (seco e chuvoso). Verifica-se que, nos períodos, os maiores valores foram observados no período chuvoso ($4.217,32 \text{ kg.ha}^{-1}$), os quais são superiores ao total acumulado no período seco ($2.295,2 \text{ kg.ha}^{-1}$).

No que diz respeito às frações observaram-se diferenças estatísticas para galhos ($2.328,72 \text{ kg.ha}^{-1}$) e miscelânea ($1.096,78 \text{ kg.ha}^{-1}$), que apresentaram uma maior produção no período chuvoso. As frações folhas e estrutura reprodutiva não diferiram estatisticamente nos períodos observados, embora o conteúdo de folha tenha sido maior no período seco, justificada pela característica típica das plantas de caatinga a queda das folhas durante o período de estiagem na região.

Tabela 12 – Serapilheira acumulada (kg.ha^{-1} e t.ha^{-1}), em dois períodos distintos (seco e chuvoso), em função das frações (folha, galhos, estrutura reprodutiva e miscelânea) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Serapilheira (kg.ha^{-1})		
	Período	
Frações	Seco	Chuvoso
Folhas	1401,04 a	734,96 a
Galhos	639,2 b	2328,72 a
Estrutura reprodutiva	115,60 a	56,85 a
Miscelânea	139,16 b	1096,78 a
Total	2.295,2	4217,32

Serapilheira (t.ha^{-1})		
	Período	
Frações	Seco	Chuvoso
Folhas	1,4 a	0,73 a
Galhos	0,63 b	2,32 a
Estrutura reprodutiva	0,11 a	0,05 a
Miscelânea	0,13 b	1,09 a
Total	2,29	4,21

Fonte: Dados da pesquisa.

Alves (2011) explica que os maiores valores de miscelânea registrados durante o período chuvoso se devem ao fato de que esse material faz parte da dieta dos insetos durante a estação seca, quando ocorre a diminuição na disponibilidade de material verde para alimentação desses animais. Assim, neste período, observa-se uma redução dessa fração. O mesmo autor também observou uma maior produção na fração de galhos no período chuvoso e associou este comportamento à ocorrência de fatores climáticos, que favorecem a queda dos galhos. Schumacher et al. (2003) confirmam que os maiores valores no acúmulo de galhos são reflexos de condições meteorológicas adversas que podem proporcionar o aumento na queda desse material.

O resultado de serapilheira total acumulada nos dois períodos, ao ser comparado com outros estudos, pode ser considerado semelhante aos encontrados para ambientes de caatinga. É importante destacar que a área se encontra em fase de regeneração cinco anos após o primeiro corte. Espera-se que, ao final do ciclo (quinze anos depois do primeiro corte), a área consiga atingir maiores valores dentro dos padrões apresentados pelos ecossistemas de caatinga.

Souza et al. (2017), comparando três UPA's em uma área de caatinga manejada em São José de Espinharas-PB, encontraram valores semelhantes, que variaram de 3,4 t. ha⁻¹ a 4,2 t. ha⁻¹, sendo o menor valor encontrado na área preservada e o maior na área em fase de exploração, respectivamente. Os autores atribuíram os maiores valores na área em exploração ao material vegetal acrescentado ao solo após a atividade de corte.

Henriques et al. (2016) também apresentaram valores para o acúmulo de serapilheira que variaram entre 1,9 a 6,46 t. ha⁻¹, estudando áreas com vegetação de caatinga em Santa Terezinha-PB.

Farias et al. (2019), estudando um fragmento de caatinga arbustivo-arbóreo fechada em Mossoró/RN, observaram um valor de 4,6 t. ha⁻¹ para a estimativa do acúmulo de serapilheira em uma área de reserva legal.

Vale destacar que o acúmulo de serapilheira nas florestas é diretamente influenciado por um conjunto de fatores ambientais que atuarão diretamente na composição e na quantidade de serapilheira em um determinado ambiente.

4.3.2 Teores de nutrientes na serapilheira

Na Tabela 13, encontram-se os valores médios dos teores dos macronutrientes encontrados na serapilheira acumulada na área do estudo.

Foi observado que, entre os nutrientes, o que apresentou os maiores teores na serapilheira foi o Cálcio (Ca), com valores de $27,61 \pm 5,29 \text{ g.kg}^{-1}$, seguido do Nitrogênio (N) $8,80 \pm 1,52$.

Para os teores de Nitrogênio (N), os valores podem ser explicados pela quantidade de material acumulado referente à fração de folha (Tabela 12), que é uma das principais responsáveis pelo depósito de N no solo.

Na visão geral da quantidade dos elementos que se encontram presentes na serapilheira, tem-se a seguinte ordem $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$.

Tabela 13 – Teores médios dos macronutrientes na serapilheira acumulada em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN

Teores de nutrientes g kg^{-1}		
Nutrientes	Valores	CV%
Nitrogênio (N)	$8,80 \pm 1,52$	17,30
Fósforo (P)	$0,62 \pm 0,30$	49,01
Potássio (K)	$3,56 \pm 1,18$	33,14
Cálcio (Ca)	$27,16 \pm 5,29$	19,48
Magnésio (Mg)	$2,01 \pm 0,59$	29,39
Enxofre (S)	$0,81 \pm 0,26$	32,26

Fonte: FULLIN (2021).

Os maiores valores encontrados para esses nutrientes, nesse ambiente, devem-se ao fato que as maiores quantidades de resíduos presentes na serapilheira pertenceram às frações galhos e folhas, em relação às demais frações, uma vez que os teores de Cálcio (Ca) são diretamente influenciados pelos materiais presentes na fração dos galhos (Tabela 12). Essa fração foi a que apresentou os maiores valores de material acumulado em relação às demais, logo correspondeu à maior influência nos teores dos nutrientes apresentados na serapilheira.

Os resultados encontrados neste trabalho sobre a ordem dos valores dos macronutrientes presentes na serapilheira podem ser comparados aos encontrados

por Holanda et al. (2017), que observaram a seguinte ordem no geral para o retorno dos nutrientes ao solo: $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P}$.

Lucena (2017), estudando duas áreas de caatingas em Serra Negra do Norte, observou um padrão geral da concentração de nutrientes semelhante aos encontrados neste estudo, que foi: $\text{Ca} > \text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P}$. O autor constatou que a quantificação dos teores de nutrientes encontrados na área foi bastante influenciada pelos maiores valores registrados na fração galho, o que contribuiu diretamente para os maiores teores de Ca presentes no material.

Tais semelhanças de resultados nos teores de nutrientes em outros ambientes de caatinga informam que o ecossistema estudado não se encontra fora dos padrões encontrados em estudos realizados recentemente em áreas de caatinga, demonstrando que a forma com que a vegetação vem sendo explorada pode não ter interferido na composição dos nutrientes, embora seja necessária a realização de estudos mais detalhados em períodos e frações sobre os nutrientes para uma avaliação mais precisa.

É importante destacar que o padrão de retorno dos nutrientes ao solo depende diretamente da composição e estrutura do material que irá compor a serapilheira de uma área em questão.

Ainda é possível encontrar resultados distintos, como Alves et al. (2017), que, estudando os nutrientes da serapilheira em uma área de caatinga no município de Floresta-PE, observaram padrões distintos para o gradiente dos nutrientes encontrados, observando-se a seguinte ordem: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{S} > \text{P} > \text{Mg}$. Os autores afirmam que essa ordem se deve ao somatório dos valores dos nutrientes encontrados nas frações analisadas, que depende diretamente da composição do material presente na serapilheira.

4.4 Análises Multivariadas

Para as referidas análises, foram construídos diagramas de ordenação para a análise dos componentes principais (PCA), utilizados para verificar a ordenação espacial das parcelas (unidades amostrais) em relação às espécies arbóreas e regenerantes encontradas na área de estudo (Figuras 11 e 12). Diagramas de ordenação para análise de correspondência canônica (CCA) foram elaborados para observar a correlação entre as espécies arbóreas e regenerantes, em função dos

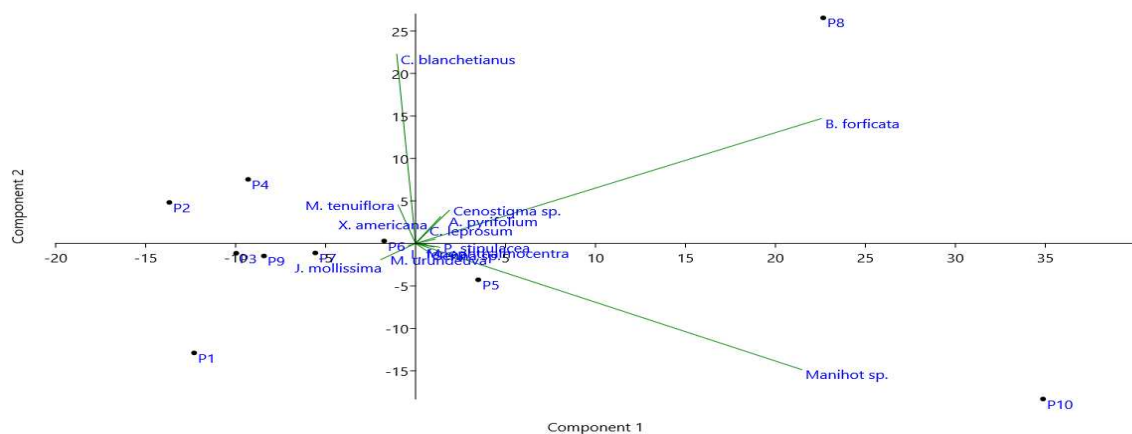
dados de nutrientes encontrados na serapilheira presente nas unidades amostrais (Figuras 13 e 14).

O diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), em função das espécies arbóreas, foi eficiente, tendo 86,8% dos dados explicados pelos dois primeiros eixos.

Na Figura 12, observa-se que, das 14 espécies inventariadas no presente trabalho, as que mais se destacaram no padrão de ocorrência nas unidades amostrais foram: *Croton blanchetianus*, *Bauhinia forficata* e *Manihot glaziovii*.

O *Croton blanchetianus* apresentou sua maior ocorrência nas parcelas quatro (P4) e oito (P8); a *Bauhinia forficata*, na parcela oito (P8), e a *Manihot glaziovii*, na parcela dez (P10). Esse comportamento observado no destaque da distribuição para essas três espécies, em relação às demais, deve-se ao fato de estas pertencerem ao grupo ecológico das pioneiras, sendo, assim, importantes colonizadoras de áreas perturbadas e ambientes em fase de recuperação, devido à alta capacidade de povoar ambientes com maior velocidade do que outras espécies pertencentes a outros grupos ecológicos.

Figura 12 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), em função das espécies arbóreas (CAP $\geq 6,0$ cm) encontradas nas 10 parcelas (unidades amostrais) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

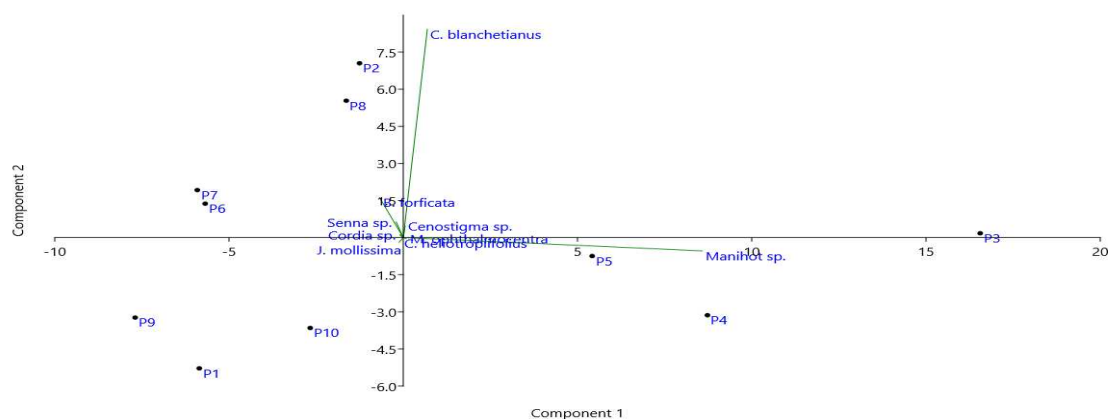
Para os indivíduos regenerantes, o diagrama de ordenação para a análise dos componentes principais, em relação às espécies amostradas, foi eficiente, tendo 85,4% dos dados sido explicados pelos dois primeiros eixos.

Na Figura 12, é possível observar um padrão semelhante ao apresentado pelo componente arbóreo (Figura 13), uma vez que as espécies que apresentaram destaque no padrão de distribuição foram *Croton blanchetianus* e *Manihot glaziovii*.

A espécie *Croton blanchetianus* apresentou um padrão de distribuição em todas as parcelas e uma maior correlação do que as demais com a parcela dois (P2), com maior número de indivíduos, assim como a *Manihot glaziovii* teve sua distribuição na maioria das parcelas amostradas e maiores correlações nas parcelas dois (P2) e quatro (P4).

Tais espécies, quando comparadas com as outras encontradas no levantamento dos indivíduos regenerantes, apresentaram os maiores números de indivíduos e um maior número de parcelas. Esse fato pode ser explicado pela característica de serem espécies pioneiras, colonizadoras de ambientes perturbados e que, embora alguma outra espécie presente no levantamento também pertença a este grupo, estas espécies se destacaram devido a sua colonização e estabelecimento no ambiente com mais facilidade.

Figura 13 – Diagrama de ordenação produzido pela análise de componentes principais (PCA), em função das espécies regenerantes (CAP < 6,0cm) encontradas nas 10 parcelas (unidades amostrais) em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

Essas espécies que receberam destaque neste estudo são facilmente encontradas com destaque nos estudos realizados em áreas de caatinga, como em um levantamento realizado por Ramos e Albuquerque (2012), que registraram a sua ocorrência no inventário em uma área de caatinga em Soledade-PB, em áreas exploradas para uso doméstico da lenha. De acordo com os autores, estas demonstraram uma tendência ao agrupamento em relação à ocorrência com influência também da sazonalidade na região entre elas e também com algumas outras espécies. Ao analisarem os componentes principais (PCA), observaram que é comum o destaque destas espécies em áreas com algum nível de exploração.

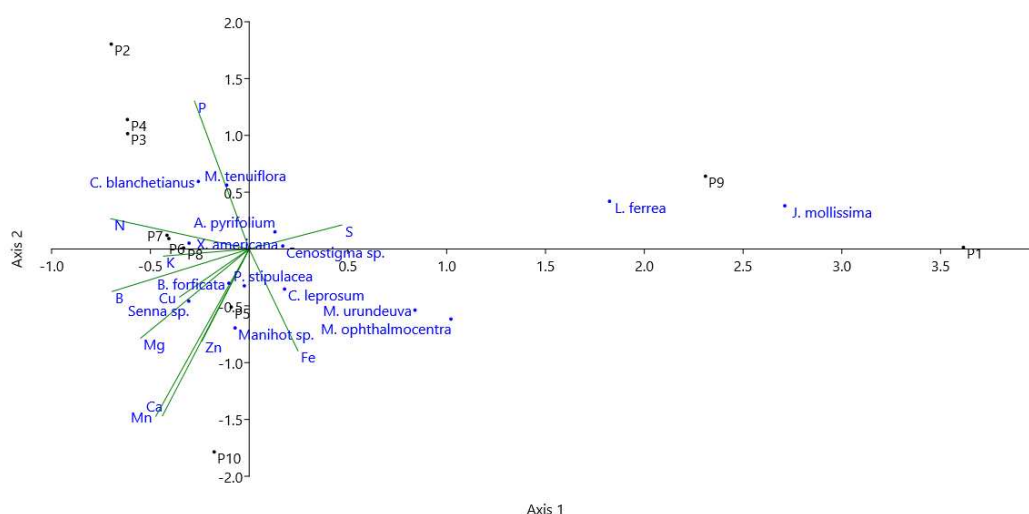
Em relação à correspondência canônica (CCA) para observar a correlação entre as espécies arbóreas (Figura 14) e espécies regenerantes (Figura 15), em função dos dados de nutrientes na serapilheira presentes nas unidades amostrais, foi realizada uma análise preliminar, composta por todas as variáveis disponíveis, permitindo detectar que as variáveis utilizadas se mostraram significativas para a análise final.

Na análise de Correspondência Canônica (CCA) para o componente arbóreo, observou-se uma significativa relação ecológica entre as espécies e os nutrientes da serapilheira encontrados nas unidades amostrais, cujas variáveis explicaram 67,91% da variabilidade encontrada e, desta fatia, 36,02%, pelo primeiro eixo e 31,89 pelo segundo. Esses resultados indicam que os fatores utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies dessa área de caatinga. Por ser esta uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulados normalmente indicam que há variedade de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, e que estes podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações entre as espécies e os nutrientes na serapilheira, indicando elevada significância das correlações.

Quanto aos nutrientes presentes na serapilheira, não foram observadas grandes diferenças na área estudada. Os maiores destaques na correlação dos nutrientes, espécies e unidades amostrais foram com o fósforo (P) e o nitrogênio (N), que apresentaram uma maior correlação com as parcelas dois (P2), três (P3), quatro (P4) e sete (P7) e com as espécies *Croton blanchetianus*, *Mimosa tenuiflora* e *Aspidosperma pyrifolium*. As parcelas cinco (P5), seis (P6), oito (P8) e dez (P10)

apresentaram uma maior correlação com cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), boro (B), cobre (Cu) e manganês (Mn) e as espécies *Bauhinia forficata* e *Senna macranthera*. As parcelas um (P1) e nove (P9) tiveram a maior correlação com o enxofre (S) e as espécies *Libidibia ferrea* e *Jatropha molíssima*. E as demais espécies com o ferro (Fe) concentrado no eixo 2.

Figura 14 – Diagrama de ordenação, pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), indicando as correlações entre as espécies arbóreas (CAP $\geq 6,0$ cm) e os dados dos nutrientes encontrados na serapilheira presente nas unidades amostrais, em uma área de caatinga manejada no município de Upanema/RN



Fonte: Dados da pesquisa.

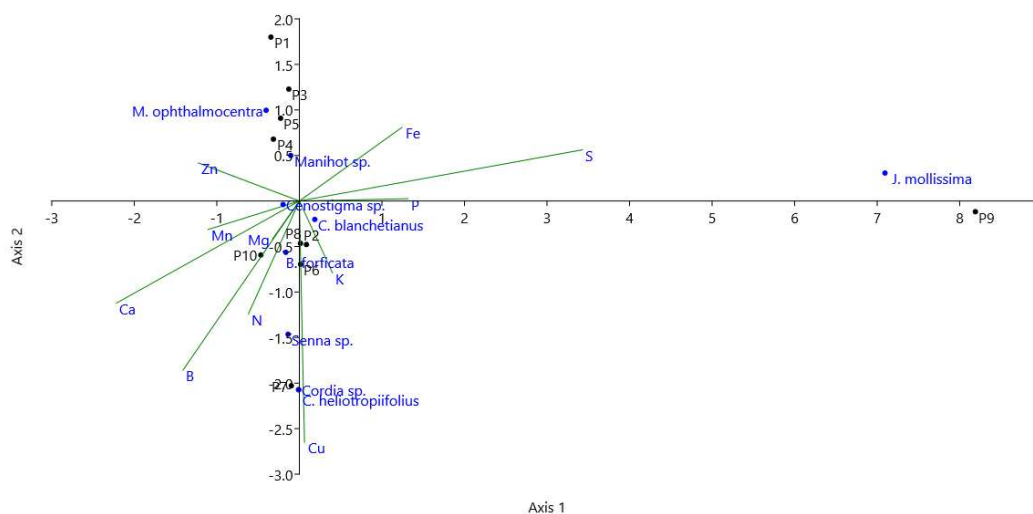
Na Figura 15, podem ser observadas as correlações entre as espécies regenerantes e os nutrientes presentes na serapilheira encontrados nas unidades amostrais, apresentando também significativa relação ecológica entre estes dois parâmetros.

Desta forma, as condições ambientais explicaram 64,72% da variabilidade encontrada, desta fatia, 33,82% do primeiro eixo e 30,90% do segundo eixo. Esses resultados indicam que os fatores ambientais utilizados na análise foram suficientes para explicar grande parte da variação encontrada nas principais espécies da área estudada. Novamente, pode-se destacar que, por se tratar de uma análise de caráter exploratório, os percentuais de variância acumulados normalmente indicam

que uma variedade de outros fatores ambientais, não incluídos na análise, podem estar envolvidos em determinar os padrões de distribuição das espécies. A análise gerou valores altos para as correlações espécie-ambiente (nutrientes/serapilheira), indicando elevada significância das correlações.

Em relação aos nutrientes, o Zinco (Zn) apresentou maior correlação com as parcelas um (P1), três (P3), quatro (P4) e cinco (P5) e com as espécies *Mimosa ophthalmocentra* e *Manihot glaziovii* no eixo 2. O cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), nitrogênio (N), manganês (Mn) apresentaram maior correlação no eixo 2 com as parcelas sete (P7), oito (P8) e dez (P10) e as espécies *Bauhinia forficata* e *Cenostigma pyramidale*. O ferro (Fe) e o enxofre (S) com a espécie *J. molíssima*. O potássio (K) e o cobre (Cu) com as parcelas dois (P2), seis (P6) e nove (P9) e as espécies *Croton blanchetianus*, *Cordia leucocephala*, *Croton heliotropiifolius*.

Figura 15 – Diagrama de ordenação, pela Análise de Correspondência Canônica (CCA), indicando as correlações entre as espécies regenerantes (CAP < 6,0 cm) e os dados dos nutrientes encontrados na serapilheira presente nas unidades amostrais, em uma área de caatinga sob regime de manejo florestal no município de Upanema-RN



Fonte: Dados da pesquisa.

As variáveis analisadas neste estudo explicaram mais de 60% da variabilidade dos dados encontrados tanto para o componente adulto como para o regenerante, podendo se considerar, assim, resultados satisfatórios. Estes

resultados podem ser comparados com os de Costa et al. (2009), ao utilizarem a CCA para associação entre espécies/ambiente, quando observaram valores como 64% da variância explicada pelas variáveis e 57% pela composição encontrada na área.

Alves (2011), analisando a relação da biomassa da parte aérea com os nutrientes presentes na serapilheira numa área de caatinga no município de Floresta-PE, em dois períodos distintos, obteve também mais de 60% das variáveis explicadas nas análises. O autor destaca que outros fatores ambientes além dos estudados podem estar envolvidos na determinação dos padrões a serem apresentados por uma determinada comunidade florestal.

Ao comparar superficialmente os resultados encontrados neste estudo com outros disponíveis na literatura com estudos em área de caatinga que relacionem a vegetação com alguma característica do ambiente, é possível enxergar alguma semelhança nos resultados encontrados. No entanto, estudos para a comparação da vegetação adulta e regenerante, com as variáveis ambientais levando em consideração os regimes de exploração aos quais a vegetação foi submetida, ainda são escassos, tornando-os assim necessários, considerando os diferentes sistemas de manejo florestal, estações do ano e intervalos entre as intervenções, em especial, em área de caatinga.

CONCLUSÕES

Baseado nos resultados adquiridos neste trabalho, podemos concluir que:

A vegetação adulta e regenerante inventariada na área de estudo, após cinco anos da exploração, encontra-se em fase de recuperação avançada.

As espécies que mais apresentaram destaques na área no componente adulto e regenerante foram: *Croton blanchetianus* Baill, *Bauhinia forficata* L., *Manihot glaziovii* Mull.Arg, todas pertencentes ao grupo das pioneiras.

Os valores encontrados para a serapilheira acumulada foram considerados similares para as áreas de caatinga, com os maiores valores observados na estação chuvosa.

Os macronutrientes presentes na serapilheira apresentaram a seguinte ordem: Ca>N>K>Mg>S>P.

Os nutrientes que apresentaram destaque na correlação com as espécies foram o P e o N, para o adulto, e o Zn, para o regenerante.

Em geral, os padrões apresentados pela vegetação sob regime de manejo florestal sustentável permitem concluir que a intervenção na área não afetou negativamente a recuperação da floresta.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. R. **Quantificação de biomassa e ciclagem de nutrientes em áreas de vegetação de caatinga no município de floresta, Pernambuco**. Recife-PE: UFRPE, 2011. 116f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) 2011. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/bitstream/tede2/5491/2/Allyson%20Rocha%20Alves.pdf>. Acesso em: 22/01/2021.
- ALVES, L. S.; HOLANDA, A. C.; WANDERLEY, J. A.; SOUZA, J. S.; ALMEIDA, P. G. 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. Disponível em: <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/286/286>. Acesso em: 23.05.2019.
- ALVES JUNIOR, F. T. A.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; MARANGON, 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, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cerne/v19n2/a06v19n2.pdf>. Acesso em: 22/05/2019.
- ALVES, J.J.A.; ARAÚJO, M.A.; NASCIMENTO, S.S. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v.22, n.3, p. 126-135. 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/2371/237117837020/>. Acesso em 12/05/2019.
- AMORIM, I.L.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAUJO, E.L. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botânica Brasilica** V.19, n.3, p.615-623. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abb/v19n3/27377.pdf> Acesso em: 01/05/2019.
- ANDRAE, F. H.; SCHNEIDER, P. R.; DURLO, A. M.; Importância do manejo de florestas nativas para a renda da propriedade e abastecimento do mercado madeireiro, **Ciência florestal**, v.28, n.3, p. 1293-1302, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/32579>. Acesso em: 22/05/2019.
- ANDRADE, F. N.; LOPES, J. B.; BARROS, R. F. M.; LOPES, C. G. R. Caracterização dos planos de manejo florestal no estado do Piauí. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.29, n.1, p.243-254, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/27998/pdf> Acesso em: 13/02/2021.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I.M.; LEITE, U.T.; BARBOSA, M.R.V. Análise de cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Carri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras (MG) v. 11, n. 3, p.253-262. 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/744/74411305/>. Acesso em: 22/05/2019.

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. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/1190/119017355005.pdf>. Acesso em:22/05/2019.

APG IV. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society** 181:1-20, 2016.

ARAUJO, S.M.S.A região semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE**. Ano 5, n.5. p.88-98. 2011. Disponível em: http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordeste_do_brasil.pdf Acesso em: 01/05/2019.

ARAÚJO FILHO, J. **Manejo pastoril sustentável da caatinga**. IICA, Brasília (Brasil) Projeto Dom Helder Camara, Recife (Brasil) Projeto SEMEAR, Brasília (Brasil) Associação Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul (Brasil), 2013.

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, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/262662314> . Acesso em: 22/05/2019.

BAKKE, I.A. **Potencial de acumulação de fitomassa e composição bromatológica da jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poiret) na região semiárida da Paraíba**. 2005. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba. 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/8108> Acesso em: 29/04/2019.

BARBOSA, A. S.; ANDRADE, A. P.; FÉLIX, L. P.; ÁQUINO, I. S.; SILVA, J. H. I. S. Composição, similaridade e estrutura do componente arbustivo arbóreo de áreas de Caatinga. **NATIVA**. v.8, n.3, p.314-322, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/9494> Acesso em: 29/10/2020.

BEZERRA, C. S.; PEREIRA, J. G. Diversidade da vegetação arbórea em uma área de caatinga no município de Monteiro-PB. **Cadernos de Cultura e Ciências**, v. 16, n.1, p.101-108, 2017. Disponível em: <http://periodicos.urca.br/ojs/index.php/cadernos/article/view/1291> Acesso: 22/03/2021.

BRASILEIRO, S. R. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido Nordeste: da degradação à conservação. **Scientia plena**. v.5, n.5, p 1-12, maio 2009. Disponível em: <https://www.scientiaplana.org.br/sp/article/view/629/290> Acesso em: 22/03/2019

BULHÕES, A. A.; CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; RAMOS, I. R. 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. **INTESA**, v.9, n.1, p.51-56, 2015.
Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/INTESA/article/view/3220>
Acesso em: 13/12/2020.

CARVALHO, A. C.; SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; SANTOS, C. P. S.; COSTA, S. E. L.; CARVALHO, A. J. E.; PAREYN, F.G.C.; VIDAURRE, G. B.; DIAS JUNIOR, A. F.; ALMEIDA, M. F. Produção de energia da madeira de espécies da Caatinga aliada ao manejo florestal sustentável. **Scientia florestalis**, v. 48, n.126, p.1-13, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18671/scifor.v48n126.08> Acesso em: 22/03/2021.

COSTA, T. C. C.; OLIVEIRA, M. A. J.; ACCIOLY, L. J. O.; SILVA, F. H. B. B. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.13, n.1, p.961-974, 2009.
Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/gzNCsHF8vzF4kF3VSz9bCZd/?lang=pt>. Acesso em: 01/11/2020.

CORDEIRO, J. M. P.; SOUZA, B. I.; FELIX, L. P. Florística e fitossociologia em floresta estacional decidual na Paraíba, nordeste do Brasil. **Gaia Scientia**, v.11, n.1, p.01-16, 2017. Disponível em:
<https://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/33245>. Acesso em: 04/11/2020.

COSTA, C.D.O; ALVES, M.C. Regeneração natural de espécies em uma área degradada sob processo de reabilitação. **Revista de Ciências Ambientais – RCA**, Canoas, v.10, n.2, 2016. Disponível em:
<https://www.revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/1981-8858.16.35/pdf>. Acesso em: 22/04/2019.

COSTA, C. C. A.; SOUZA, M. A.; SILVA, N. F.; CAMACHO, R. G. V.; DANTAS, I. M. Produção de Serapilheira na Caatinga da Floresta Nacional do Açú-RN. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 246-248, 2007. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Serapilheira+na+Caatinga+da+Floresta+Nacional+do+A%C3%A7%C3%BA-RN&btnG= Acesso em 02/06/2019.

COSTA, C. C. A.; CAMACHO, R. G. V.; DANTAS, I. M.; SILVA, P. C. M.; Análise comparativa da produção de serapilheira em fragmentos arbóreos e arbustivos em área de caatinga na Flona de Açú-RN. **Revista Arvore**. v.34, n.2, p.259-265, 2010
Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n2/v34n2a08> acesso em: 21/05/2019.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil (2014). **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa:** Upanema- Rio Grande do Norte. Belo Horizonte, Ministério de Minas e Energia.
Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17774> Acesso em: 22/05/2019.

DARIO, F. R. ESTUDO FITOSSOCIOLÓGICO DE UMA ÁREA DE CAATINGA EM ESTÁGIO INICIAL DE SUCESSÃO ECOLÓGICA NO ESTADO DA PARAÍBA, BRASIL. **Geotemas**. v.7, n.1, p. 71-83, 2017. Disponível em: <http://natal.uern.br/periodicos/index.php/GEOTemas/article/view/786> Acesso em: 28/11/2020.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.

EMPARN – Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Meteorologia**. Parnamirim, RN: EMPARN, c2020. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/> Acesso em: 17/12/2020.

FABRICANTE, J. R.; ANDRADE, L. A.; Analise Estrutural De Um Remanescentes De Caatinga No Seridó Paraibano. **Oecologia brasiliensis**. v.11, n.3, p.341-349, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/256096148_Analise_Estrutural_de_um_Remanescente_de_Caatinga_no_Serido_Paraibano. Acesso em: 12/10/2020.

FARIAS, D.T.; BARRETO, F. R. S.; SOUZA, M. R.; SILVA, C. J. Serapilheira em fragmento florestal de caatinga arbustivo-arbórea fechada. **Revista Verde**. v.14, n.2, p.331-337, 2019. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/6378/6079> Acesso em: 04/12/2020.

FARIAS, S. G. G.; RODAL, M. J. N.; MELO, A. L.; SILVA, M. A. N.; LIMA, A. L. A. FISIONOMIA E ESTRUTURA DE VEGETAÇÃO DE CAATINGA EM DIFERENTES AMBIENTES EM SERRA TALHADA – PERNAMBUCO. **Ciência Florestal**. v.26, n.2, p. 435-448, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/22745/pdf> Acesso em: 22/11/2020.

FERNANDES, M.M.; OLIVEIRA, T.M.; FERNANDES, M.R.M.; Regeneração natural de um fragmento florestal de caatinga na região semi-árida do Piauí. *Scientia plena*, v.13, n.2, p.1-7. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314304081_Regeneracao_natural_de_um_fragmento_florestal_na_regiao_semiarida_do_Piaui. Acesso: 15/03/2021.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P.; Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, v.70, n.4, p.51-56. 2018. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252018000400014&script=sci_arttext&lng=pt. Acesso em: 03/02/2021.

FIGUEIREDO FILHO, A.; DIAS, A. N.; STEPKA, F. T.; SAWCZUK, A. R. Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição Diamétrica em floresta ombrófila mista. **Floresta**. v.40, n.4, p. 763-776, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/20328> Acesso em: 27/04/2010.

FINOL, U.H. Nuevos parámetros a considerarse en el analisis estrututal de las selvas virgenes tropicales. **Revista Florestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971. Disponível em: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=orton.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=017777> Acesso em: 22/09/2018.

FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> . Acesso em: 22/09/2020.

FULLIN, Laboratório de análises agronômicas ambiental e preparo de soluções químicas. Disponível em: <http://www.fullin.com.br/default.aspx>.

GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES, G.M.M.; SCOLFORO, J.R.S. Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará. **Ciência Florestal**, v.13, n.2, p.71-82. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/1744> Acesso em: 22/05/2019.

GONZAGA, A. P. D.; ALMEIDA, H. S.; NUNES, Y. R. FERREIRA.; MACHADO, E. L. M.; NETO, S. A. Regeneração Natural da Comunidade Arborea de dois Fragmentos de Floresta decidual (Mata Seca Calcária) no Município de Montes Claro-MG. **Revista Brasileira de Biociência**, Porto Alegre, v. 5, n, 2, p. 531-533, 2007. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?start=10&q=din%C3%A2mica+da+regenera%C3%A7%C3%A3o+natural+da+caatinga&hl=pt-BR&as_sdt=0,5 Acesso em: 03/04/2019.

GARCIA, C. C.; REIS, M.G.F.; REIS, G. G.; PEZZOPANE, J. E. M.; LOPES, H. N. S.; RAMOS, D. G. Regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta estacional semidecidual montana, no domínio da mata atlântica, em Viçosa, MG. **Ciência florestal**. v.21, n.4, p. 677-688. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cflo/v21n4/1980-5098-cflo-21-04-00677.pdf> Acesso em: 20/04/2019.

GARIGLIO, A. M. A rede de Manejo Florestal da Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S.B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (orgs). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília, Serviço Florestal Brasileiro. p. 199-204. 2010.

GUEDES, R. S. et al. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso de um trecho de caatinga no semiárido paraibano. **Revista Caatinga**. v.25, n.2, p. 99-108, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277029305_CHARACTERIZACAO_FLORISTICOFITOSSOCIOLOGICA_DO_COMPONENTE_LENHOSO_DE_UM_TRECHO_DE_CAATINGA_NO_SEMIARIDO_PARAIBANO. Acesso em: 13/03/2021.

HENRIQUES, I. G. N.; SOUTO, J. B.; SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; LIMA, T. S. Acúmulo, deposição e decomposição de serrapilheira sob a dinâmica vegetacional da Caatinga em Unidade de Conservação. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**, v.11, n.1, 2016. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4523>. Acesso em: 23/03/2021.

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, n. 4, p. 142 – 150, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S198321252015000400142&lng=en&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 12/02/2020.

HOLANDA, A. C.; FELICIANO, A. L. P.; FREIRE, F. J.; SOUSA, F. Q.; FREIRE, S. R. O.; ALVES, A. R. APORTE DE SERAPILHEIRA E NUTRIENTES EM UMA ÁREA DE CAATINGA. **Ciência Florestal**. v.27, n.2, p.621-633, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/27747> Acesso em: 12/10/2020.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2010. **Mapa de vegetação do Brasil**. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25/10/2019.

IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Regiões Geográficas Imediatas e Regiões Geográficas Intermediárias 2017**. IBGE, Coordenação de Geografia. - Rio de Janeiro, RJ. IBGE, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf> Acesso em: 28/11/2018.

KLEIN, R. M. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, v. 32, p. 165-389, 1980. Disponível em <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autor:KLEIN,R.M.> Acesso em: 04/05/2019.

LEAL FILHO, N.; SENA, J.S.; SANTOS, G.R. Variações espaço-temporais no estoque de sementes do solo na floresta amazônica. **Acta Amazonica**, v.43, n.3, p.305-314, 2013. Disponível em: https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/123/3416/1/Variacao_espaco_temporais.pdf Acesso em: 27/05/2019

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. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5902/1980509832095>. Acesso em: 26/02/2021.

LIMA, V. R. P.; SILVA-SEABRA, V.; XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C.; Análise do Padrão Espacial do Uso e Cobertura do Solo e da Fragmentação e Conectividade da Vegetação no Semiárido do Nordeste Brasileiro: Bacias Dos Rios Taperoá e Alto Paraíba-PB. **Revista de Estudos Andaluces**, v.1, n.34, p.25-49. 2019. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6930740>. Acesso em: 12/01/2021.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALACIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D.; Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga.

Revista Agroambiente. v. 3, n. 2, p. 72-79, jul-dez, 2009. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/252/234> Acesso em: 22/05/2019.

LUCENA, M. S. **FITOSSOCIOLOGIA E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA EM UMA ÁREA DE CAATINGA SUBMETIDA A DIFERENTES SISTEMAS SILVICULTURAIS**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande. Patos-PB, p.150. 2017.

LUCENA, M. S.; SILVA, J. A.; ALVES, A. R.; Estrato regenerante do componente lenhoso em área de caatinga com diferentes usos, no seridó potiguar. **Revista de Ciências ambientais**, v.12, n.1, p.45-49. 2018. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/3496>. Acesso em: 11/03/2021.

LUCENA, M. S.; SILVA, J. A.; ALVES, A. R. Regeneração natural do estrato arbustivo-arbóreo em área de Caatinga na Estação Ecológica do Seridó- RN, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 29, n. 2, p. 17-31, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n2p17>. Acesso em: 13/04/2019.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: POTAFOS, 1999. 201 p.

MACHADO, S.; CYSNEIROS, V.; NASCIMENTO, R.G.; MARTINS, A.; SCHMIDT, L.; Projeção da Estrutura Diamétrica de Grupos Ecológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.24, n.2, p. 14-24, 2017. Disponível em: <http://host-article-assets.s3.amazonaws.com/floram/58ff57990e8825246babdcf8/fulltext.pdf> Acesso em: 15/05/2019.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D&Z Computação Gráfica e Editora. 2004. 410p.

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, e201701518, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1518> Acesso em: 20/10/2020.

MAPBIOMAS, **INFOGRAFICOS** v.5.0. 2019. Disponível em: <https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Infograficos/Colecao5/MBI-Infografico-caatinga-5.0-BR.jpg>. Acesso em:14/04/2021

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. Disponível em: <https://1library.org/document/q5w83ogq-floristica-componente-paraiba-antropizacao-floristic-structure-reflections-anthropization.html> Acesso em: 22/10/2020.

MARTINS, K. L. C. M.; MELQUIADES, T. F.; REZENDE, J. L. P.; COELHO JUNIOR, L. M. Plant Extractivism Production Disparity Between Northeast Brazil and Brazil **Floresta e Ambiente**, v.25, n.4, p.1-9, 2018. Disponível em: scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872018000400116&script=sci_arttext. Acesso em: 03/02/2021.

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 diâétrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.14, n.2, p.85-95. 2018. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/900>. Acesso em: 13/03/2021.

MIN. Ministério da Integração Nacional. **Resolução Nº 107/2017**. Estabelece critérios técnicos e científicos para delimitação do Semiárido Brasileiro e procedimentos para revisão de sua abrangência. Brasília, 2017. Disponível em: sudene.gov.br/imagens/2017/arquivos/Resolucao-107-2017. Acesso em 16/10/2020.

MMA (Ministério do Meio Ambiente) 2016. **Caatinga**. Brasília. Disponível em <http://www.mma.gov.br/biomas/caatinga> Acesso em: 22/04/2019.

MOURA, P. M. Ciclagem de biomassa e nutrientes em estádios sucessionais da Caatinga. Recife: UFPE, 2010. 100p. Tese (**Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares**) – Universidade Federal de Pernambuco. 2010.

MUELLER-DAMBOIS, D; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley y Sons, 1974. 547p.

NDAGIJIMANA, C.; PAREYN, F.G.C.; RIEGELHAUPT, E. Uso do Solo e Desmatamento da Caatinga: UM estudo de caso na Paraíba e no Ceará. In: PAREYN, F.; VIEIRA, J. L.; GARIGLIO, A. M. (orgs). **Estatística Florestal da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, PE, v, 2, p,18-29. Agosto. 2015.

NÓBREGA, A. M. F.; VALERI, S V.; PAULA, C. R.; CARMO, M.M. D. P.; SILVA, S. A. Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma várzea do Rio Mogi Guaçu – SP. **Revista Árvore**, v.33, n.3, p.403-41, 2009. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48813670002> Acesso em: 22/05/2019.

PAZ, G. V.; SILVA, K. A.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Banco de sementes em áreas de caatinga com diferentes graus de antropização. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 1, n. 1, p.61-69, 2016. Disponível em: www.ufrpe.br/jeap <http://dx.doi.org/10.24221/jeap.1.1.2016.987.61-69>. Acesso em: 27/05/2019

PAREYN, F. MILLIKEN, W. BARACAT A, GARIGLIO, M.A, SANTOS. In: GALINDO, R.C.A.P. GASSON, P. GALLINDO, F.A.T. HASSETT, D.M. **Cuidando da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste (APNE), Royal Botanic Gardens, Kew. p. 1-24. 2013. Disponível em: www.plantasdonordeste.org. Acesso em: 13/04/2019.

PAREYN, F. G. C.; VIEIRA, J. L.; GARIGLIO, A. M. **Estatística Florestal da Caatinga**. Associação Plantas do Nordeste, Recife, PE, v, 2, p, 142. Agosto. 2015.

PAREYN F. G. C.; LIMA, K. C.; MARQUES, M. W. C. F.; RIEGELHAUPT, E. M.; BACALIN, P. Dinâmica da regeneração da vegetação da caatinga na unidade experimental PA Recanto III - Lagoa Salgada/RN. In: GARGILIO, M. A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. (Orgs). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília, Serviço Florestal Brasileiro. p 229-244.2010. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf Acesso em: 22/04/2019

PAUPITZ, J. Elementos da estrutura fundiária e uso da terra no semiárido brasileiro. In: Gariglio et al. **Uso sustentável e conservação dos Recursos Florestais da Caatinga** GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. (Org.) 2.ed. Brasília: Serviço florestal brasileiro, 2010, p. 145-156. p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf Acesso em: 22/04/2019.

PEREIRA FILHO, J.M.; BAKKE, O.A. Produção de forragem de espécies herbáceas da caatinga. In. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. (Org.) 2.ed. Brasília: Serviço florestal brasileiro, 2010, p. 145-156. p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf Acesso em: 21/04/2019.

PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbspa/v14n1/10.pdf> Acesso em: 22/04/2019.

PIMENTEL, D. J. O. **Dinâmica da Vegetação lenhosa em Área de Caatinga, Floresta- PE**. 2012, 62f, 62p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. 2012. Disponível em: <http://ppgcf-ufrpe.jimdo.com/disserta%C3%A7%C3%B5es/> Acesso em:22/04/2019.

PINTO, S. I. C.; MARTINS, S.V.; BARROS, N.F.; DIAS, H.C.T. Produção de serapilheira em dois estádios sucessionais de floresta estacional semidecidual na Reserva Mata do Paraíso, **Revista Árvore**, v.32, n.3, p. 545-556. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622008000300015 Acesso em:22/05/2019.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U. P.; O uso doméstico da lenha em comunidades rurais da Caatinga: Como a sazonalidade interfere nos padrões de coleta de lenha. **Biomass and Bioenergy**, v.39, n.4, p. 147-158. 2012. Disponível em: <file:///C:/science/journal/09619534> Acesso em: 13/10/2020.

RIBEIRO, T. R.; BAKKE, I. A.; SOUTO, P. C.; BAKKE, O. A.; SILVA, D. L. Diversidade do banco de sementes em diferentes áreas de caatinga Manejadas no

semiárido da Paraíba, Brasil **Ciência Florestal**, vol. 27, núm. 1, 2017, pp. 203-213
Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53450420017> Acesso em: 22/05/2019.

RIEGELHAUPT, E.; PAREYN, F. G. C.; BACALINI, P. O Manejo Florestal Na Caatinga: Resultados Da Experimentação. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S.B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (orgs). **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. Brasília, Serviço Florestal Brasileiro. p.256-275. 2010.

RMFC – REDE DE MANEJO FLORESTAL DA CAATINGA. Protocolo de Medições de Parcelas Permanentes. Recife: Associação de Plantas do Nordeste; Brasília: MMA, PNF, PNE, 2005. 30p. Disponível em: https://www.academia.edu/7891824/Protocolo_de_Medi%C3%A7%C3%B5es_da_Rede_de_Manejo_Florestal_da_Caatinga Acesso em: 22/03/2019.

SABINO, F. G. S.; CUNHA, M. C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da Vegetação em Dois Fragmentos de Caatinga Antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**. v.23, n.4, p.487-497, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/qgSzKhtrRxQvhzGWq3GDqwR/?format=pdf> Acesso em: 17/10/2020

SAMPAIO, E.S.B. Caracterização do bioma Caatinga. In. **Uso Sustentável e Conservação dos Recursos Florestais da Caatinga**. GARIGLIO, et al (Org.) 2.ed. 630.3. Brasília: Serviço florestal brasileiro, 2010, 368 p. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/web_uso_sustentvel_e_conservao_dos_recursos_florestais_da_caatinga_95.pdf Acesso em: 14/07/2017.

SANTIAGO, D.S.; FONSECA, C.R.; CARVALHO, F.A. Fitossociologia da regeneração natural de um fragmento urbano de Floresta Estacional Semidecidual Juiz de Fora, MG. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.9, n.1, p.117-123, 2014. Disponível em: http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v9i1a3538 Acesso em: 12/05/2019.

SANTANA, J. A. S.; SOUTO, J. S. Produção de serapilheira na Caatinga da região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Idesia, Arica**, v.29, n.2, p.87-94, 2011. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292011000200011 Acesso em: 12/05/2019.

SANTOS, W. S.; HENRIQUES, I. G. N.; SANTOS, W. S.; RAMOS, G. G.; VASCONCELOS, G. S.; VASCONCELO, A. D. M. Análise florística-fitossociológica e potencial madeireiro em área de caatinga submetida a manejo florestal. **Agropecuária científica no Semiárido**, v.13, n.3, p.203-211, 2017a. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/882>. Acesso em: 22/03/2021.

SANTOS, W. S.; SOUZA, M. P.; SANTOS, W. S.; 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.315-321.

2017b. Disponível em:

<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/88>. Acesso em: 13/02/2021.

SCHEER, M. B. Decomposição e liberação de nutrientes da Serapilheira foliar em um trecho de floresta ombrófila densa aluvial em regeneração, Guaraqueçaba (PR). **FLORESTA**, v. 38, n.2, 2007. Disponível em:

<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/11620> Acesso em: 23/05/2019.

SCHUMACHER, M. V.; et al. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, v.27, n.6, p.791-798, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rarv/a/y3jSZdr7HXZRFsgW6kYD4dm/?lang=pt> Acesso em: 12/11/2020.

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

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Caatinga. The largest tropical dry forest region in South America. Cahm: Springer International Publishing, 2017.

SILVA, W. C.; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; JUNIOR, R. F. C. Estudos da Regeneração Natural de Espécies arbóreas em fragmento Floresta Ombrófila densa, Mata das galinhas, no Município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 321-331, Out-Dez 2007. Disponível

em:<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/viewFile/1964/1218> Acesso em: 04/05/2019.

SILVA, S. O.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; LIRA, M. A.; ALVES JUNIOR, F. T.; CANO, M. 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. Disponível em:

<http://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/Set.14.47.pdf>. Acesso em: 25/05/2019.

SILVA, J.P.F.; SOARES, D. G.; PAREYN, F. G. C.; Manejo Florestal da Caatinga: uma alternativa de desenvolvimento sustentável em projetos de assentamentos rurais do semi-árido em Pernambuco. **BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Estatística Florestal da Caatinga. Brasília: MMA**, v.1, p.6-17, 2008.

SOAREA, N. M.; FERREIRA, R. A.; VIEIRA, H. S.; JESUS, J. B.; OLIVEIRA, D. G.; SILVA, A. C.C. Regeneração natural em área de Caatinga no Baixo São Francisco sergipano: composição, diversidade, similaridade florística de espécies florestais.

Advances in Forestry Science. v.6, n.3, p. 711-716, 2019. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/afor/article/view/7563> Acesso: 15/11/2020.

SOUSA, V. R.; HONORIO, M. S. Da degradação a preservação: o papel da educação ambiental na sustentabilidade da caatinga. **Revista Brasileira de Direito**

e Gestão Pública, v.8, n.3, 2020. Disponível em:
<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RDGP/article/view/8249>. Acesso em:
 21/03/2021.

SOUZA, M. P.; PINTO, M. G. C.; NUNES, A. R. V.; LEONARDO, F. A. P.; SOUTO, J. S. Qualidade da serapilheira em área de caatinga submetida a plano de manejo florestal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.12, n.3, p.319-324, 2017. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/856/pdf>. Acesso em: 22/02/2021.

SOUZA, M. P.; ALVES, A. R.; BAKKE, I. A.; LOPES, J. A.; SANTOS, W. S.; FERNANDO, E. M. P.; FREITAS, A. L.; AMORIM, F. S. Natural Regeneration Under Influence of Sustainable Management Plan in Caatinga. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.10, p.194-205, 2019. Disponível em: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39905>. Acesso em: 22/03/2021.

TROVÃO, D.M.B.M.; FREIRE, A.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. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1652/4571>. Acesso em: 12/03/2021.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica – Organografia: Quadros Sinóticos Ilustrados de Fanerógamas**. Livro 4. ed., rev. Amp.Viçosa – UFV, 2003.

VASCONCELOS, A. D. M.; RAMOS, G. G.; OLIVEIRA, R. J.; LEITE, M. J. H.; HENRIQUES, I. G. N.; RIBEIRO, N. M. A.R.; VASCONCELOS, G. S. Floristic Analysis and Phytosociology in an Area of Caatinga, Brazil. **Annual Research & Review in Biology**, v.32, n.6, p.1-8, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/335664475_Floristic_Analysis_and_Phytosociology_in_an_Area_of_Caatinga_Brazil. Acesso em: 13/02/2021.