



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS**

JARDEL COSTA SILVA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA ÁREA CILIAR
DE CAATINGA, MUNICÍPIO DE LIVRAMENTO, PARAÍBA, BRASIL**

**SUMÉ - PB
2024**

JARDEL COSTA SILVA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA ÁREA CILIAR
DE CAATINGA, MUNICÍPIO DE LIVRAMENTO, PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de Concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos

Linha de Pesquisa: Segurança Hídrica e Usos Múltiplos da Água

Orientadora: Profa. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.

**SUMÉ - PB
2024**



S586c Silva, Jardel Costa.

Composição florística e fitossociologia de uma área ciliar de caatinga, município de Livramento, Paraíba, Brasil. / Jardel Costa Silva. - 2024.

74 f.

Orientadora: Professora Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.

Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - PROFÁGUA.

1. Vegetação ribeirinha. 2. Mata ciliar de caatinga. 3. Recuperação de áreas degradadas. 4. Estrutura. 5. Riacho intermitente. 6. Cariri Paraibano - matas ciliares. 7. Riacho Verde - Livramento - PB. 8. Sub-bacia do Rio Taperoá. 9. Gestão de recursos naturais. 10. Bacias hidrográficas - Paraíba. 11. Recuperação de matas ciliares. 12. Restauração de matas ciliares. 13. Inventário de área degradada. 14. Fitossociologia. 15. Florística. I. Lacerda, Alecksandra Vieira de. II. Título.

CDU: 631.962(043.2)

JARDEL COSTA SILVA

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA ÁREA CILIAR
DE CAATINGA, MUNICÍPIO DE LIVRAMENTO, PARAÍBA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, no Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

BANCA EXAMINADORA:

**Professora Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda.
Orientador – UATEC/CDSA/UFCG**

**Professora Dra. Venia Camelo de Souza.
Examinadora Externa – UFPB**

**Professora Dra. Vera Lúcia Antunes de Lima.
Examinador Interno – CTRN/UFCG**

Trabalho aprovado em: 26 de março de 2024.

SUMÉ - PB

À minha esposa, Lucivania Gomes da Silva, e à minha filha, Carmina Maria Gomes Moreno Costa, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando em todas as minhas escolhas e indo comigo para onde vou, tornando a vida mais leve e alegre, e me mostrando que nosso lar pode ser em qualquer lugar desde que estejamos juntos.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - Profágua, em nível de Mestrado, na Categoria Profissional, Projeto CAPES/ANA AUXPE Nº. 2717/2015, pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

Ao apoio para realização deste trabalho por meio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

À Universidade Federal de Campina Grande - CDSA, pelo acesso a Pósgraduação, através de uma excelente instituição de ensino e pesquisa.

Aos professores do Profágua, UFCG-CDSA, por todo ensinamento e experiência transmitida em suas disciplinas e no decorrer do mestrado.

Aos meus colegas de turma, por cada troca de conhecimento e apoio ao longo do mestrado. Especialmente, a Luciana Gomes e Jomávia Lacerda que me incentivaram ingressar no programa, dividiram essa experiência e os apertados de cursar o mestrado aqui do Ceará.

Aos integrantes do Laboratório de Ecologia e Botânica - LAEB/CDSA/UFCG e do Grupo de Pesquisa Conservação Ecosistêmica e Recuperação de Áreas Degradadas no Semiárido – CERDES, por todo apoio aportado. Além disso, sou grato à Secretaria Nacional de Política de Desenvolvimento Regional e Territorial (SDR) do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional pela concessão de recursos para o desenvolvimento da pesquisa, considerando projeto aprovado pela minha orientadora Profa. Dra. Aleksandra Vieira de Lacerda (Restauração de Ecossistemas Ciliares Degradados no Semiárido Brasileiro – REDESAB - Termo de Execução Descentralizada Nº 943376).

À Dra. Francisca Maria Barbosa pelo apoio na condução do levantamento fitossociológico, suas contribuições foram importantíssimas na coleta de dados em campo.

À Dra. Azenate Campos Gomes, por tudo, o apoio para que essa pesquisa fosse realizada na propriedade da sua família, o acolhimento ofertado a mim e minha família, o braço forte na gestão dos trabalhos de campo, as contribuições na coleta de dados, identificação e avaliação da estrutura desse ecossistema ciliar degradado, além da sua disponibilidade em tirar dúvidas ao longo da escrita dessa dissertação.

A minha orientadora, a Profa. Dra. Alecksandra Vieira de Lacerda, por toda a sua dedicação e compromisso com os estudos e ações que envolvem a restauração dos ecossistemas degradados e principalmente pela sua orientação na realização deste trabalho acadêmico, tanto na pesquisa de campo, quanto nos conteúdos bibliográficos. A sua paciência, sensibilidade e disponibilidade, foram fundamentais para a conclusão dessa dissertação, tenho certeza de que sem seus puxões de orelha não teria conseguido vencer essa etapa da minha vida!

A senhora Maria Edinalva Campos Gomes, Dona Nana, por ter permitido o meu acesso a sua propriedade rural, bem como por ter dado toda a estrutura de hospedagem e alimentação para que eu pudesse realizar a pesquisa de campo, além de todo carinho e acolhimento genuíno.

Ao professor Dr. Hugo Morais de Alcântara, nosso coordenador – Profágua CDSA/UFCG, pelo apoio e disponibilidade, cooperando sempre com todas as situações relacionadas ao andamento do curso.

E por último, mas não menos importante, a minha esposa, Lucivania Gomes da Silva, por todo amor, carinho e compreensão sempre que precisei, quando as dificuldades me fizeram pensar em desistir, ela segurou as minhas mãos e me fez acreditar que apesar de tudo aquilo eu seria capaz de finalizar o mestrado.

“Plante água
Que tudo dar
Mandacaru, Jurema Preta
E o pássaro Sabiá
Os bichos tudo contente
Lugar melhor não há
Nele cabe de tudo
Basta apenas acreditar
Ciência, pesquisa e extensão
Resistência tem para sobrar
O conhecimento já existe
O sertão vai aflorar”

(Jardel Costa Silva)

RESUMO

Objetivou-se nessa pesquisa avaliar a composição florística e os parâmetros fitossociológicos do componente lenhoso adulto em uma área de mata ciliar degradada no município de Livramento, semiárido paraibano. O sistema ecológico escolhido para realização do trabalho foi a mata ciliar do riacho Verde (7°19'5,46" S e 36°55'29,28" W; 568 m de altitude), sendo estabelecidas um total de 50 parcelas contíguas de 10 x 10 m, distribuídas ao longo do curso d'água. Adotou-se como critérios de inclusão amostrar os indivíduos arbustivos-arbóreos, vivos e mortos em pé, com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura total ≥ 1 m. Calculou-se os valores absolutos e relativos de densidade, frequência e dominância, e os valores de cobertura e importância. Foram também calculados os valores de diversidade e equabilidade. Os indivíduos foram sistematizados em classes diamétricas e hipsométrica. A comunidade arbustiva-arbórea da área ciliar amostrada ficou representada por 23 espécies, sendo que uma permaneceu indeterminada. As espécies identificadas ficaram distribuídas em 20 gêneros e 11 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (oito), Euphorbiaceae (quatro) e Cactaceae (duas). Registrou-se na estrutura fitossociológica 1050 indivíduos pertencentes ao componente arbustivo-arbóreo. As espécies que apresentaram maior abundância foram *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (508), *Croton blanchetianus* Baill. (173), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (81) e *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis (58). *M. tenuiflora* apresentou os maiores valores nos parâmetros fitossociológicos. Particularmente relacionado ao Valor de Importância (VI) as espécies que mais se destacaram foram *M. tenuiflora* (123,56), *C. blanchetianus* (32,32), *J. mollissima* (24,28) *C. pyramidale* (18,39) e *C. flexuosa* (12,90), além da categoria mortos com 20,69. Os valores de diversidade e equabilidade foram 1,86 nats.ind.⁻¹ e 0,59 respectivamente. Considerando a distribuição diamétrica observou-se predominância dos indivíduos na terceira (9,1 a 12 cm), quarta (12,1 a 15 cm) e quinta classe (15,1 a 18 cm). Assim, essas três classes corresponderam a um total 688 indivíduos, representando 65,52% do total de indivíduos amostrados. Avaliando os dados da distribuição hipsométrica, observou-se que o maior número de indivíduos também ficou compreendido entre a terceira e quinta classe (intervalo de 3 a 6 m de altura), ficando esses intervalos com 679 indivíduos, o que representa 64,67% do total de indivíduos amostrados. Portanto, os dados obtidos se definem como relevantes para subsidiar estratégias de conservação e restauração de áreas ciliares no contexto do Semiárido brasileiro, estando assim em aderência aos objetivos 6 e 15 dos ODS da agenda 2030.

Palavras-chave: Vegetação ribeirinha; Ecologia de comunidade; Estrutura; Semiárido.

SILVA, Jardel Costa. **Floristic composition and phytosociology of a caatinga riparian area, municipality of Livramento, Paraíba, Brazil.** 2024. 74f. Dissertação Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Universidade Federal de Campina Grande – Campus de Sumé – Paraíba, Brasil, 2024.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the floristic composition and the phytosociological parameters of the adult woody component in an area of degraded riparian forest in the municipality of Livramento, Semiarid region of Paraíba. The ecological system chosen to carry out the work was the riparian forest of the Verde creek (7°19'5.46" S and 36°55'29.28" W; 568 m altitude), with a total of 50 contiguous plots of 10 x 10 m, distributed along the watercourse. The inclusion criteria were to sample shrub-tree individuals, living and dead, standing, with stem diameter at ground level (DNS) ≥ 3 cm and total height ≥ 1 m. The absolute and relative values for density, frequency and dominance were calculated, and the values of coverage and importance too. Diversity and equability values were also calculated. The individuals were systematized into diametric and hypsometric classes. The shrub-tree community of the riparian area sampled was represented by 23 species, one of which remained undetermined. The identified species were distributed across 20 genera and 11 families. The families with the largest number of species were Fabaceae (eight), Euphorbiaceae (four) and Cactaceae (two). A total of 1050 individuals belonging to the shrub-arboreal component were registered in the phytosociological structure. The species that presented the greatest abundance were *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. (508), *Croton blanchetianus* Baill. (173), *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (81) and *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P. Lewis (58). *M. tenuiflora* presented the highest values in phytosociological parameters. Particularly related to the Importance Value (VI), the species that stood out the most were *M. tenuiflora* (123.56), *C. blanchetianus* (32.32), *J. mollissima* (24.28), *C. pyramidale* (18.39) and *C. flexuosa* (12.90), in addition to the category of the dead with 20.69. The diversity and equability values were 1.86 nats.ind.⁻¹ and 0.59 respectively. Considering the diameter distribution, a predominance of individuals in the third (9.1 to 12 cm), fourth (12.1 to 15 cm) and fifth class (15.1 to 18 cm) was observed. Thus, these three classes corresponded to a total of 688 individuals, representing 65.52% of the total number of individuals sampled. Evaluating the hypsometric distribution data, it was observed that the largest number of individuals was also included between the third and fifth class (range of 3 to 6 m in height), with these intervals containing 679 individuals, which represents 64.67% of the total number of individuals sampled. Therefore, the data obtained is defined as relevant to support conservation and restoration strategies for riparian areas in the context of the Brazilian Semiarid region, thus adhering to objectives 6 and 15 of the SDGs of the 2030 agenda.

Keywords: Riparian vegetation; Community ecology; Structure; Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Localização da sub-bacia do rio Taperoá e do município de Livramento no Semiárido paraibano.....	24
Figura 02 -	Localização da área ciliar do riacho Verde na microbacia do riacho Verde no município de Livramento em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.	25
Figura 03 -	Área ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	26
Figura 04 -	Levantamento da composição florística e marcação das parcelas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	27
Figura 05 -	Localização das parcelas para análise da comunidade vegetal na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	27
Figura 06 -	Levantamento dos dados de estrutura da comunidade vegetal nas parcelas implantadas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	28
Figura 07 -	Distribuição do número de indivíduos por espécie amostrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	36
Figura 08 -	Valor de importância das espécies registradas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	41
Figura 09 -	Distribuição diamétrica dos indivíduos arbustivo-arbóreos registrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	43
Figura 10 -	Distribuição hipsométrica dos indivíduos arbustivo-arbóreos registrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.....	44

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01** - Lista das famílias e espécies arbustivas e arbóreas registradas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano..... **31**
- Tabela 02** - Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) das espécies arbóreas e arbustivas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano. DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VI = valor de importância, VC = valor de cobertura..... **36**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO..	14
2.2	HIDROLOGIA FLORESTAL: CONCEITOS E AVANÇOS	16
2.3	MATAS CILIARES EM ÁREAS DE CAATINGA: ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO.....	19
2.4	FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA: AS RELAÇÕES E SUAS VARIÁVEIS.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	ÁREA DE ESTUDO.....	24
3.2	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	31
4.2	ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	35
4.3	DISTRIBUIÇÃO HIPSOMÉTRICA E DIAMÉTRICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO.....	42
5	CONCLUSÃO.....	46
	REFERÊNCIAS.....	47
	APÊNDICE.....	57

1 INTRODUÇÃO

O Semiárido Brasileiro é caracterizado por condições climáticas definidas pelas altas temperaturas, chuvas irregulares no tempo e no espaço, solos com baixos níveis de intemperismos e baixa produção de massa vegetal (Lucena; Lima; Bakke, 2023). Estão inseridas nesse domínio áreas de Caatinga, considerada pelo agrupamento de tipos de vegetação com certas características em comum, determinadas, pela forte condição de estacionalidade das chuvas as quais estão aglomeradas em curto período do ano (Coelho Júnior *et al.*, 2020).

A Caatinga é uma das regiões secas mais povoadas do mundo, e apesar de sua importância biológica, ela vem sendo desmatada desde o período colonial com sérias implicações para a conservação da biodiversidade (Ganem, 2017). Faz parte da maior e mais diversificada floresta tropical sazonalmente seca do Novo Mundo (FTSS) e está entre os sistemas ecológicos mais vulneráveis às mudanças climáticas, merecendo assim atenção de grandes grupos internacionais, ou seja, a comunidade científica relacionada a conservação e o desenvolvimento sustentável (Vilela; Callegaro; Fernandes, 2019).

Inseridas nos espaços da Caatinga tem-se as áreas ciliares as quais vêm sofrendo fortes impactos negativos ao longo dos tempos (Lacerda; Barbosa; Barbosa, 2018). De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), as matas ciliares de qualquer curso d'água natural perene e intermitente são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), devendo assim, serem preservadas, para garantir suas funções ecológicas (Brasil, 2012). Entretanto, embora sua preservação esteja prevista em lei, estas, continuamente, estão sendo impactadas negativamente (Ceconi *et al.*, 2018). Dentre as consequências da degradação têm-se a redução da capacidade de infiltração de água e acumulação natural desse recurso, impactando no ciclo hidrológico (Almeida; Cunha; Nascimento, 2012).

As áreas ciliares são ambientes únicos e essenciais para a manutenção da qualidade/quantidade dos recursos hídricos (Machado *et al.*, 2022). Funcionam como filtros, retendo os sedimentos que causam os assoreamentos, os resíduos de defensivos agrícolas e outros poluentes, que seriam transportados para os cursos d'água, afetando na quantidade e qualidade da água disponível para os seres vivos e a população humana (Marques *et al.*, 2020). Estudos relacionados ao levantamento da vegetação em áreas ciliares viabilizam a identificação de processos e padrões os

quais ajudarão a melhor adequar às estratégias ecológicas para restauração e conservação desses ambientes (Farias *et al.*, 2017).

De acordo com Araújo *et al.* (2010), um levantamento florístico consiste em um importante instrumento de identificação taxonômica dos espécimes vegetais existentes em uma determinada área. As informações obtidas nos levantamentos florísticos podem ser apresentadas de forma a verificar a ocorrência ou não de relações entre as espécies encontradas e a área de estudo (Krenchinski *et al.*, 2015).

Para Fragoso *et al.* (2016), os estudos de ecologia dedicados a conhecer a florística de uma área permitem através de inventários e monitoramento das comunidades vegetais, a identificação da composição dessas comunidades, estabelecendo relações dos dados gerados com as características edafoclimáticas da região. A aplicação de técnicas corretas de manejo florestal deve tomar como base, o conhecimento sobre a sua composição e estrutura (Gomes *et al.*, 2020).

Os levantamentos florísticos podem ser complementados com a realização de estudos fitossociológicos, conceituados como estudos que buscam definir, por meio de dados numéricos, as comunidades vegetais em relação a sua origem, estrutura, classificação e interações com o meio, podendo-se fazer uma avaliação momentânea da estrutura da vegetação, através da frequência, densidade e dominância das espécies ocorrentes em uma dada comunidade (Felfili; Venturoli, 2000).

A heterogeneidade ambiental somada ao fato dessas condições se repetirem dentro dos diferentes domínios vegetacionais acabam por definir diferentes métodos para seu estudo, dentre eles o estudo fitossociológico (Anschau *et al.*, 2017). A definição de dados de estrutura em áreas ciliares da Caatinga contribui na ampliação dos conhecimentos sobre essas vegetações, que apresentam características específicas de solo, clima e formas de manejo (Farias *et al.*, 2017).

Assim, considerando a relevância dos estudos nos sistemas ciliares em bacias hidrográficas presentes em áreas de Caatinga somado aos esforços internacionais de conservação do meio ambiente, estabelecidos pela agenda 2030, dois Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas respectivas metas estão alinhados com essa pesquisa: 6.6 Proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água; e, 15.2 Recuperar a vegetação nativa degradada em todos os Biomas, preferencialmente as Áreas de Proteção Ambiental, como por exemplo, as áreas ciliares (ONU, 2016). Portanto, esta pesquisa objetivou avaliar a composição florística e os parâmetros fitossociológicos do componente lenhoso adulto em uma área de mata ciliar degradada no município de Livramento, Semiárido paraibano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 BACIA HIDROGRÁFICA: UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

A bacia hidrográfica é definida como o conjunto de terras delimitadas por divisores de águas contendo uma rede de drenagem que drena a água para um único ponto denominado exultório, sendo esse sistema composto de nascentes dos cursos de água, principais e secundários, denominados afluentes e subafluentes (Targa *et al.*, 2012). É considerada a unidade básica de planejamento para a compatibilização da preservação dos recursos naturais, uma vez que contempla relações sociais, processos ecológicos e geomorfológicos e, também o planejamento e a gestão de um território, o que possibilita uma abordagem holística e participativa envolvendo estudos interdisciplinares para o estabelecimento de formas de desenvolvimento sustentável inerentes às condições ecológicas locais e regionais (Attanasio *et al.*, 2006).

Dessa forma, a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão é dada por ela se configurar como uma unidade de paisagem físicoterritorial onde todos os seus elementos estão integrados e interligados, de tal maneira que alterações em quaisquer desses componentes podem revelar fragilidades e vulnerabilidades (Faustino; Ramos; Silva, 2014).

Ao ser considerada a unidade básica de estudo, a bacia hidrográfica, torna-se prioritária para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos e de suas interações ambientais, em que se procura compatibilizar as mutualidades culturais, econômicas e sociais da região, pois fornece vários produtos e serviços que sustentam a população humana, sendo prioritária para a gestão urbana, já que a população reside no interior de bacias e relacionam-se com o sistema hídrico estabelecido no regime natural (Lopes *et al.*, 2020).

As práticas exercidas na bacia interferem na quantidade de água produzida por essa. Assim, a gestão dos recursos hídricos pautada na perspectiva do aumento do suprimento, redução da demanda, com medidas estruturais e não estruturais, a fim de atender aos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), depende das políticas de conservação e da restrição de usos através das áreas protegidas: o uso da terra pode aumentar a demanda por água e, em paralelo, diminuir sua disponibilidade, e vice-versa (Foleto, 2018).

Instituída pela Lei Federal nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a PNRH incorpora fundamentos e normas para a gestão dos recursos hídricos adotando a bacia hidrográfica como a unidade territorial para a sua implementação e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH, a política preconiza que a gestão garanta os usos múltiplo das águas, seja descentralizada, participativa e integrada (Brasil, 1997).

No âmbito das diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos, com finalidade de descentralizar e aprimorar a sua gestão, foram criados os Comitês de Bacias Hidrográficas que possuem como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica, sendo de sua competência, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos e aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia (Brasil, 1997).

Conforme Costa, Silva e Limeira (2021), o planejamento dos recursos hídricos na bacia hidrográfica deve ser realizado de forma sustentável, diante de sua forte interação com os aspectos socioeconômicos, e atrelado à indispensabilidade de manutenção das funções do meio ambiente. Sendo essencial o engajamento da sociedade nos assuntos relacionados à gestão das águas, à participação nos debates e discussões e à garantia de espaço nos órgãos institucionais, visto que as práticas relacionadas à gestão dos recursos hídricos afetam toda a sociedade (Silva; Lacerda, 2021).

Segundo Empinotti *et al.* (2021), no modelo de gestão brasileiro e na sua legislação, as escalas de tomada de decisão representam escalas geográficas, definidas a partir de uma hierarquia ordenada, acomodada sobre espaços preexistentes do local para o municipal, estadual e federal, delimitados pela bacia hidrográfica. Dessa forma, para os autores as bacias hidrográficas se tornam estruturas de tomada de decisão, regulações e organizações distribuídas em redes hierárquicas de poder.

A delimitação da área e o reconhecimento do ambiente físico da bacia hidrográfica como visão estratégica do planejamento traz a mesma a concepção de recorte territorial como célula de análise integrada, que permite a conexão entre a organização espacial dos grupos sociais e os aspectos do ambiente físico (Carvalho, 2020).

2.2 HIDROLOGIA FLORESTAL: CONCEITOS E AVANÇOS

Lima (2008) coloca que a hidrologia pode ser diferenciada dependendo do ambiente particular de estudo da água e de sua circulação, dessa forma, a hidrologia florestal irá tratar das relações floresta-água. Ainda conforme o autor é, o ramo da hidrologia que trata dos efeitos da floresta sobre o ciclo da água, incluindo os efeitos sobre a erosão e a qualidade da água nas bacias hidrográficas, sendo o conjunto de conhecimentos da hidrologia florestal muito útil para nortear as atividades florestais dentro de um programa de manejo integrado de bacias hidrográficas.

Assim, a hidrologia florestal identifica a ciência, ou seja, o conjunto organizado de conhecimentos, enquanto o manejo de bacias hidrográficas implica nas atividades operacionais, isto é, na aplicação prática dos conhecimentos da hidrologia florestal no manejo dos recursos naturais renováveis (Lima, 2008).

Considerando o estudo de uma bacia hidrográfica tem-se que há uma estreita relação entre o ciclo hidrológico e a cobertura vegetal da área, já que essa interfere no movimento hídrico das diversas etapas do sistema, inclusive nas transferências para a atmosfera (Neves; Tonello; Bramorski, 2020). De acordo com Pinheiro *et al.* (2019), é pouco provável que haja sucesso no manejo ambiental das bacias hidrográficas se o comportamento hidrológico, associado aos seus diversos usos, não for devidamente estudado e compreendido. Dessa forma, o conhecimento do elo floresta-água é fundamental para o entendimento do funcionamento do ecossistema, com suas relações e dinâmicas (Venancio; Oliveira, 2017).

O ciclo da água em uma floresta, segundo Vital (2007), é bastante complexo, podendo ser descrito da seguinte forma: quando uma dada quantidade de água (A) cai sobre uma área de floresta, certa quantidade (B) cai diretamente no solo, enquanto outra parte (C) é interceptada pela copa da árvore, dessa parte, uma fração (D) evapora, retornando à atmosfera, enquanto outra fração (E) atinge o solo após escorrer pelo tronco; da parcela que chega ao solo, parte (F) escorre, enquanto outra parte (G) se infiltra, dessa parcela que se infiltra no solo, parte permanece a alguns metros da superfície (I) e parte (H) alcança o lençol freático (K); existe ainda uma parcela (L) que é evaporada pelas folhas, no processo de transpiração florestal, após ser utilizada pela planta, retornando à atmosfera.

Considerada uma das influências da floresta sobre o ciclo hidrológico tem-se que esta acontece no recebimento das chuvas interceptadas pelas árvores que

amortecem, direcionam e retêm as gotas que chegam ao solo, influenciando a dinâmica do escoamento superficial e a infiltração, esse processo é essencial para promoção de uma reserva hídrica de fluxo lento, responsável pela manutenção do nível médio dos corpos hídricos (Balbinot *et al.*, 2008; Venancio; Oliveira, 2017). Para este conjunto de autores, a mensuração desse fator sofre a influência das condições do solo, da precipitação e condições climáticas, do tipo e densidade da vegetação e do período do ano.

Segundo Venâncio e Oliveira (2017), o primeiro texto apresentando conceitualmente a interceptação vegetal, assim como as perdas decorrentes desse processo, foi escrito por Robert E. Horton em 1919. Ainda de acordo com os autores, até a década de 1970 o processo de interceptação foi baseado em previsões empíricas de dados obtidos a partir da chuva bruta, no entanto, a partir de 1971, novos modelos dedicados à estimativa da interceptação florestal começaram a surgir e passaram basicamente a ser divididos em dois grupos: tipo Rutter (modelo de base física) e tipo Gash (modelo de base analítica). Os autores também afirmam que até o ano de 2015 existiam mais de 15 modelos para cálculo de estimativa de interceptação pluviométrica, e que novos modelos começam a surgir, à medida que surgem novas tecnologias de monitoramento e novas abordagens sobre o processo.

A água não retida pelas copas das árvores e que atinge a superfície do solo florestal é denominada de precipitação efetiva (Bacellar, 2005). Essa é composta pela precipitação interna constituída pela chuva que supera a capacidade de retenção das copas e o escoamento pelo tronco que representa a água que escoam pelos ramos e tronco das plantas em direção ao solo, embora apresente valores muito baixos é importante devido a água escoada levar um maior tempo até atingir o solo, favorecendo a infiltração (Balbinot *et al.*, 2008).

Parte da água que atinge o solo, infiltra-se, fornecendo umidade aproveitada pelos vegetais e o que não aproveitam percola para o lençol freático, contribuindo para o escoamento de base dos rios; e a outra parte da água precipitada sobre a superfície terrestre promove o escoamento superficial em direção às áreas mais baixas, alimentando os lagos, riachos, rios, mares e oceanos (Tucci, 2000).

De acordo com Honda e Durigan (2017), quando o solo é recoberto por vegetação nativa, a infiltração é favorecida em detrimento do escoamento superficial, exceto em eventos chuvosos de alta intensidade ou em locais onde os solos são rasos.

Segundo Bacellar (2005), os solos sob florestas se caracterizam por expressiva camada de resíduos vegetais (serrapilheira) e matéria orgânica, sendo esses constituintes fundamentais para manutenção da porosidade do solo. Ainda conforme o referido autor, os solos florestais normalmente apresentam significativa porosidade, especialmente macroporosidade, proporcionada por raízes mortas e cavidades de animais, assim, os macroporos são importantes por facilitar a infiltração e a recarga da água, sobretudo em solos argilosos, que de outra forma seriam pouco permeáveis.

Para Balbinot *et al.* (2008), de modo geral, pode-se dizer que a taxa de infiltração em uma floresta é diretamente proporcional à densidade e à idade do povoamento como também ao tamanho da cobertura florestal, ou seja, quanto maior a cobertura e a densidade, e mais idade possuir a floresta, maior será a infiltração.

A água da precipitação efetiva que não infiltrar acabará escoando e compondo a vazão dos rios da bacia, sendo que esse escoamento se dá pela superfície (FS - fluxo superficial), por subsuperfície (FSS - fluxos subsuperficiais ou interfluxos) ou como fluxo subterrâneo (FSub), depois de recarregar o lençol freático (Bacellar, 2005). Ainda segundo o autor citado anteriormente, o fluxo superficial e os subsuperficiais mais rápidos compõem nos hidrogramas o fluxo de chuva (também denominado fluxo de cheia ou escoamento superficial direto) dos rios, enquanto os fluxos subsuperficiais mais lentos e o fluxo subterrâneo compõem o fluxo de base (escoamento básico) dos rios.

Assim, as ações de planejamento florestal são importantes, principalmente, quando relacionado ao uso e ocupação do solo, já que um dos principais motivos para o planejamento é a prevenção e controle da perda de solo, que ocorre através da erosão e carreamento de materiais por meio do escoamento superficial (Venancio; Oliveira, 2017).

A presença da floresta além de proteger a superfície do solo contra os processos erosivos decorrentes do escoamento superficial, também desempenha um papel fundamental na proteção do solo contra os efeitos da radiação solar e do vento e ainda aumenta a superfície ativa, reduzindo dessa forma, a evaporação direta pelo piso florestal, onde no caso das áreas florestadas, a evaporação da água do solo ocorre pelo processo de transpiração (Balbinot *et al.*, 2008).

Para Bacellar (2005), a evapotranspiração é a componente mais importante do ciclo hidrológico, pois sua magnitude normalmente supera em muito a de outros componentes, como recarga, escoamento superficial e variação da umidade do solo. No entanto, ainda conforme o autor citado, é uma propriedade de difícil mensuração,

variando com o tipo e idade da vegetação, com a profundidade e disponibilidade hídrica do solo e com o clima e estação do ano.

De acordo com Honda e Durigan (2017), as características das árvores, especialmente a área foliar e o sistema radicular, influenciam diretamente o processo de evapotranspiração, uma vez que plantas com alto índice de área foliar e raízes profundas, com capacidade de acesso permanente à água subterrânea ou do próprio rio, podem acarretar aumento do consumo de água pela vegetação, resultando perda de água da bacia hidrográfica para a atmosfera. Além disso, a evapotranspiração depende da disponibilidade de água para a planta no perfil do solo, onde em climas áridos, por exemplo, esse processo de transpiração vegetal é regulado principalmente pela água disponível, que é função da precipitação e da capacidade de armazenamento no perfil de solo (Bacellar, 2005).

A posição no relevo da vegetação nativa altera as funções eco-hidrológicas que elas exercem, sendo mais voltadas para a recarga de aquíferos, ou para a redução do escoamento superficial e contenção de processos erosivos, ou para a proteção de corpos d'água, ou ainda como elementos auxiliares em todas essas funções, assim é necessário haver cobertura vegetal em cada posição do relevo, para garantir a provisão das funções eco-hidrológicas no conjunto de uma bacia (Tambosi *et al.*, 2015).

Sob a ótica da hidrologia florestal, as áreas ciliares ocupam os sistemas naturais mais dinâmicos da paisagem, tanto em termos hidrológicos, como ecológicos e geomórficos, elas estão intimamente ligadas aos cursos d'água, mas os seus limites não são facilmente demarcados; devido a esta elevada frequência de alterações que ocorrem nas áreas ciliares, à vegetação que a ocupa normalmente apresenta, em geral, uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial (Lima, 2008). De encontro à degradação dessas áreas está à restauração, todavia poucos estudos examinam os efeitos hidrológicos de práticas específicas de restauração florestal, como a escolha de espécies, práticas silviculturais, legados de uso da terra no passado e localização geográfica (Jones *et al.*, 2022).

2.3 MATAS CILIARES EM ÁREAS DE CAATINGA: ESTRUTURA E FUNCIONAMENTO

Lacerda (2016) descreve as áreas ciliares como sendo os cílios das águas, por sua função protetora dos cursos d'água, já que essa vegetação estabelece interações

que se estendem, a partir das margens dos corpos aquáticos, por vários metros a depender das características estruturais destes ecossistemas.

Segundo Lima (2008), devido a frequentes alterações que ocorrem nessas áreas, sua vegetação apresenta uma alta variação em termos de estrutura, composição e distribuição espacial. Para Lacerda (2016), são marcantes as peculiaridades que definem a composição florística e a estrutura das comunidades ciliares, sendo suas leis ditadas por interações dentro de conexões que se estabelecem tornando estes sistemas complexos.

A estrutura, a dinâmica e a composição da vegetação das áreas ciliares são influenciadas pelas complexas interações entre a hidrologia, a geomorfologia, a luz, a temperatura, o fogo e outros atributos característicos do local (Attanasio *et al.*, 2006). Conforme Pastor e Hepp (2021), a presença da vegetação nas margens de pequenos corpos aquáticos influencia diretamente a produção primária desses ecossistemas, que dependem da entrada de matéria orgânica proveniente da vegetação ciliar circundante como fonte primária de energia para suas redes alimentares baseadas em detritos. Assim, segundo os autores, a manutenção da qualidade ecológica das zonas ripárias é fundamental para a integridade de processos ecossistêmicos nos ambientes hídricos.

Segundo Lacerda (2016), as espécies de áreas ciliares estabeleceram relações com o seu meio e foram definindo estratégias que as permitiram crescer e se reproduzir ao longo do tempo, gerando populações e sistemas físicos únicos e diversos, que são capazes, na sua maioria, de expressarem variadas texturas e tons que encantam e enaltecem as florestas vivas presentes nestes ambientes.

O Código Florestal Brasileiro, Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, em seu artigo 4º, parágrafo I, considera Áreas de Preservação Permanente as faixas marginais de cursos d'água natural perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima, que pode ir de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura, até 500 metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros (Brasil, 2012).

Quanto aos aspectos hidrológico e ecológico, esse ecossistema desempenha funções relacionadas à geração do escoamento direto em microbacia, à manutenção da qualidade da água na microbacia e à retenção de nutrientes liberados dos ecossistemas terrestres, além de contribuir com a estabilidade das margens, com o equilíbrio térmico da água e na formação de corredores ecológicos (Attanasio *et al.*, 2006; Miranda; Botezelli; Pamplin, 2021). Melo e Durigan (2007) citam como aspectos

funcionais das matas ciliares a proteção contra erosão, manutenção da vazão e qualidade da água.

Para Lima (2008), dentre as funções hidrológicas das zonas ripárias, destacase a manutenção da integridade da microbacia hidrográfica, representada por sua ação direta numa série de processos importantes para a estabilidade da microbacia, para a manutenção da qualidade e da quantidade de água, assim como para a manutenção do próprio ecossistema aquático.

Conforme Tundisi e Tundisi (2010), o conjunto de processos ecológicos sustentado pelas áreas ciliares têm componentes econômicos fundamentais na renovação da qualidade da água; no controle e recarga dos aquíferos e na água repostada por evapotranspiração; no controle de sedimentação dos ecossistemas aquáticos e portanto, na preservação do volume de água; no suprimento de matéria orgânica para a fauna ictica e manutenção dos estoques e diversidade dessa fauna; e na diversidade da fauna terrestre, seu refúgio e zona de reprodução.

Dessa forma, às áreas ciliares se configuram como sistemas com interações complexas (Silva *et al.*, 2016). Embora sejam áreas de preservação permanente segundo o Código Florestal Brasileiro, sofrem pressão antropogênica, através da remoção da vegetação para implantação de monocultivos agrícolas ou silvícolas, o que altera padrões e processos ecológicos deste ecótono, resultando na perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos (Pastor; Hepp, 2021). É urgente a execução de estudos prévios que deem subsídio a estratégias de conhecimento sobre a estrutura e função dessas áreas (Lacerda; Barbosa, 2018).

2.4 FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA: AS RELAÇÕES E SUAS VARIÁVEIS

O levantamento florístico consiste em um importante instrumento de identificação taxonômica dos espécimes vegetais existentes em uma determinada área (Araújo *et al.*, 2010). As informações obtidas nos levantamentos florísticos podem ser apresentadas de forma a verificar a ocorrência ou não de relações entre as espécies encontradas e a área de estudo (Krenchinski *et al.*, 2015).

Para Fragoso *et al.* (2016), os estudos de ecologia dedicados a conhecer a florística de uma área permitem através de inventários e monitoramento das comunidades vegetais, a identificação da composição dessas comunidades, estabelecendo relações dos dados gerados com as características edafoclimáticas da

região. Conforme as autoras esses estudos permitem analisar as relações das espécies com o meio, servindo de indicador, das condições de conservação e contribuindo para o entendimento da funcionalidade dos sistemas ecológicos.

Conforme o Imaña-Encinas *et al.* (2009), a fitossociologia estuda a descrição das comunidades vegetais, o seu desenvolvimento, distribuição espacial e as interrelações que nela possam existir, como a similaridade e os padrões espaciais de uma espécie ou um conjunto de espécies com os elementos ambientais.

Os estudos florísticos e fitossociológicos são fundamentais para o conhecimento de ecossistemas florestais, visando um manejo adequado ou para fins de conservação ecológica (Alves *et al.*, 2017). Esses estudos permitem monitorar as eventuais alterações na estrutura da vegetação e podem fornecer subsídios que possibilitem o aumento do conhecimento sobre o Bioma, sendo que por meio deles, é possível estabelecer ações que preservem seu patrimônio genético e sua utilização de forma racional (Pereira Júnior; Andrade; Araújo, 2012).

Lacerda e Barbosa (2018) destacam a importância dos trabalhos de levantamento florístico, estrutura e função dos sistemas ecológicos ribeirinhos e consideram essas informações fundamentais para o manejo dos sistemas ecológicos, uma vez que a aplicação dos conhecimentos obtidos se configura como uma ferramenta relevante na proposição de estratégias de conservação e restauração de ecossistemas degradados. Conforme Jardim, Sena e Miranda (2008), as análises estruturais de uma comunidade vegetal são necessárias para que se possam aplicar corretamente as técnicas em projetos de manejo florestal.

Lima Neto *et al.* (2021) analisando a diversidade ecológica de ruas, por exemplo, utilizou os índices de Diversidade de Shannon-Weaver (H'), Diversidade Máxima ($H_{\text{máx}}$), Diversidade Ecológica de Simpson (C), Equabilidade de Pielou (E), Coeficiente de mistura de Jentsch (QM) e Riqueza de Odum (d_1).

Para Imaña-Encinas *et al.* (2009), os estudos que consideram a fitossociologia envolvem três fases: analítica, sintética e sintaxonômica. Segundo o autor, a fase analítica considera a dimensão da superfície do levantamento e as características do sítio correspondente, onde as parcelas devem estar situadas em superfícies floristicamente homogêneas, de uma unidade fisionômica, formação superficial e unidade geomorfológica, sendo que esta fase em termos dasométricos corresponde ao inventário piloto, incluindo a listagem dos elementos florísticos.

A fase analítica dos levantamentos fitossociológicos deve considerar as características: abundância ou densidade, dominância ou área basal, e a sociabilidade das espécies vegetais, em que a abundância ou densidade se refere ao número de indivíduos de uma espécie que habita em uma determinada parcela, podendo ser expressa em valores percentuais da parcela; a dominância refere-se a superfície ocupada pelos indivíduos em determinada unidade de área, expressa pela área basal e a sociabilidade corresponderá se os indivíduos de uma espécie se encontram isolados ou até formando monoculturas; já a fase sintética calcula a frequência de presença de espécies nos inventários, que também pode ser calculada em valores percentuais por unidade de superfície e, a fase sintaxonômica estabelece a hierarquia fitossociológica (Imaña-Encinas *et al.*, 2009).

Dessa forma, verifica-se a multiplicidade e complexidade em torno dos sistemas ecológicos, sendo importante a execução de pesquisas que deem subsídios a estratégias de conhecimento sobre a estrutura e função desses sistemas (Lacerda; Barbosa, 2018). Os estudos florísticos e fitossociológicos são ferramentas importantes na geração de dados para elaboração de estratégias de conservação e recuperação dos ambientes degradados, bem como de planos de uso sustentável dos recursos (Ferreira Júnior *et al.*, 2008).

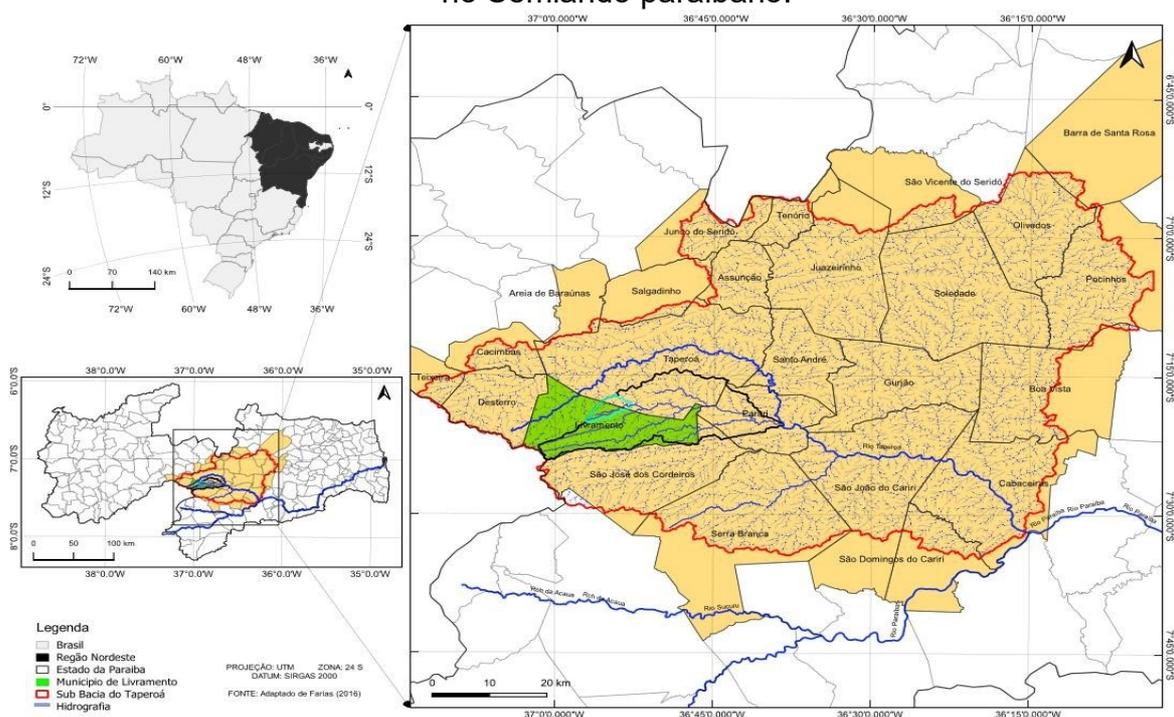
3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área selecionada para o estudo encontra-se localizada na Bacia do rio Paraíba. Esta bacia conta com uma área de 20.071,83 km², abrangendo assim 38% do território paraibano, sendo considerada a segunda maior do estado e uma das mais importantes do Semiárido nordestino, composta pela sub-bacia do rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba (AESA, 2022). Segundo a fonte citada a área da Bacia conta com vários açudes públicos, que são utilizados no abastecimento das populações e rebanhos, irrigação, pesca e em algumas iniciativas de lazer e turismo regional; na ocorrência de estiagens muitos deles entram em colapso, ocasionando conflitos pelo uso dos recursos hídricos e graves problemas de ordem social e econômica.

Inserido nos limites da bacia do rio Paraíba, os trabalhos de campo foram realizados particularmente na sub-bacia do rio Taperoá e dentro desta especificamente no município de Livramento-PB (Figura 01).

Figura 01 - Localização da sub-bacia do rio Taperoá e do município de Livramento no Semiárido paraibano.

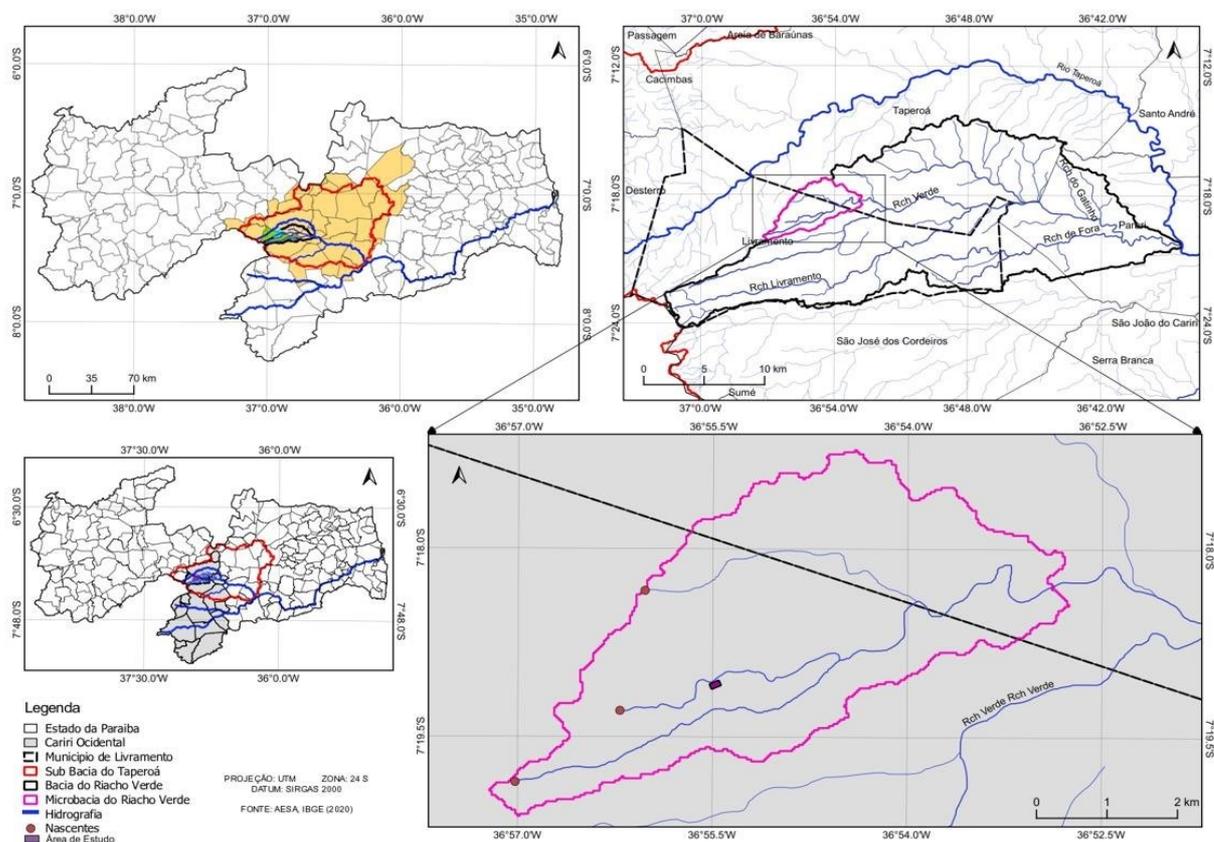


Fonte: Adaptado de Farias (2016):
<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/985>

Nesta sub-bacia seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente, que nasce na serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba (Lacerda; Barbosa, 2018). Os tipos vegetacionais dominantes na área da sub-bacia do rio Taperoá são enquadradas na região florística Savana-Estépica (IBGE, 2012). O clima da região é do tipo BSw_h, semiárido quente, conforme classificação de Köeppen (Cadier; Freitas; Leprun, 1983). Considerando o município de Livramento, presente na referida sub-bacia, tem-se que de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Livramento – PB (Paraíba, 2020), o mesmo está inserido no Polígono das Secas, possui pluviometria média anual de 554,5mm com distribuição irregular, maior proporção (78%) concentrada em 04 meses (FMAM) e temperatura média entre 24 e 25°C.

O sistema ecológico delimitado para o trabalho foi a área ciliar do riacho Verde pertencente à microbacia do riacho Verde. Este riacho é classificado como intermitente e localizado no sítio Riacho Verde (7°19'5,46" S e 36°55'29,28" W; 568 m de altitude), pertencente à região do Cariri paraibano (Figuras 02 e 03).

Figura 02 - Localização da área ciliar do riacho Verde na microbacia do riacho Verde no município de Livramento em área de abrangência da sub-bacia do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Adaptado de AESA (2022) e IBGE (2020).

Figura 03 - Área ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da subbacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Banco de imagens - Alecksandra Vieira de Lacerda (22/05/2022).

A vegetação predominante na região corresponde ao Domínio morfoclimático da Caatinga, com características hiperxerófilas, floresta caducifólia e sub-caducifólia, sendo altamente dependente do regime pluvial (Alves; Azevedo; Farias, 2015). Apresenta mata seca e aberta no verão e verde no inverno (Agra *et al.*, 2007). Considerando o histórico de uso e ocupação, através das informações obtidas com os atores sociais presentes na área do riacho e a proprietária, registrou-se na referida área atividades agropecuárias e extração de argila (com fins de artesanato) realizadas durante aproximadamente sete décadas, sofrendo assim com impactos negativos ocasionados pela ação antrópica, como o desmatamento e a queimada da vegetação. Assim, eram exploradas de forma predominante as culturas de milho, feijão e algodão, além de melancia e jerimum; sendo plantado no leito do riacho, batata doce e capim. Relacionado a pecuária foi exercida exclusivamente a criação de bovinos. As atividades antrópicas na área ciliar amostrada foram cessadas a partir de agosto 2016 quando ocorreu o cercamento e iniciou-se o processo de regeneração natural.

3.2 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

O levantamento florístico na mata ciliar foi realizado através de caminhada exploratória ao longo do riacho Verde onde foi coletado exemplares férteis e anotada a presença de todas as espécies dos componentes arbóreo e arbustivo que ocorrem na área (Figura 04). O registro dos dados de estrutura da comunidade vegetal foi

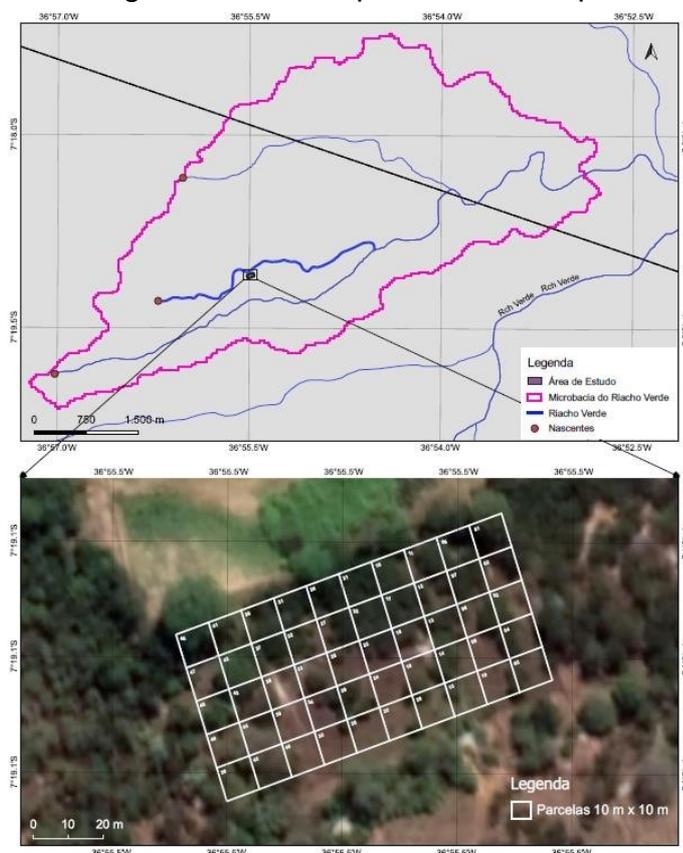
executado em 50 parcelas contíguas de 10 X 10 m (Figuras 05 e 06) totalizando 0,5 ha (Mueller-Dombois; Elleberg, 1974).

Figura 04 - Levantamento da composição florística e marcação das parcelas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Acervo da pesquisa.

Figura 05 - Localização das parcelas para análise da comunidade vegetal na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Adaptado de AESA (2022) e Google Earth (2022).

Figura 06 - Levantamento dos dados de estrutura da comunidade vegetal nas parcelas implantadas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento, em área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Acervo da pesquisa.

A avaliação da comunidade vegetal iniciou em janeiro de 2022. Os critérios adotados para a estrutura da comunidade se definiram em amostrar os indivíduos arbustivo-arbóreos, vivos e mortos em pé, com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura total ≥ 1 m. Nesse sentido, todos os indivíduos inseridos nos critérios de amostragem elencados foram marcados com plaquetas, numerados e identificados pelo nome científico. Para as árvores e arbustos com troncos múltiplos foram medidos todos os ramos com DNS ≥ 3 cm. Considerando os dados de altura dos indivíduos foram determinados com auxílio de uma vara de 4 m. Para indivíduos mais altos, estão sendo feitas estimativas por comparação com a referida vara.

A identificação das espécies encontradas no sistema ciliar avaliado foi realizada através de consultas a especialistas e por meio de morfologia comparada, usando bibliografia especializada. A organização das espécies por família foi conduzida pelo sistema APG III (2009), incluindo-se informação sobre o hábito. A atualização taxonômica das espécies e de seus autores seguiu-se a lista de espécies da Flora do Brasil (2022).

Os parâmetros utilizados para a definição da estrutura da comunidade estão a seguir elencados: densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa e dominância absoluta e relativa (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974).

Assim, as fórmulas a serem utilizadas nos cálculos estão abaixo relacionadas.

$$DAi = Ni/A$$

DAi = Densidade Absoluta da espécie i

Ni = número de indivíduos da espécie i

A = área amostrada em hectare

$$DRi = (Ni/Nt) \times 100$$

DRi = Densidade Relativa da espécie i

Ni = número de indivíduos amostrados da espécie i

Nt = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies

$$FAi = (ni/Nt) \times 100$$

FAi = Frequência Absoluta da espécie i

ni = número de parcelas com a espécie

i

Nt = número total de parcelas

amostradas

$$FRi = (FAi/SFAn) \times 100$$

FRi = Frequência Relativa da espécie i

FAi = Frequência Absoluta da espécie i

SFAn = somatório das frequências absolutas de todas as espécies

$$DoAi = ABi/A$$

DoAi = Dominância Absoluta da espécie i (m²/hectare)

ABi = Área Basal da espécie i (m²)

A = Área total amostrada (hectare)

$$DoRi = (ABi/ABt) \times 100$$

Dori = Dominância Relativa da espécie i (m²)

ABi = Área Basal da espécie i

ABt = Soma das áreas basais (m²) de todas as espécies amostradas

Calculou-se, a partir dos parâmetros relativos, o valor de importância e o valor de cobertura para cada espécie. Também foram determinados os índices de diversidade de Shannon e de equabilidade de Pielou. As fórmulas estão a seguir especificadas:

$$\mathbf{VI = DRi + FRi + DoRi}$$

VI = Valor de Importância da espécie i

DRi = Densidade Relativa da espécie i

FRi = Frequência Relativa da espécie i DoRi = Dominância Relativa da espécie i

$$\mathbf{VCi = DRi + DoRi}$$

VCi = Valor de Cobertura da espécie i

DRi = Densidade Relativa da espécie i DoRi = Dominância Relativa da espécie i

$$\mathbf{H'' = -\Sigma}$$

pi.ln(pi) H''= índice de diversidade de Shannon

pi = ni/N

ni = número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

ln = logaritmo neperiano

$$\mathbf{J' = H'/Hmáx}$$

J' = Índice de equabilidade de Pielou

H'= índice de diversidade de Shannon

Hmáx = logaritmo neperiano do número total de espécies amostradas

Foram organizadas as classes de distribuição hipsométrica e diamétrica para os indivíduos registrados no período avaliado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

A comunidade arbustiva-arbórea da área ciliar amostrada ficou representada por 23 espécies, sendo que uma permaneceu indeterminada. As espécies identificadas ficaram distribuídas em 20 gêneros e 11 famílias (Tabela 01). O componente predominante foi o arbóreo com 16 espécies ficando, desse número, uma indeterminada. Os arbustos ficaram representados com sete espécies.

Tabela 01 - Lista das famílias e espécies arbustivas e arbóreas registradas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.

Famílias Espécies	Hábito
1. ANACARDIACEAE	Árvore
1. <i>Astronium urundeuva</i> (M.Allemão) Engl.	
2. APOCYNACEAE	Árvore
2. <i>Aspidosperma pyriformium</i> Mart. & Zucc.	
3. BORAGINACEAE	Arbusto
3. <i>Myriopus rubicundus</i> (Salzm. Ex DC.) Luebert	
4. BURSERACEAE	Árvore
4. <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B.Gillett	
5. CACTACEAE	Árvore
5. <i>Cereus jamacaru</i> DC.	
6. <i>Xiquexique gounellei</i> (F.A.C.Weber) Lavor & Calvente	Arbusto
6. CAPPARACEAE	Árvore
7. <i>Cynophalla flexuosa</i> (L.) J.Presl	
7. COMBRETACEAE	Arbusto
8. <i>Combretum leprosum</i> Mart.	
8. EUPHORBIACEAE	Arbusto
9. <i>Croton blanchetianus</i> Baill.	
10. <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	Arbusto
11. <i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	Arbusto
12. <i>Manihot glaziovii</i> Müll.Arg.	Árvore
9. FABACEAE	Árvore
13. <i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	
14. <i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.	Arbusto
15. <i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis	Árvore
16. <i>Mimosa ophthalmocentra</i> Mart. ex Benth.	Árvore
17. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Árvore
Famílias Espécies	Hábito
18. <i>Piptadenia retusa</i> (Jacq.) P.G.Ribeiro, Seigler & Ebinger	Árvore

19. <i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Árvore
20. <i>Senna spectabilis</i> (DC.) H.S.Irwin & Barneby	Árvore
10. RHAMNACEAE	Árvore
21. <i>Sarcomphalus joazeiro</i> (Mart.) Hauenschild	
11. SAPOTACEAE	Árvore
22. <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D.Penn.	
12. Indeterminada	
23. Sp 1	Árvore

Fonte: Dados da Pesquisa.

Marques *et al.* (2020) identificaram 19 espécies, 18 gêneros e 9 famílias em um trecho de mata ciliar antropizada (desmatamento, queimadas, assoreamento e erosão) do rio Sucurú, em Coxixola, mesorregião da Borborema e na microrregião do Cariri Ocidental paraibano. Comparando esses dados com os obtidos na presente pesquisa, percebeu-se que os valores são próximos, evidenciando em ambos, a baixa riqueza de espécies, ocasionada possivelmente pelas pressões antrópicas sofridas.

Fragoso *et al.* (2016) também identificou baixa riqueza em ecossistema ribeirinho degradado no cariri ocidental da Paraíba, registrando 18 espécies distribuídas em 10 famílias e 18 gêneros. Trovão, Freire e Melo (2010) em análise florística do componente lenhoso da mata ciliar degradada do riacho de Bodocongó, Semiárido paraibano, relataram que a vegetação arbustivo-arbórea ciliar nos pontos amostrados foi representada por 17 espécies, 16 gêneros e 7 famílias.

A baixa riqueza encontrada é ratificada quando se confronta os dados obtidos com as pesquisas em áreas ciliares conservadas do Cariri paraibano no Semiárido paraibano. Assim, no levantamento realizado por Lacerda e Barbosa (2020) em área ciliar conservada na Reserva Particular do Patrimônio Natural da Fazenda Almas, as autoras identificaram 51 espécies, 43 gêneros e 22 famílias. Na caracterização da vegetação de uma área ribeirinha conservada do riacho Farias, em São João do Cariri, no cariri paraibano, Lacerda e Barbosa (2018) quantificaram 41 espécies, 36 gêneros e 19 famílias. Farias *et al.* (2017) registraram 57 espécies, distribuídas em 22 famílias e 42 gêneros, em pesquisa desenvolvida em área ciliar de Caatinga no Cariri Ocidental da Paraíba. O maior número de espécies identificadas nesses estudos é justificado por se tratar de áreas conservadas.

As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (oito espécies), Euphorbiaceae (quatro espécies) e Cactaceae (duas espécies).

Fabaceae compõe um importante grupo de plantas, representando a maior parte da diversidade florística do Domínio da Caatinga (Zappi *et al.*, 2015). A sua ocorrência é identificada em várias regiões do mundo (Bezerra; Pinheiro; Lucena, 2021). Com distribuição cosmopolita representa uma das maiores famílias de Angiospermas e uma das principais, do ponto de vista econômico e engloba desde espécies arbóreas até espécies herbáceas anuais (Carvalho; Gaiad, 2021).

Trindade e Lameira (2014) referenciam que a família Euphorbiaceae amplamente distribuída no Brasil, também apresenta grande destaque na atividade econômica. Inclui plantas geralmente latescentes, monóicas ou dióicas, com flores diclinas, sendo as flores pistiladas muito características pelo gineceu sincárpico, ovário súpero e geralmente tricarpelar; o fruto é geralmente capsular com deiscência explosiva, abrindo-se em três mericarpos, sendo conhecido como cápsula tricoca (Sátiro; Roque, 2008).

Particularmente relacionada a família Cactaceae estas são plantas arbustivas, arbóreas, lianescentes, epífitas ou globosas, ramos geralmente suculentos, caule segmentado em cladódios fotossintetizantes, cilíndricos, colunares, aplanados, costelados ou tuberculados, em grande parte com células parenquimáticas mucilaginosas, presença de areólas (Simões; Zappi; Aona, 2020). O Brasil abriga o terceiro centro de diversidade das cactáceas, logo após o México e sul dos Estados Unidos e a região dos Andes, que inclui a Bolívia, a Argentina e o Peru (Machado *et al.*, 2013).

Cactaceae foi encontrada com maior frequência em trabalho realizado por Reis, Mendonça e Fabricante (2022) em uma área de Caatinga em diferentes condições de conservação, localizada em Petrolina-PE. Por outro lado, Lacerda e Barbosa (2020) realizando um levantamento em uma área de mata ciliar preservada no Semiárido da Paraíba, identificaram Euphorbiaceae com maior número de espécies. Fragoso *et al.* (2016) avaliando a composição florística, de uma área ciliar degradada de Caatinga no Semiárido paraibano, identificaram a Fabaceae como família com maior número de espécies no estrato arbustivo-arbóreo.

Fabaceae e Euphorbiaceae foram encontradas, com maior riqueza de espécies, no componente arbustivo-arbóreo dos estudos desenvolvidos por Lacerda, Barbosa e Barbosa (2007), Lacerda *et al.* (2010) e Silva *et al.* (2015) em áreas ciliares de Caatinga. Essas também foram identificadas com maior expressividade nos estudos apresentados por Lacerda, Barbosa e Barbosa (2018),

em áreas ribeirinhas de Caatinga na sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Semiárido paraibano, assim como em fragmento florestal de caatinga no município de Serra do Mel no Rio Grande do Norte identificadas por Souza *et al.* (2020).

Conforme Fernandes e Queiroz (2018) as famílias Fabaceae e Euphorbiaceae são as mais diversas na Caatinga. Com isso, verifica-se que os dados levantados nessa pesquisa estão de acordo com o comumente identificado em outros estudos em áreas de Caatinga, ratificando a comum distribuição de espécies dessas famílias nos ecossistemas do Semiárido (Lacerda *et al.*, 2005).

Particularmente relacionado aos gêneros, verifica-se que dos 20 amostrados nesse estudo apenas dois deles, *Jatropha* e *Mimosa* apresentaram mais de uma espécie, ou seja, quase todos os gêneros identificados, possui apenas uma espécie. Dutra Júnior *et al.* (2022) analisando duas áreas de Caatinga perturbada no sertão paraibano, registraram que todos os 18 gêneros amostrados só apresentaram uma espécie. Lacerda *et al.* (2010) também constatou baixa diversidade dentro dos táxons, identificando dentro de 53 gêneros apenas 14 com mais de uma espécie.

Considerando a lista das espécies arbóreas-arbustivas identificadas na área ciliar do riacho Verde a maioria destas foram descritas em alguma outra área degradada da região Semiárida paraibana (Andrade *et al.*, 2005; Barbosa *et al.*, 2007; Lacerda *et al.*, 2010; Luna *et al.*, 2018; Marques *et al.*, 2020; Dutra Júnior *et al.*, 2022). Conforme Sabino, Cunha e Santana (2016) as espécies *C. pyramidale*, *M. tenuiflora*, *C. blanchetianus* e *C. leprosum*, têm apresentado ocorrências em áreas de Caatinga antropizadas. Enquanto as espécies *A. urundeuva*, *C. leptophloeos*, *C. flexuosa*, *S. joazeiro* e *S. spectabilis* são geralmente espécies mais comumente encontradas em áreas de caatinga com melhor estágio de conservação (Andrade *et al.*, 2005).

Comparando as espécies encontradas nessa pesquisa com outros seis estudos de diferentes áreas da Caatinga com alguma interferência antrópica, os táxons *A. pyrifolium*, *J. molíssima* e *C. pyramidale* foram os únicos que estiveram presentes em todos os estudos, embora *A. colubrina* também tenha sido encontrada na maioria deles (Andrade *et al.*, 2005; Barbosa *et al.*, 2007; Lacerda *et al.*, 2010; Luna *et al.*, 2018; Marques *et al.*, 2020; Dutra Júnior *et al.*, 2022).

Analisando com outros táxons como *Schinopsis brasiliensis* Engl., *Lippia gracilis* Schauer e *Pilosocereus pachycladus* subsp. pernambucensis (Ritter) Zappi encontradas em áreas ciliares da Caatinga (Lacerda *et al.*, 2010; Marques *et al.*,

2020), estas espécies não foram registradas nesse estudo. Observou-se ainda que elas foram identificadas no Cariri paraibano, em áreas montanhosas com presença de herbivoria e exploração madeireira (Silva *et al.*, 2014).

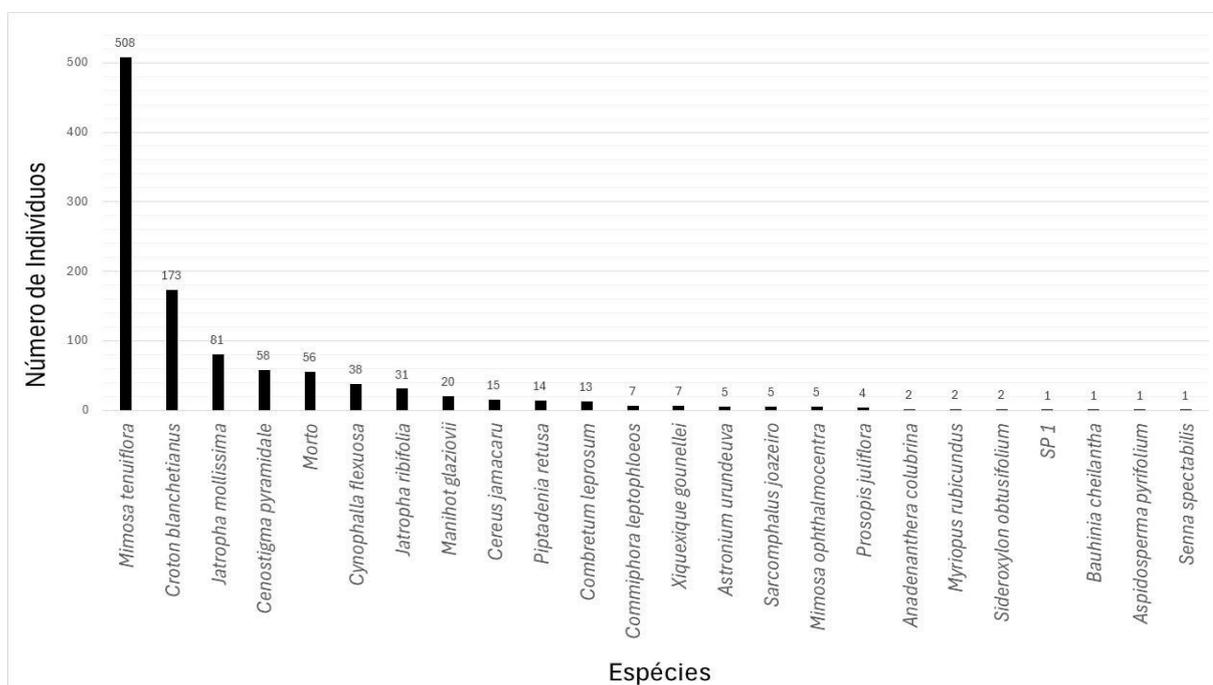
4.2 ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Registrou-se na estrutura fitossociológica da mata ciliar degradada do riacho verde 1050 indivíduos pertencentes ao componente arbustivo-arbóreo.

As espécies que apresentaram maior abundância foram *M. tenuiflora* (508), *C. blanchetianus* (173), *J. mollissima* (81) e *C. pyramidale* (58). Foram registrados ainda 56 indivíduos na categoria mortos em pé e 1 indeterminado (Figura 07). A soma das quatro espécies mais abundantes representa 78,09% do total de indivíduos inventariados em toda a área analisada. Desses a espécie mais abundante *M. tenuiflora* detém um percentual de 48,38%, enquanto *C. blanchetianus* apresentou 16,48%, *J. mollissima* 7,71%, *C. pyramidale* 5,52% do total de indivíduos registrados na área.

A área ciliar do riacho Verde apresentou maior número de indivíduos quando comparada a outras áreas ciliares degradadas na Caatinga, por exemplo, Marques *et al.* (2020) inventariaram 263 indivíduos nesse tipo de ambiente, enquanto Souza e Medeiros (2013) e Trovão, Freire e Melo (2010), identificaram 345 e 357, respectivamente. Considerando outras áreas degradadas da Caatinga alguns autores identificaram valores variando de 215 a 712 indivíduos (Medeiros *et al.*, 2018; Luna *et al.*, 2018; Dutra Júnior *et al.*, 2022). Entretanto, a área amostrada apresenta menos indivíduos do que o comumente encontrado em áreas ciliares conservadas, para esse tipo de ambiente os valores variam de 1623 a 1929 (Lacerda; Barbosa, 2018; Lacerda; Barbosa, 2020). Assim, percebeu-se que a área ciliar do riacho Verde está avançando no processo de sucessão ecológica.

Figura 07 - Distribuição do número de indivíduos por espécie amostrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da Pesquisa.

M. tenuiflora foi a espécie que apresentou maiores valores nos parâmetros fitossociológicos com densidade absoluta e relativa de 1016 ind./ha e 48,37%, frequência absoluta e relativa de 90% e 21,52%, dominância absoluta e relativa de 44,67 m²/ha e 53,67% e valor de importância e de cobertura de 123,56 e 102,04 respectivamente (Tabela 02).

Tabela 02 – Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente do Valor de Importância (VI) das espécies arbóreas e arbustivas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano. DA = densidade absoluta, DR = densidade relativa, FA = frequência absoluta, FR = frequência relativa, DoA = dominância absoluta, DoR = dominância relativa, VI = valor de importância, VC = valor de cobertura.

ESPÉCIE							VI	VC
	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m ² /ha)	DoR (%)		
<i>Mimosa tenuiflora</i>	1016,00	48,37	90,00	21,52	44,67	53,67	123,56	102,04
<i>Croton blanchetianus</i>	346,00	16,47	40,00	9,56	5,23	6,29	32,32	22,76
<i>Jatropha mollissima</i>	162,00	7,71	54,00	12,92	3,03	3,65	24,28	11,36

Morto	112,00	5,33	32,00	7,66	6,41	7,70	20,69	13,03
							VI	VC
ESPÉCIE	DA (ind./ha)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m²/ha)	DoR (%)		
<i>Cenostigma pyramidale</i>	116,00	5,52	26,00	6,22	5,53	6,65	18,39	12,17
<i>Cynophalla flexuosa</i>	76,00	3,62	34,00	8,13	0,96	1,15	12,90	4,77
<i>Commiphora leptophloeos</i>	14,00	0,67	10,00	2,39	5,22	6,27	9,33	6,94
<i>Cereus jamacaru</i>	30,00	1,43	16,00	3,83	2,50	3,00	8,26	4,43
<i>Prosopis juliflora</i>	8,00	0,38	8,00	1,91	3,89	4,67	6,96	5,05
<i>Jatropha ribifolia</i>	62,00	2,95	12,00	2,87	0,79	0,95	6,77	3,90
<i>Piptadenia retusa</i>	28,00	1,33	18,00	4,31	0,62	0,74	6,38	2,07
<i>Manihot glaziovii</i>	40,00	1,90	14,00	3,35	0,54	0,65	5,90	2,55
<i>Combretum leprosum</i>	26,00	1,24	14,00	3,35	0,34	0,41	5,00	1,65
<i>Xiquexique gounellei</i>	14,00	0,67	12,00	2,87	0,61	0,73	4,27	1,40
<i>Sarcomphalus joazeiro</i>	10,00	0,48	8,00	1,91	1,13	1,35	3,74	1,83
<i>Anadenanthera colubrina</i>	4,00	0,19	4,00	0,96	1,20	1,44	2,59	1,63
<i>Mimosa ophthalmocentra</i>	10,00	0,48	6,00	1,44	0,21	0,25	2,17	0,73
<i>Astronium urundeuva</i>	10,00	0,48	6,00	1,44	0,09	0,11	2,03	0,59
<i>Myriopus rubicundus</i>	4,00	0,19	4,00	0,96	0,09	0,11	1,26	0,30
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	4,00	0,19	2,00	0,48	0,10	0,13	0,80	0,32
Sp 1	2,00	0,10	2,00	0,48	0,02	0,02	0,60	0,12
<i>Senna spectabilis</i>	2,00	0,10	2,00	0,48	0,02	0,02	0,60	0,12
<i>Bauhinia cheilantha</i>	2,00	0,10	2,00	0,48	0,01	0,02	0,60	0,12
<i>Aspidosperma pyriformium</i>	2,00	0,10	2,00	0,48	0,01	0,02	0,60	0,12
Total	2100,00	100	418,00	100	83,220	100	300	200

Fonte: Dados da pesquisa.

Freitas *et al.* (2007) em estudo fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de dois ambientes degradados em Messias Targino divisa RN/PB também constatou a espécie *M. tenuiflora* predominante nos dois ambientes em relação aos densidade absoluta e relativa, os autores ressaltam a capacidade da espécie dominar o ambiente onde vive, tendo alto poder de rebrota e boa adaptação para os ambientes degradados de Caatinga.

As espécies que seguiram se destacando em densidade absoluta foram *C. blanchetianus* com 346 ind./ha, *J. molissima* com 162 ind./ha, *C. pyramidale* com 116 ind./ha e a categoria morto representada por 112 ind./ha. Considerando particularmente as espécies menos densidade na área foram *A. colubrina*, *M.*

rubicundus, *B. cheilantha*, *A. pyrifolium*, *S. obtusifolium*, *S. spectabilis* com densidade de 2 a 4 ind./ha. A soma dos cinco maiores valores de densidade relativa equivale a 83,40% de toda densidade da área pesquisada (Tabela 02).

Quanto à frequência absoluta e relativa, seguindo *M. tenuiflora* tem-se *J. mollissima* com uma frequência de 54% na área amostrada e 12,92% de ocorrência em relação as demais espécies (Tabela 02). Posteriormente os próximos valores de maior frequência absoluta foram para *C. blanchetianus* (40%), *C. flexuosa* (34%) e a categoria morto (32%), essas mesmas espécies e a categoria morto apresentaram frequência relativa de 9,56%, 8,13% e 7,66%, respectivamente.

A alta frequência de *M. tenuiflora* na área estudada pode ser explicada por sua característica como pioneira (Lorenzi, 1998). Para Dario (2017) a predominância de espécies pioneiras em estágios iniciais de sucessão, indica evolução do processo de recuperação da área degradada. *M. tenuiflora* está entre as espécies mais resistentes as secas na região Semiárida do Brasil (Souza; Menezes; Artigas, 2015). Conforme Sampaio *et al.* (1998) a referida espécie aproveita-se das situações de antropização, tornando-se dominante no processo de sucessão por um bom tempo.

C. flexuosa também foi registrada em outras áreas de Caatinga no Semiárido paraibano e ainda em áreas ciliares antropizadas (Lacerda *et al.*, 2005; Leite *et al.*, 2015; Marques *et al.*, 2020), como também em áreas ciliares conservadas (Farias *et al.*, 2017; Lacerda; Barbosa, 2018). Conforme Moro *et al.* (2014) a espécie se desenvolve na vegetação de Caatinga em diferentes áreas do semiárido brasileiro: áreas cristalinas, sedimentares e ciliares.

Marques *et al.* (2020) estudando a estrutura do componente arbustivoarbóreo de Caatinga em área ciliar antropizada relatou maior frequência absoluta das espécies *A. pyrifolium*, *C. pyramidale*, *C. jamacaru* e *J. mollissima*. No levantamento fitossociológico na Caatinga, em área não ciliar, na qual em torno de 25 anos foram retirados seletivamente árvores para utilização em carvoarias, Almeida Neto *et al.* (2009) verificaram maior frequência absoluta das seguintes espécies: *C. blanchetianus*, *M. glaziovii*, *C. flexuosa*, *M. tenuiflora*, *J. mollissima*. As três últimas também apresentaram maior frequência nesse estudo.

Considerando populações com baixa frequência na área ressalta-se *S. obtusifolium*, encontrada apenas em uma parcela. Gomes *et al.* (2020) identificaram essa espécie em área de mata ciliar de Caatinga conservada no cariri paraibano,

sendo essa evidenciada além da área mais próxima ao riacho como mais distante, possivelmente pela baixa heterogeneidade das condições edáficas do ambiente.

Na categoria dominância, como mencionado anteriormente a espécie *M. tenuiflora* foi a que registrou os maiores valores de dominância relativa (53,68%), em seguida ficou a categoria morto com 7,70% e as espécies *C. pyramidale*, *C. blanchetianus*, *C. leptophloeos*, *P. juliflora*, com 6,65%, 6,29%, 6,27% e 4,67%, respectivamente (Tabela 02).

Andrade *et al.* (2005) analisando a estrutura fitossociológica de duas fitofisionomias de Caatinga arbustiva-arbórea com diferentes níveis de degradação, localizadas na Estação Experimental da UFPB no município de São João do Cariri-PB, constataram as espécies *C. pyramidale*, *C. blanchetianus*, *A. pyrifolium*, *M. urundeuva* e *C. leptophloeos*, como as cinco espécies com maior valor de dominância relativa na área mais conservada. Enquanto na área de capoeira em estágio inicial de sucessão ecológica as quatro espécies de maior dominância relativa, em ordem decrescente, foram: *C. pyramidale*, *A. pyrifolium*, *C. blanchetianus*, *J. mollissima*.

Freitas *et al.* (2007) pesquisando áreas da Caatinga com diferentes níveis de degradação observaram *M. tenuiflora* como a espécie que apresentou maiores valores para dominância relativa nos dois ambientes estudados. Dutra Júnior *et al.* (2022) estudando a fitossociologia de duas áreas de Caatinga com históricos diferentes de uso no Sertão Paraibano, também constataram dentre as espécies arbustiva-arbórea a maior dominância de *M. tenuiflora*. Esses autores identificaram na primeira área (destinada ao pastejo bovino com histórico de uso superior a 20 anos) a espécie como a com maior dominância 29,29%, enquanto na área 2 (sem a presença de atividades há um período de aproximado de 10 anos, anteriormente a área era destinada à criação e pastejo bovino) *M. tenuiflora* ficou como a terceira mais dominante com valor de 13,25 % na área. A diferenciação percebida pode ser devido ao diferente nível de degradação das áreas.

Costa *et al.* (2009), analisando a degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó, perceberam que espécies pioneiras como a *M. tenuiflora* mostra preferência nos ambientes mais degradados. Conforme Santana *et al.* (2021) é considerada uma espécie oportunista e secundária, estabelecendo-se rapidamente em áreas antropizadas, além de apresentar grande amplitude de

tolerância as condições edáficas, ocorrendo tanto em solos rasos como em profundos.

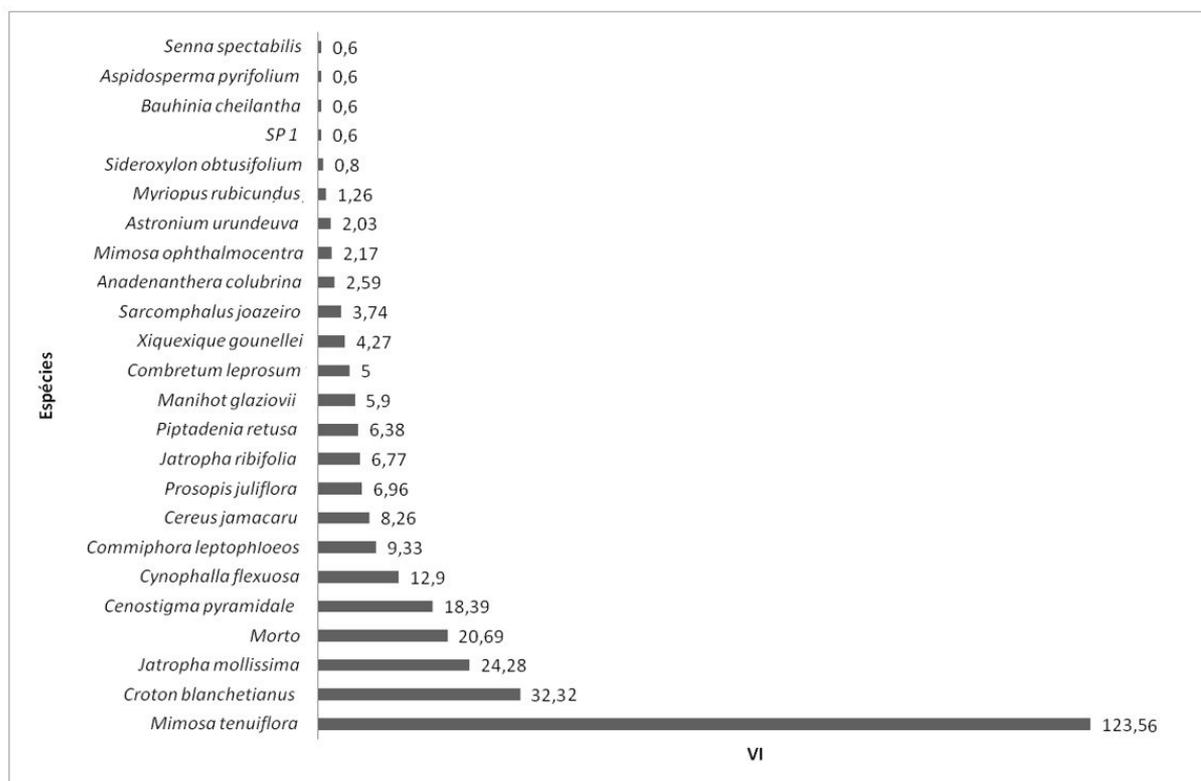
M. tenuiflora é uma espécie xerófita de hábito arbustivo-arbóreo, amplamente disseminada pelas diferentes fitofisionomias de Caatinga do nordeste brasileiro, congregando inúmeras potencialidades (Calixto Júnior; Drumond; Alves Junior, 2011). Apresenta sistema radicular profundo, que permite o seu desenvolvimento em solos degradados, notadamente, na ocupação inicial e secundária das áreas degradadas ou em processo de degradação (Azevêdo *et al.*, 2012). É utilizada como indicadora de estágio progressivo de sucessão secundária, dominando o ambiente no início do processo e desaparecendo com o avanço da sucessão (Reis; Mendonça; Fabricante, 2022).

Conforme Camargo-Ricalde e Grether (1998) *M. tenuiflora* apresenta abundante produção de sementes, velocidade de germinação considerável e rápido crescimento. A semente dessa espécie é autocórica, principalmente barocórica (por gravidade), assim o vento dispersa seus frutos que são leves, e são encontrados disseminados até 5 m da planta mãe em áreas com vegetação densa, como matas e cerrados e até 8 m em áreas abertas, derrubadas ou cultivadas; ressalta-se que sua dispersão, ocorre frequentemente por antropocoria (Camargo-Ricalde; Grether, 1998; Carvalho, 2010).

Quanto ao índice de valor de cobertura (VC), as espécies mais representativas em ordem decrescente foram *M. tenuiflora*, *C. blanchetianus*, categoria morto, *C. pyramidale* e *J. mollissima*, com os respectivos valores: 102,04; 22,76; 13,03; 12,17 e 11,36 (Tabela 02). Barbosa *et al.* (2007) em estudo realizado na Estação Experimental de São João do Cariri, onde a vegetação encontra-se também degradada, devido a usos diversos ao longo dos anos, incluindo a retirada de lenha e a caprinocultura, encontrou os maiores valores de VC para as espécies *C. blanchetianus*, *C. pyramidale* e *M. catinae*.

Relacionado ao parâmetro de valor de importância (VI), as espécies que mais se destacaram foram *M. tenuiflora* (123,56), *C. blanchetianus* (32,32), *J. mollissima* (24,28) e *C. pyramidale* (18,39) e *C. flexuosa* (12,90), além da categoria mortos com 20,69. Por outro lado, as espécies com menores valores de importância foram: *B. cheilantha*, *A. pyriformium*, *S. spectabilis*, e a indeterminada (Sp 1), todos com VI de 0,60 (Figura 08).

Figura 08 - Valor de importância das espécies registradas na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

Reis, Mendonça e Fabricante (2022) em levantamento fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de Caatinga em Pernambuco, também detectou *M. tenuiflora* como a espécie que mais se destacou no seu estudo, apresentando os maiores valores nos parâmetros fitossociológicos, com destaque ao maior valor de importância da área analisada (31,79%). Barbosa *et al.* (2020) também identificou essa mesma espécie em área mais conservada da Caatinga (com finalidade de pastoreio controlado em época de escassez de alimentos para os animais), porém não como mais importante e assim nesse estudo a espécie em destaque foi *C. blanchetianus*. Para outros estudos realizados em área de Caatinga conservada foram verificadas outras espécies com maior valor de importância, por exemplo, *C. pyramidale* (Lacerda; Barbosa, 2018).

Relacionado à análise do índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equabilidade de Pielou (J), a área estudada evidenciou os seguintes valores: 1,86 nats.ind.^{-1} e 0,59 respectivamente. Valores inferiores ao identificado nesse estudo foram verificados em outras áreas ciliares degradadas, a exemplo de Trovão *et al.*

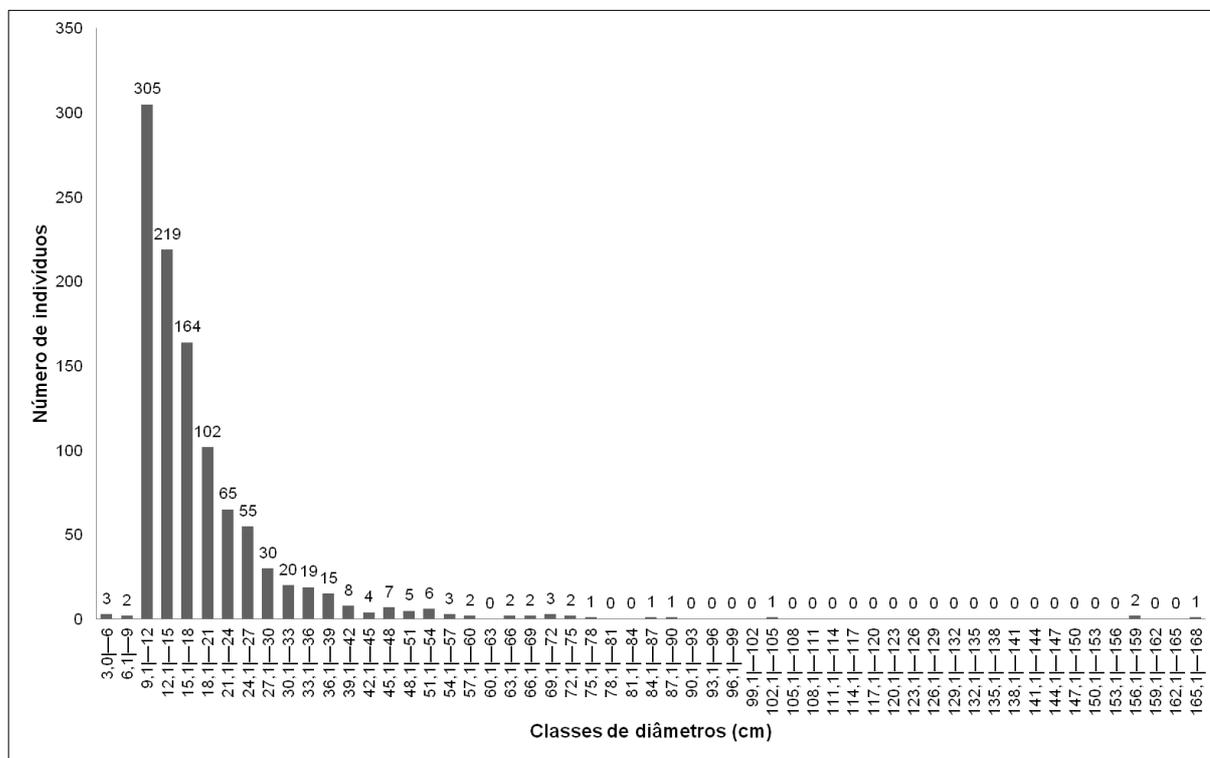
(2010) que registrou valores de diversidade de 0,2 a 1,84 nats.ind.⁻¹ e 0,04 a 0,37 de equabilidade. Souza e Medeiros (2013) em área de Caatinga degradada pontuou uma diversidade também inferior ao presente estudo com índice H' de 0,6317. Dutra Júnior *et al.* (2022) avaliando área de Caatinga com algum grau de degradação e onde observou-se dominância de *M. tenuiflora* foram registrados valores de diversidade variando de 1,72 a 1,77 nats.ind.⁻¹ e equabilidade variando de 0,62 a 0,63. Entretanto, valores mais elevados dos registrados nesse estudo, foram observados em áreas em estado melhor de conservação, a exemplo dos estudos executados por Santana *et al.* (2021) que obtiveram índice de diversidade de

Shannon Weaver (H') de 2,54 nats.ind.⁻¹ e equabilidade de 0,80, em uma área de caatinga em assentamento rural no Rio Grande do Norte. Gomes *et al.* (2020) estudando área ciliar conservada do riacho da Umburana no Cariri paraibano registrou índice de diversidade e equabilidade de 2,67 nats.ind.⁻¹ e 0,70 respectivamente. Lacerda e Barbosa (2018) obtiveram índice de diversidade para a vegetação ribeirinha de 2,18 nats.ind.⁻¹ e 0,59 para a equabilidade.

4.3 DISTRIBUIÇÃO HIPNOMÉTRICA E DIAMÉTRICA DO ESTRATO ARBÓREO E ARBUSTIVO DA ÁREA CILIAR DEGRADADA DO RIACHO VERDE NO SEMIÁRIDO PARAIBANO

A distribuição diamétrica do componente arbustivo-arbóreo da mata ciliar degradada do riacho Verde apresentou predominância dos indivíduos na terceira classe (9,1 a 12 cm) com 305 indivíduos (Figura 09). Na sequência ficou a quarta classe (12,1 a 15 cm) com 219 indivíduos e posteriormente a quinta classe (15,1 a 18 cm) com 164 indivíduos. Assim, essas três classes corresponderam a um total 688 indivíduos, representando 65,52% do total de indivíduos amostrados. Os três maiores diâmetros observados foram para as espécies *M. tenuiflora*, *C. leptophloeos* e *P. juliflora*, enquanto os menores foram para as espécies *C. leprosum*, *C. flexuosa* e *M. tenuiflora*.

Figura 09 - Distribuição diamétrica dos indivíduos arbustivo-arbóreos registrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

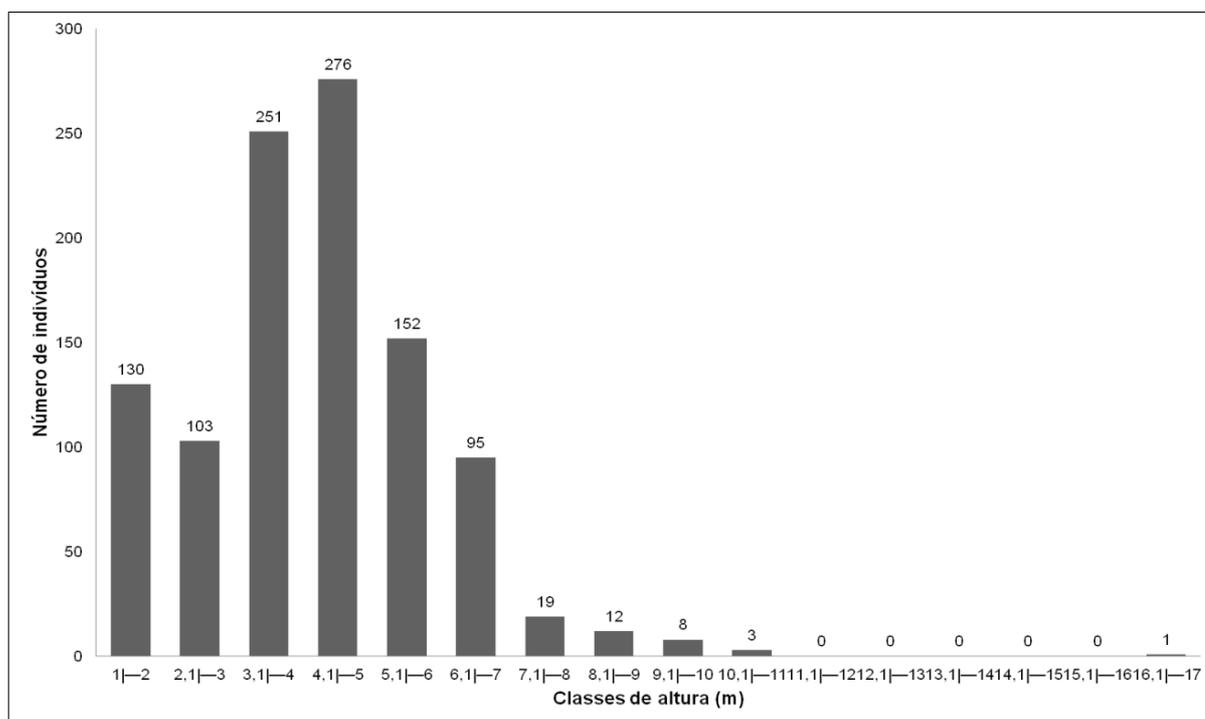
Considerando um levantamento fitossociológico em área de Caatinga degradada, onde também foi constatada *M. tenuiflora* como uma das três espécies de maior importância na área, Freitas *et al.* (2020) encontraram valores de distribuição diamétrica mais abundantes no primeiro centro de classe (3,4 cm), com um percentual 71,85% de todos os indivíduos, em seguida 13,95% dos indivíduos foram identificados no segundo centro de classe (6,9 cm), o terceiro centro de classe (9,4 cm) ficou com percentual de 5,28% e os demais $\geq 12,4$ cm apresentaram o percentual total de 7,44%.

Marques *et al.* (2020) identificaram o maior número de indivíduos nas classes de até 10 cm de diâmetro, depois a quantidade foi diminuindo à medida que o diâmetro aumentava, caracterizando o padrão de distribuição de “J” invertido. Outro trabalho em ecossistema de Caatinga que apresentou a forma de “J” reverso para a estrutura diamétrica foi o desenvolvido por Barbosa *et al.* (2020) em uma área conservada utilizada como pastoreio controlado apenas em época de escassez de alimentos para os animais, no município de Boa Vista-PB, sendo que estes autores

expressaram que esses resultados demonstraram características sucessionais do fragmento.

Avaliando os dados da distribuição hipsométrica, observou-se que o maior número de indivíduos também ficou compreendido entre a terceira e quinta classe (intervalo de 3 a 6 m de altura), ficando esses intervalos com 679 indivíduos, o que representa 64,67% do total de indivíduos amostrados (Figura 10). As espécies que apresentaram as três maiores alturas em ordem decrescente foram *P. juliflora*, *M. tenuiflora* e *A. colubrina*. Particularmente relacionada as menores alturas estas ficaram representadas pelas espécies *C. pyramidale*, *J. mollissima* e *X. gounellei*.

Figura 10 - Distribuição hipsométrica dos indivíduos arbustivo-arbóreos registrados na mata ciliar do riacho Verde no município de Livramento em uma área de abrangência da sub-bacia hidrográfica do rio Taperoá no Cariri paraibano.



Fonte: Dados da pesquisa.

Batista *et al.* (2019) ao analisar a distribuição por classe de altura, em um estudo conduzido em área de Caatinga sob regime de manejo sustentado para produção de lenha no município de Caicó-RN, constataram o maior número de indivíduos na segunda classe ($2,4 \leq H \leq 3,4$), correspondendo acerca de 54,05% da população amostrada. Esses autores também relataram a *M. tenuiflora* como espécie de destaque nesse quesito por apresentar os indivíduos com os maiores valores de altura.

Relacionado à distribuição vertical dos indivíduos, Freitas *et al.* (2020) analisando a estrutura fitossociológica da vegetação arbóreo-arbustiva em área de Caatinga com histórico de perturbação antrópica na Paraíba, observaram 1.443 indivíduos (88,69%) agrupados na classe de altura entre 2,29 e 5,54 m. Valor superior ao encontrado nessa pesquisa, uma vez que na mata ciliar do riacho Verde os indivíduos compreendidos com altura de 3 a 6m ficaram representado por 73,71% do total de indivíduos inventariado.

A estrutura vertical das comunidades florestais é de extrema relevância dentro dos parâmetros estruturais (Silva *et al.*, 2023). Conforme Marques *et al.* (2020) a Caatinga é um Bioma onde as árvores apresentam baixo padrão de altura, existindo alguns nichos, a exemplo das matas ciliares, que devidos a condições especiais, o estrato arbóreo consegue alcançar um maior padrão de altura.

5 CONCLUSÃO

A mata ciliar do riacho Verde apresentou baixa riqueza sendo isto similar as outras áreas ciliares degradadas de Caatinga. De forma associada registrou-se baixa diversidade dentro dos táxons. As famílias Fabaceae, Euphorbiaceae e Cactaceae se destacaram com maior número de espécies. As duas primeiras também são citadas como bem representadas em outros ecossistemas ciliares do Semiárido. O ecossistema ciliar estudado apresentou maior número de indivíduos do que o comumente encontrado em outras áreas ciliares degradadas, porém ainda inferior ao encontrado em áreas mais conservadas. Assim, tem-se a indicação dos avanços no processo de sucessão ecológica. *M. tenuiflora* foi a espécie que apresentou maiores valores em todos os parâmetros fitossociológicos avaliados. A área se definiu com baixa diversidade e uniformidade, sendo os valores similares a outros estudos também com dominância de *M. tenuiflora*. Registrou-se que enquanto poucas espécies apresentaram altos valores de importância, muitas outras, com poucos indivíduos, obtiveram baixo valor.

Assim, observou-se que a mata ciliar do riacho Verde começa adquirir melhores condições, avançando no processo de sucessão ecológica, melhorando a estrutura e tendo papéis funcionais representativos. Portanto, os resultados obtidos contribuem com estudos relacionados à restauração de áreas degradadas, conservação de ecossistemas ribeirinhos e a gestão dos recursos hídricos no Semiárido brasileiro.

REFERÊNCIAS

- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas. **Geoportal**. Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php>. Acesso: 08- 2022.
- AGRA, M. F.; BARACHO, G. S.; BASÍLIO, I. J. D.; NURIT, K.; COELHO, V. P.; BARBOSA, D. de A. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 11, p. 323-330, jan. 2007.
- ALMEIDA NETO, J. X. de; ANDRADE, A. P. de; LACERDA, A. V. de; FÉLIX, L. P.; BRUNO, R. de L. A. Composição florística, estrutura e análise populacional do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) no Semiárido Paraibano, Brasil. **Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 187-194, out. 2009.
- ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B.; NASCIMENTO, F. R. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do Rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, Manaus, Edição Especial, v.3, n.4, p. 365-378, jun. 2012.
- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. de; FARIAS, A. A. de. Comportamento da precipitação pluvial e sua relação com o relevo nas microrregiões do Cariri Oriental e Ocidental do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 6, p. 1601-1614, dez. 2015.
- ALVES, L. L. B.; ALVES, A. R.; BARRETO, F. R. da S.; HOLANDA, A. C. de. Análise florística e estrutural de uma área de caatinga preservada no município de Mossoró/RN. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 8-15, mar. 2017.
- ANDRADE, L. A. de; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de Caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, jul. 2005.
- ANSCHAU, S. A.; NERES, J. C. I.; CARVALHO, A. V.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, L. L. G. F.; CERQUEIRA, F. B. Vegetação ripária e métodos de estudo. **Natural Resources**, Aracaju, v. 7, n. 1, p. 19-32, set. 2017.
- APG III- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 105- 121, 2009.
- ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; ÉDER-SILVA, É.; RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de; SILVA, D. S. da. Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 63-70, jan./mar. 2010.

ATTANASIO, C. M.; LIMA, W. de P.; GANDOLFI, S.; ZAKIA, M. J. B.; VENIZIANI JÚNIOR, J. C. T. Método para a identificação da zona ripária: microbacia hidrográfica do Ribeirão São João (Mineiros do Tietê, SP). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.34, n. 71, p. 131-140, ago. 2006.

AZEVÊDO, S. M. A. de; BAKKE, I. A.; BAKKE, O. A.; FREIRE, A. L. de O. Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 9, n. 3, p. 150-160, jul. 2012.

BACELLAR, L. A. P. O papel das florestas no regime hidrológico de bacias hidrográficas. **Geo.br**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 1-39, jan. 2005.

BALBINOT, R.; OLIVEIRA, N. K. de; VANZETTO, S. C.; PEDROSO, K.; VALERIO, A. F. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava, v. 4, n. 1, jan./abr., 2008.

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

BARBOSA, M. R. de V.; LIMA, I. B.; LIMA, J. R.; CUNHA, J. P.; AGRA, M. de F.; THOMAS, W. W. Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 03, p. 313-322, dez. 2007.

BATISTA, F. G.; OLIVEIRA, B. T. de; ALMEIDA, M. E. de A.; BRITO, M. S. de; MELO, R. R. de; ALVES, A. R. Florística e fitossociologia em um remanescente florestal de Caatinga no município de Caicó-RN, Brasil. **Desafios - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 6, n. 3, p. 118-128, 4 dez. 2019.

BEZERRA, J. J. L.; PINHEIRO, A. A. V.; LUCENA, R. B. Phytochemistry and poisoning in ruminants by *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae): a systematic review. **Toxicon**, Estados Unidos, v. 201, n. 1, p. 46-53, out. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, 1997.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, 2012.

CADIER, E.; FREITAS, B. J.; LEPRUN, J. C., **Bacia Experimental de Sumé: instalação e primeiros resultados**. 88 f. 1983. Tese Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil, 1983.

CALIXTO JÚNIOR, João Tavares; DRUMOND, Marcos Antônio; ALVES JÚNIOR, Francisco Tarcísio. Estrutura e distribuição espacial de *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. em dois fragmentos de caatinga em Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 2, p. 95-100, abr. 2011.

CAMARGO-RICALDE, S. L.; GREYER, R. Germinación, dispersión y establecimiento de plántulas de *Mimosa tenuiflora* (Leguminosae) en México. **Revista de Biología Tropical**, San José, v. 46, n. 3, p. 1-5, set. 1998.

CARVALHO, A. T. F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 42, p. 140161, jan. 2020.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras: Jurema-Preta: *Mimosa tenuiflora***. 2010. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1140012/1/Especies-ArboreasBrasileiras-vol-4-Jurema-Preta.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2023.

CARVALHO, P. E. R.; GAIAD, S. **Espécies Arbóreas Brasileiras: Fabaceae**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacaotecnologica/tematicas/especies-arboreasbrasileiras/fabaceae#:~:text=Fabaceae%20ou%20Leguminosae&text=Tem%20como%20caracter%20ADstica%20a%20presen%20A7a,est%20A1%20dividida%20em%20quatro%20subfam%20ADlias>. Acesso em: 25 mar. 2023.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; SALVADOR, S. M.; PICCILLI, D. G. A. Composição florística e potencial de regeneração da mata ciliar remanescente de um tributário do Vacacaí-Mirim, Santa Maria - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1546-1558, dez. 2018.

COELHO JUNIOR, L. M.; MEDEIROS, M. G. de; NUNES, A. M. Melo; MACIEIRA, M. L. da Luz; FONSECA, M. B. da. Avaliação do uso do solo e dos recursos florestais no semiárido do estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 72-88, abr. 2020.

COSTA, M. L. M.; SILVA, T. C.; LIMEIRA, M. C. M. Investigação sobre as relações interinstitucionais e interdisciplinares para o planejamento integrado de recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Gramame, Brasil. Engenharia **Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 291-299, mar. /abr.2021.

COSTA, T. C. e C. da; OLIVEIRA, M. A. J. de; ACCIOLY, L. J. de O.; SILVA, Flávio H. B. B. da. Análise da degradação da caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 1, p. 961-974, abr. 2009.

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

DUTRA JÚNIOR, M. P.; MARANGON, L. C.; GONÇALVES, M. da P. M.; FELICIANO, A. L. P. Análise fitossociológica e de indicadores ecológicos em duas áreas de Caatinga com históricos diferentes de uso no Sertão Paraibano. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1439-1459, set. 2022.

EMPINOTTI, V. L.; TADEU, N. D.; FRAGKOU, M. C.; SINISGALLI, P. A. de A. Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, n. 102, p. 177-192, ago. 2021.

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

FAUSTINO, A. B.; RAMOS, F. F.; SILVA, S. M. P. da. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em Sensoriamento Remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. **Sociedade e Território**, Natal, v.26, n. 2, p.18-30, 2014.

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. 2. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2000. 34 p.

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. de. Vegetação e flora da Caatinga. **Ciência e Cultura**, Campinas, v. 70, n. 4, p. 51-56, out. 2018.

FERREIRA JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; COSTA, M. F. F. da; SILVA, V. S. M. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia - MT. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 673-679, dez. 2008.

FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil 2022 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acesso em: 21 dez. 2022. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>.

FOLETO, E. M. O contexto dos instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil. **Geoambiente**, Jataí, n. 30, n. 1, p. 39-59, jan. 2018.

FRAGOSO, M. da G. L.; LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; DORNELAS, C. S. M. Estudo da vegetação arbustiva e arbórea em ecossistema ribeirinho degradado no Cariri Ocidental da Paraíba, Brasil. In: GARCÍA, M. SEABRA, G. (Org.). **Conferencia de La Tierra – Paisajes, Suelos y Biodiversidad**: Desafíos para un buen vivir. Santiago de Chile: Universidad Central, 2016.

FREITAS, F. de A. de; HOLANDA, A. C. de; MARACAJÁ, P. B.; ANDRADE, A. B. A. de; SANTOS, J. L. G.; OLIVEIRA, F. S. de. Estrutura fitossociológica da vegetação

arbóreo-arbustiva em área de caatinga com histórico de perturbação antrópica na Paraíba, Brasil. **Acta Biológica Catarinense**, v. 1, n. 7, p. 92-102, jan. 2020.

FREITAS, R. A. C. de; SIZENANDO FILHO, F. A.; MARACAJÁ, P. B.; DINIZ FILHO, E. T.; LIRA, J. F. B. de. Estudo florístico e fitossociológico do extrato arbustivoarbóreo de dois ambientes em Messias Targino divisa RN/PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 135-147, jan. 2007.

GANEM, R. S. **Caatinga: estratégias de conservação**. Brasília: Consultora Legislativa, 2017. 105 p.

GOMES, A. C.; FERREIRA, A. P. de S.; BARBOSA, F. M.; MACÊDO, R. O.; LACERDA, A. V. de. Avaliação estrutural e distribuição espacial de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. em sistema ecológico ciliar de riacho intermitente no Cariri paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 7, n. 15, p. 21-30, abr. 2020.

GOOGLE EARTH. **EARTH-MAPAS**. Acesso em: 11 ago. 2022. Disponível em: <<http://mapas.google.com>>.

HOFFMESTER, S. G. da S.; FERNANDES, S. S. L.; ASSUNÇÃO, M. A.; PADOVAN, M. P. Sistema Agroflorestral Biodiverso: restauração ecológica e educação ambiental. **Revista Geopantanal**, Corumbá, v. 26, n. 1, p. 33-47, jan. 2019.

HONDA, E. A.; DURIGAN, G. A restauração de ecossistemas e a produção de água. **Hoehnea**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 315-327, mai. 2017.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências 1, 2ª edição revista e ampliada. IBGE, Rio de Janeiro.

IMAÑA-ENCINAS, J.; REZENDE, A. V.; IMANÃ, C. R.; SANTANA, O. N. **Contribuição dendrométrica nos levantamentos fitossociológicos**. Brasília-DF: Universidade de Brasília, set. 2009.

JARDIM, F. C. S.; SENA, J. R. C. de; MIRANDA, I. de S. Dinâmica e estrutura da vegetação com DAP > 5 cm em torno de clareiras da exploração florestal seletiva, em Moju Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 49, p. 41-52, jan./jun. 2008.

JONES, J.; ELLISON, D.; FERRAZ, S.; LARA, A.; WEI, X.; ZHANG, Z. Forest restoration and hydrology. **Forest Ecology and Management**, v. 520, p. 120342120342, set. 2022.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; CORDEIRO, J. Levantamento florístico e fitossociológico de plantas daninhas: uma revisão dos métodos encontrados. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 217-228, abr. 2015.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; BARBOSA, M. R. de V. Estudo do componente arbustivo-arbóreo de matas ciliares na bacia do rio Taperoá, Semi-árido paraibano: uma perspectiva para a sustentabilidade dos recursos naturais. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 331-340, jan. 2007.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; BARBOSA, M. R. de V. **Riqueza florística em áreas de matas ciliares**: subsídios para a conservação e o equilíbrio dos ecossistemas ribeirinhos no Semiárido Paraibano. In: ABÍLIO, F. J. P.; FLORENTINO, H. da S.; RUFFO, T. L. de M. João Pessoa: Editora UFPB, 2018. 42 p.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M. Fitossociologia da vegetação arbustivoarbórea em uma área de mata ciliar no semiárido paraibano, Brasil. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 12, n. 2, p. 34-43, jun. 2018.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M. Riparian vegetation structure in a conservation unit in the semi-arid region of Paraíba, Brazil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 27, n. 2, p. 1-10, 2020.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; SOARES, J. J.; BARBOSA, M. R. de V. Flora arbustiva-arbórea de três áreas ribeirinhas no semiárido paraibano, Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, p. 275-284, out. 2010.

LACERDA, A. V. de; NORDI, N.; BARBOSA, F. M.; WATANABE, T. Levantamento florístico do componente arbustivo-arbóreo da vegetação ciliar na bacia do rio Taperoá, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 647-656, set. 2005.

LACERDA, A. V. de. **Os cílios das águas**: espaços plurais no contexto do Semiárido brasileiro. Campina Grande: EDUFPG, 2016.

LEITE, J. A. N.; ARAUJO, L. V. C.; ARRIEL, E. F.; CHAVES, L. F. C.; NOBREGA, A. M. F. Análise quantitativa da vegetação lenhosa da Caatinga em Teixeira, PB. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 82, p. 89-100, jun. 2015.

LIMA NETO, E. M. de; BIONDI, D.; PINHEIRO, F. A. P.; CONDÉ, T. M.; DIAS, L.; GONÇALVES, M. da P. M. Índices ecológicos para a gestão da arborização de ruas de Boa Vista-RR. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 16, n. 1, p. 21-34, abr. 2021.

LIMA, W. de P. Hidrologia **florestal aplicada ao manejo de bacias hidrográficas**. 2º ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Plantarum, 1998. 384 p.

LOPES, E. R. do N.; SOUZA, J. C. de; ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; LOURENÇO, R. W. Gestão de bacias hidrográficas na perspectiva espacial e socioambiental. **Economía, Sociedad y Territorio**, México, v. 20, n. 62, p. 1-23, jan./abr. 2020.

LUCENA, R. J. de; LIMA, J. R. de; BAKKE, I. A. Dynamic organization of two agroforestry systems in the semi-arid region of Paraíba and their contribution to improving the socio-economic conditions of farming families. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 4, p. 1-9, jan. 2023.

LUNA, R. G. de; ANDRADE, A. P. de; SOUTO, J. S.; LUNA, J. G. de. Análise florística e fitossociológica de quatro áreas de caatinga sob diferentes densidades de caprinos no Cariri Paraibano, Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 5, n. 9, p. 191-229, 2018.

MACHADO, J. L.; GOMES, D. de O. B.; BATISTA, N. J. de C.; GOMES, É. R. Composição florística de fragmentos de mata ciliar em Pedro II, Piauí. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 62-73, fev. 2022.

MACHADO, M.; MENEZES, M. O. T. de; SANTOS, M. R.; PRIETO, P. V.; HERING, R. L. O.; BARROS, F. S. M.; BORGES, R. A. X.; KUTSCHENKO, D. C.; VALENTE, A. S. M. Cactaceae. In: MARTINELLI, G.; MORAES, M. A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. p. 1100.

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**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 20058-20072, abr. 2020.

MEDEIROS, F. S. de; SOUZA, M. P. de; CERQUEIRA, C. L.; ALVES, A. R.; SOUZA, M. dos S.; BORGES, C. H. A. Florística, fitossociologia e modelagem da distribuição diâométrica em um fragmento de Caatinga em São Mamede-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 14, n. 2, p. 85-95, abr. 2018.

MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 101-111, mar. 2007.

MIRANDA, R. F. de; BOTEZELLI, L.; PAMPLI, P. A. Z. Conservação ambiental em zonas ripárias de dois córregos urbanos no município de Três Pontas, sul de Minas Gerais. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 13, fev. 2021.

MORO, M. F.; LUGHADHA, E. N.; FILER, D. L.; ARAUJO, F. S. de; MARTINS, F. R. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. **Phytotaxa**, Auckland, v. 160, n. 1, p. 1-118, fev. 2014.

MUELLER-DOMBOIS D.; ELLENBERG H. **Objetivos e métodos da ecologia da vegetação**. New York: John Wiley and Sons. 1974. 547 p.

NEVES, R. G. S. S.; TONELLO, K. C.; BRAMORSKI, J. Análise da produção bibliográfica sobre hidrologia florestal no bioma amazônico. **Revista Sítio Novo**, Tocantins, v. 4, n. 4, p. 133-140, out./dez. 2020.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **The Sustainable Development Goals Report**. New York: United Nations, 2016. 56 p.

PASTOR, B. L.; HEPP, L. U. A importância da vegetação ripária para o funcionamento de riachos: efeitos da qualidade química e origem das espécies. **Revista Vivências-Erechim**, Erechim, v. 17, n. 32, p. 439-455, mai. 2021.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro, PB. **Holos**, Natal, v. 6, n. 28, dez. 2012.

PINHEIRO, J. A. C.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; SILVA, C. M.; FERNANDES FILHO, E. I.; OLIVEIRA NETO, S. N.; BARBOSA, R. A. Processos hidrológicos na bacia hidrográfica do Córrego Zerede em Timóteo - MG. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1658-1671, dez. 2019.

PARAÍBA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Livramento-PB**. Livramento: EMPATECH, 2020. 905 p.

REIS, D. O.; MENDONÇA, D. de A.; FABRICANTE, J. R. Levantamento florístico e fitossociológico do estrato arbustivo-arbóreo de uma área de Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, Recife, v. 7, n. 01, p. 041-051, mar. 2022.

SABINO, F. G. da S.; CUNHA, M. do C. L.; SANTANA, G. M. Estrutura da vegetação em dois fragmentos de caatinga antropizada na Paraíba. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 4, p. 487-497, 7 jun. 2016.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. de L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. Regeneração da vegetação da caatinga após corte e queima em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 33, n. 5, p. 621-632, 1998.

SANTANA, J. A. da; ZACCHARIAS, A. F. da S.; SILVA, A. B. da; FREIRE, A. da S. M.; ZACCHARIAS, E. G. Florística, Fitossociologia e Índices de Diversidade da Caatinga em Assentamento Rural no Rio Grande do Norte, Brasil. **Biodiversidade Brasileira - Biobrasil**, n. 1, p. 1-13, 24 mai. 2021.

SÁTIRO, L. N.; ROQUE, N. A família Euphorbiaceae nas caatingas arenosas do médio rio São Francisco, BA, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 99-118, mar. 2008.

SILVA, A. D. da; LACERDA, A. V. de. Os recursos Naturais e a Gestão em Bacias Hidrográficas: aplicabilidade de novos desafios. In: SILVA, J. I. A. O. *et al.* (org). **Gestão e governança da água sob múltiplas visões e casos**. Campina Grande: EDUEPB, 2021.

SILVA, F. K. G. da; LOPES, S. de F.; LOPEZ, L. C. S.; MELO, J. I. M. de; TROVÃO, D. M. de B. M. Patterns of species richness and conservation in the Caatinga along elevational gradients in a semiarid ecosystem. **Journal Of Arid Environments**, v. 110, p. 47-52, nov. 2014.

SILVA, F. G.; SILVA, R. H. da; ARAÚJO, R. M. de; LUCENA, M. de F. de A.; SOUSA, J. M. de. Levantamento florístico de um trecho de mata ciliar na mesorregião do Sertão Paraibano. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 250-258, out. 2015.

SILVA, J. A. da; BEZERRA, J. E. F.; SILVA, L. H. da; MARQUES, V. E.; LACERDA, A. V. de. Análise de parâmetros fitossociológicos e da distribuição espacial de *Cenostigma pyramidale* (Tul.) E. Gagnon & G.P. Lewis no estrato regenerante em mata ciliar no semiárido paraibano. **Revista de Geografia**, v. 40, n. 2, p. 255-267, 11 out. 2023.

SILVA, R. G.; FARIA, R. A. V. B.; MOREIRA, L. G.; PEREIRA, T. de L.; SILVA, C. H. da; BOTELHO, S. A. Avaliação do processo de restauração de área de preservação permanente degradada no sul de minas gerais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v.9, n.1, p. 147-162, jan./mar. 2016.

SIMÕES, S. dos S.; ZAPPI, D. C.; AONA, L. Y. S. A família Cactaceae no Parque Nacional de Boa Nova, estado da Bahia, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 1-14, jul. 2020.

SOUZA, B. I.; MENEZES, R.; ARTIGAS, R. C. Efeitos da desertificação na composição de espécies do bioma Caatinga, Paraíba/Brasil. **Investigaciones Geográficas**, Alicante, n. 88, p. 45-59, dez. 2015.

SOUZA, G. F. de; MEDEIROS, J. F. de. Fitossociologia e florística em áreas de caatinga na microbacia hidrográfica do riacho Cajazeiras- RN. **Geotemas**, Pau dos Ferros, v. 3, n. 1, p. 161-176, jan. 2013.

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

TAMBOSI, L. R.; VIDAL, M. M.; FERRAZ, S. F. de B.; METZGER, J. P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 151-162, ago. 2015.

TARGA, M. dos S.; BATISTA, G. T.; DINIZ, H. N.; DIAS, N. W.; MATOS, F. C. de. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v.7, n.2, p. 120-142, ago. 2012.

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

TRINDADE, M. J. de S.; LAMEIRA, O. A. Espécies úteis da família Euphorbiaceae no Brasil. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Belém, v. 19, n. 4, p. 1-19, 2014.

TUCCI, C. **Hidrologia**: ciência e aplicação. 2.ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul: ABRH, 2000.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 10, n. 4, out. 2010.

VENANCIO, D. L.; OLIVEIRA, P. C. F. A Floresta e o Ciclo Hidrológico: Os Modelos para Estimativa de Interceptação Florestal da Precipitação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 604-616, mai. 2017.

VILELA, A. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. **Biomass e agricultura**: oportunidades e desafios. Rio de Janeiro: Vertente Edições, 2019. 304 p.

VITAL, M. H. F. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

ZAPPI, D. C.; FILARDI, F. L. R.; LEITMAN, P.; SOUZA, V. C.; WALTER, B. M.T.; PIRANI, J. R.; MORIM, M. P.; QUEIROZ, L. P.; CAVALCANTI, T. B.; MANSANO, V. F.; FORZZA, R. C.; ABREU, M. C.; ACEVEDO-RODRIGUES, P.; AGRA, M. F.; ALMEIDA, G. S. S. ALMEIDA, R. F.; ALVES, F.M.; ZICKEL, C.S. *et al.* Growing knowledge: an overview of seed plant diversity in Brazil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 4, p. 1085-1113, out. 2015.

APÊNDICE

RELATÓRIO TÉCNICO:

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA ÁREA CILIAR DE
CAATINGA, MUNICÍPIO DE LIVRAMENTO, PARAÍBA, BRASIL.**



Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

RELATÓRIO TÉCNICO:

**COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA DE UMA ÁREA CILIAR DE
CAATINGA, MUNICÍPIO DE LIVRAMENTO, PARAÍBA, BRASIL**

Elaborado por: Jardel Costa Silva
Orientadora: Alecksandra Vieira de Lacerda

Sumé – PB, março de 2024.



9

Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Livramento-PB

Gabriel Bezerra Montenegro - Secretário de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos

Relatório Técnico elaborado para a Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Município de Livramento-PB, através dos resultados obtidos na Dissertação apresentada ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande para obtenção de título de Mestre em Gestão e Regulação dos Recursos Hídricos pelo Programa ProfÁgua, sob orientação da professora Alecksandra Vieira de Lacerda.

1. Introdução

O Semiárido Brasileiro é caracterizado por condições climáticas definidas pelas altas temperaturas, chuvas irregulares no tempo e no espaço, solos com baixos níveis de intemperismos e baixa produção de massa vegetal (Lucena; Lima; Bakke, 2023). Estão inseridas nesse domínio áreas de Caatinga, considerada pelo agrupamento de tipos de vegetação com certas características em comum, determinadas, pela forte condição de estacionalidade das chuvas as quais estão aglomeradas em curto período do ano (Coelho Júnior *et al.*, 2020).

A Caatinga é uma das regiões secas mais povoadas do mundo, e apesar de sua importância biológica, ela vem sendo desmatada desde o período colonial com sérias implicações para a conservação da biodiversidade (Ganem, 2017). Faz parte da maior e mais diversificada floresta tropical sazonalmente seca do Novo Mundo (FTSS) e está entre os sistemas ecológicos mais vulneráveis às mudanças climáticas, merecendo assim atenção de grandes grupos internacionais, ou seja, a comunidade científica relacionada a conservação e o desenvolvimento sustentável (Vilela; Callegaro; Fernandes, 2019).

Inseridas nos espaços da Caatinga tem-se as áreas ciliares as quais vêm sofrendo fortes impactos negativos ao longo dos tempos (Lacerda; Barbosa; Barbosa, 2018). De acordo com o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), as matas ciliares de qualquer curso d'água natural perene e intermitente são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP), devendo assim, serem preservadas, para garantir suas funções ecológicas (Brasil, 2012). Entretanto, embora sua preservação esteja prevista em lei, estas, continuamente, estão sendo impactadas negativamente (Ceconi *et al.*, 2018). Dentre as consequências da degradação têm-se a redução da capacidade de infiltração de água e acumulação natural desse recurso, impactando no ciclo hidrológico (Almeida; Cunha; Nascimento, 2012).

As áreas ciliares são ambientes únicos e essenciais para a manutenção da qualidade/quantidade dos recursos hídricos (Machado *et al.*, 2022). Funcionam como filtros, retendo os sedimentos que causam os assoreamentos, os resíduos de defensivos agrícolas e outros poluentes, que seriam transportados para os cursos d'água, afetando na quantidade e qualidade da água disponível para os seres vivos e a população humana (Marques *et al.*, 2020). Estudos relacionados ao levantamento da vegetação em áreas ciliares viabilizam a identificação de processos e padrões os

quais ajudarão a melhor adequar às estratégias ecológicas para restauração e conservação desses ambientes (Farias *et al.*, 2017).

De acordo com Araújo *et al.* (2010), um levantamento florístico consiste em um importante instrumento de identificação taxonômica dos espécimes vegetais existentes em uma determinada área. As informações obtidas nos levantamentos florísticos podem ser apresentadas de forma a verificar a ocorrência ou não de relações entre as espécies encontradas e a área de estudo (Krenchinski *et al.*, 2015).

Para Fragoso *et al.* (2016), os estudos de ecologia dedicados a conhecer a florística de uma área permitem através de inventários e monitoramento das comunidades vegetais, a identificação da composição dessas comunidades, estabelecendo relações dos dados gerados com as características edafoclimáticas da região. A aplicação de técnicas corretas de manejo florestal deve tomar como base, o conhecimento sobre a sua composição e estrutura (Gomes *et al.*, 2020).

Os levantamentos florísticos podem ser complementados com a realização de estudos fitossociológicos, conceituados como estudos que buscam definir, por meio de dados numéricos, as comunidades vegetais em relação a sua origem, estrutura, classificação e interações com o meio, podendo-se fazer uma avaliação momentânea da estrutura da vegetação, através da frequência, densidade e dominância das espécies ocorrentes em uma dada comunidade (Felfili; Venturoli, 2000).

A heterogeneidade ambiental somada ao fato dessas condições se repetirem dentro dos diferentes domínios vegetacionais acabam por definir diferentes métodos para seu estudo, dentre eles o estudo fitossociológico (Anschau *et al.*, 2017). A definição de dados de estrutura em áreas ciliares da Caatinga contribui na ampliação dos conhecimentos sobre essas vegetações, que apresentam características específicas de solo, clima e formas de manejo (Farias *et al.*, 2017).

2. Material e Métodos

2.1 Área de Estudo

A área selecionada para o estudo encontra-se localizada na Bacia do rio Paraíba. Esta bacia conta com uma área de 20.071,83 km², abrangendo assim 38% do território paraibano, sendo considerada a segunda maior do estado e uma das mais importantes do Semiárido nordestino, composta pela sub-bacia do rio Taperoá e Regiões do Alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba (AESA, 2022). Segundo a fonte citada a área da Bacia conta com vários açudes públicos, que são utilizados no abastecimento das populações e rebanhos, irrigação, pesca e em algumas iniciativas de lazer e turismo regional; na ocorrência de estiagens muitos deles entram em colapso, ocasionando conflitos pelo uso dos recursos hídricos e graves problemas de ordem social e econômica.

Inserido nos limites da bacia do rio Paraíba, os trabalhos de campo foram realizados particularmente na sub-bacia do rio Taperoá e dentro desta especificamente no município de Livramento-PB. Nesta sub-bacia seu principal rio é o Taperoá, de regime intermitente, que nasce na serra do Teixeira e desemboca no rio Paraíba (Lacerda; Barbosa, 2018). Os tipos vegetacionais dominantes na área da sub-bacia do rio Taperoá são enquadradas na região florística Savana-Estépica (IBGE 2012). O clima da região é do tipo BSwH, semiárido quente, conforme classificação de Köppen (Cadier; Freitas; Leprun, 1983). Considerando o município de Livramento, presente na referida sub-bacia, tem-se que de acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Livramento – PB (PARAÍBA, 2020), o mesmo está inserido no Polígono das Secas, possui pluviometria média anual de 554,5mm com distribuição irregular, maior proporção (78%) concentrada em 04 meses (FMAM) e temperatura média entre 24 e 25°C.

O sistema ecológico delimitado para o trabalho foi a área ciliar do riacho Verde pertencente à microbacia do riacho Verde. Este riacho é classificado como intermitente e localizado no sítio Riacho Verde (7°19'5,46" S e 36°55'29,28" W; 568 m de altitude), pertencente à região do Cariri paraibano.

A vegetação predominante na região corresponde ao Domínio morfoclimático da Caatinga, com características hiperxerófilas, floresta caducifólia e sub-caducifólia, sendo altamente dependente do regime pluvial (Alves; Azevedo; Farias,

2015). Apresenta mata seca e aberta no verão e verde no inverno (Agra *et al.*, 2007). Considerando o histórico de uso e ocupação, através das informações obtidas com os atores sociais presentes na área do riacho e a proprietária, registrou-se na referida área atividades agropecuárias e extração de argila (com fins de artesanato) realizadas durante aproximadamente sete décadas, sofrendo assim com impactos negativos ocasionados pela ação antrópica, como o desmatamento e a queimada da vegetação.

Assim, eram exploradas de forma predominante as culturas de milho, feijão e algodão, além de melancia e jerimum; sendo plantado no leito do riacho, batata doce e capim. Relacionado a pecuária foi exercida exclusivamente a criação de bovinos. As atividades antrópicas na área ciliar amostrada foram cessadas a partir de agosto 2016 quando ocorreu o cercamento e iniciou-se o processo de regeneração natural.

2.2 Coleta e Análise dos Dados

O levantamento florístico na mata ciliar foi realizado através de caminhada exploratória ao longo do riacho Verde onde foi coletado exemplares férteis e anotada a presença de todas as espécies dos componentes arbóreo e arbustivo que ocorrem na área. O registro dos dados de estrutura da comunidade vegetal foi executado em 50 parcelas contíguas de 10 X 10 m totalizando 0,5 ha (Mueller-Dombois; Elleberg, 1974).

Os critérios adotados para a estrutura da comunidade se definiram em amostrar os indivíduos arbustivo-arbóreos, vivos e mortos em pé, com diâmetro do caule ao nível do solo (DNS) ≥ 3 cm e altura total ≥ 1 m. Nesse sentido, todos os indivíduos inseridos nos critérios de amostragem elencados foram marcados com plaquetas, numerados e identificados pelo nome científico. Para as árvores e arbustos com troncos múltiplos foram medidos todos os ramos com DNS ≥ 3 cm. Considerando os dados de altura dos indivíduos foram determinados com auxílio de uma vara de 4 m. Para indivíduos mais altos, estão sendo feitas estimativas por comparação com a referida vara.

A identificação das espécies encontradas no sistema ciliar avaliado foi realizada através de consultas a especialistas e por meio de morfologia comparada, usando bibliografia especializada. A organização das espécies por família foi conduzida pelo sistema APG III (2009), incluindo-se informação sobre o hábito. A

atualização taxonômica das espécies e de seus autores seguiu-se a lista de espécies da Flora do Brasil (2022).

2.3 Parâmetros fitossociológicos

Neste estudo foi feita a análise estrutural da população, onde os dados levantados em campo foram organizados em planilha eletrônica Microsoft Excel versão 2019 e em seguida realizou-se os cálculos referentes aos parâmetros fitossociológicos.

Os parâmetros utilizados para a definição da estrutura da comunidade estão a seguir elencados: densidade absoluta e relativa, frequência absoluta e relativa e dominância absoluta e relativa (Mueller-Dombois; Ellenberg, 1974).

Assim, as fórmulas a serem utilizadas nos cálculos estão abaixo relacionadas.

$$DA_i = N_i/A$$

DA_i = Densidade Absoluta da espécie i

N_i = número de indivíduos da espécie i

A = área amostrada em hectare

$$DR_i = (N_i/N_t) \times 100$$

DR_i = Densidade Relativa da espécie i

N_i = número de indivíduos amostrados da espécie i

N_t = número total de indivíduos amostrados de todas as espécies

$$FA_i = (n_i/N_t) \times 100$$

FA_i = Frequência Absoluta da espécie i

n_i = número de parcelas com a espécie

i

N_t = número total de parcelas

amostradas

$$FR_i = (FA_i/SFAn) \times 100$$

FR_i = Frequência Relativa da espécie i

FA_i = Frequência Absoluta da espécie i

SFAn = somatório das frequências absolutas de todas as espécies

$$DoA_i = AB_i/A$$

DoA_i = Dominância Absoluta da espécie i (m²/hectare)

AB_i = Área Basal da espécie i (m²)

A = Área total amostrada (hectare)

$$\text{DoRi} = (\text{ABi}/\text{ABt}) \times 100$$

Dori = Dominância Relativa da espécie i (m²)

ABi = Área Basal da espécie i

ABt = Soma das áreas basais (m²) de todas as espécies amostradas

Calculou-se, a partir dos parâmetros relativos, o valor de importância e o valor de cobertura para cada espécie. Também foram determinados os índices de diversidade de Shannon e de equabilidade de Pielou. As fórmulas estão a seguir especificadas:

$$\text{VI} = \text{DRi} + \text{FRi} + \text{DoRi}$$

VI = Valor de Importância da espécie i

DRi = Densidade Relativa da espécie i

FRi = Frequência Relativa da espécie i

DoRi = Dominância Relativa da espécie i

$$\text{VCi} = \text{DRi} + \text{DoRi}$$

VCi = Valor de Cobertura da espécie i

DRi = Densidade Relativa da espécie i

DoRi = Dominância Relativa da espécie i

$$H'' = -\sum$$

pi.ln(pi) H''= índice de diversidade de Shannon

pi = ni/N

ni= número de indivíduos da espécie i

N = número total de indivíduos

ln = logaritmo neperiano

$$J' = H'/H_{\text{máx}}$$

J' = Índice de equabilidade de Pielou

H'= índice de diversidade de Shannon

Hmáx = logaritmo neperiano do número total de espécies amostradas

Foram organizadas as classes de distribuição hipsométrica e diamétrica para os indivíduos registrados no período avaliado.

3. Principais resultados obtidos na pesquisa

A pesquisa realizada apresentou resultados satisfatórios, abaixo segue de forma resumida os principais deles:

1. A comunidade arbustiva-arbórea da área ciliar amostrada ficou representada por 23 espécies, sendo que uma permaneceu indeterminada.
2. As espécies identificadas ficaram distribuídas em 20 gêneros e 11 famílias.
3. As famílias com maior número de espécies foram Fabaceae (oito espécies), Euphorbiaceae (quatro espécies) e Cactaceae (duas espécies).
4. Registrou-se na estrutura fitossociológica da mata ciliar degradada do riacho verde 1050 indivíduos pertencentes ao componente arbustivo-arbóreo.
5. As espécies que apresentaram maior abundância foram *M. tenuiflora* (508), *C. blanchetianus* (173), *J. mollissima* (81) e *C. pyramidale* (58). Foram registrados ainda 56 indivíduos na categoria mortos em pé e 1 indeterminado.
6. *M. tenuiflora* foi a espécie que apresentou maiores valores nos parâmetros fitossociológicos com densidade absoluta e relativa de 1016 ind./ha e 48,37%, frequência absoluta e relativa de 90% e 21,52%, dominância absoluta e relativa de 44,67 m²/ha e 53,67% e valor de importância e de cobertura de 123,56 e 102,04 respectivamente.
7. Quanto à frequência absoluta e relativa obtiveram-se as seguintes proporções respectivamente *M. tenuiflora* 90% e 21,52%, *J. mollissima* 54% e 12,92%, *C. blanchetianus* 40% e 9,56%, *C. flexuosa* 34% e 8,13% e a categoria morto 32% e 7,66%.
8. Na categoria dominância, *M. tenuiflora* foi a que registrou os maiores valores de dominância relativa (53,68%), em seguida ficou a categoria morto com 7,70% e as espécies *C. pyramidale*, *C. blanchetianus*, *C. leptophloeos*, *P. juliflora*, com 6,65%, 6,29%, 6,27% e 4,67%, respectivamente.

9. Quanto ao índice de valor de cobertura (VC), as espécies mais representativas foram *M. tenuiflora*, *C. blanchetianus*, categoria morto, *C. pyramidale* e *J. mollissima*, com os respectivos valores: 102,04; 22,76; 13,03; 12,17 e 11,36.
10. Relacionado ao parâmetro de valor de importância (VI), as espécies que mais se destacaram foram *M. tenuiflora* (123,56), *C. blanchetianus* (32,32), *J. mollissima* (24,28) e *C. pyramidale* (18,39) e *C. flexuosa* (12,90), além da categoria mortos com 20,69.
11. As espécies com menores valores de importância foram: *B. cheilantha*, *A. pyriformium*, *S. spectabilis*, e a indeterminada (Sp 1), todos com VI de 0,60.
12. Relacionado à análise do índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equabilidade de Pielou (J), a área estudada evidenciou os seguintes valores: 1,86 nats.ind.⁻¹ e 0,59 respectivamente.
13. A distribuição diamétrica apresentou predominância dos indivíduos na terceira classe (9,1 a 12 cm) com 305 indivíduos. Na sequência ficou a quarta classe (12,1 a 15 cm) com 219 indivíduos e posteriormente a quinta classe (15,1 a 18 cm) com 164 indivíduos.
14. Na distribuição hipsométrica o maior número de indivíduos também ficou compreendido entre a terceira e quinta classe (intervalo de 3 a 6 m de altura), ficando esses intervalos com 679 indivíduos, o que representa 64,67% do total de indivíduos amostrados.
15. As espécies que apresentaram as três maiores alturas em ordem decrescente foram *P. juliflora*, *M. tenuiflora* e *A. colubrina*. Particularmente relacionada as menores alturas estas ficaram representadas pelas espécies *C. pyramidale*, *J. mollissima* e *X. gounellei*.

4. Recomendações

Com base nos resultados encontrados nesta pesquisa, foram formuladas algumas recomendações objetivando melhorar o entendimento e o manejo a ser realizado pelos agricultores em áreas ciliares do município de Livramento no Cariri Paraibano e pelo órgão municipal (quando cabível):

- 4.1 Cercar áreas a fim de cessar os fatores de degradação, tais como animais domésticos, movimentação de pessoas que causem danos ao ambiente e/ou realizem atividades de exploração não recomendadas;
- 4.2 Garantir a proteção ambiental das margens dos rios e riachos, como preconizado no código florestal brasileiro, Lei 12.651/2012;
- 4.3 Realizar trabalhos socioeducativos com entrega de mudas nativas, explanando a importância da conservação das áreas ciliares e a promoção do desenvolvimento sustentável.

5. Conclusão

Os resultados anteriormente apresentados foram obtidos a partir dos trabalhos de campo com objetivo de realizar o levantamento florístico e fitossociológico dos indivíduos arbustivo-arbóreos de uma área ciliar degradada no município de Livramento, Cariri paraibano. Portanto, as ações anteriormente recomendadas têm o intuito de reduzir os impactos ambientais os quais essas áreas comumente estão submetidas, devido suas características específicas serem atrativas para ocupação agropecuária.

REFERÊNCIAS

- AESA, Agência Executiva de Gestão das Águas. **Geoportal**. Disponível em: <http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/index.php>. Acesso: 08- 2022.
- AGRA, M. F.; BARACHO, G. S.; BASÍLIO, I. J. D.; NURIT, K.; COELHO, V. P.; BARBOSA, D. de A. Sinopse da flora medicinal do cariri paraibano. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 11, p. 323-330, jan. 2007.
- ALMEIDA, N. V.; CUNHA, S. B.; NASCIMENTO, F. R. A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do Rio Taperoá – Nordeste do Brasil/ Paraíba. **Revista Geonorte**, Manaus, Edição Especial, v.3, n.4, p. 365-378, jun. 2012.
- ALVES, T. L. B.; AZEVEDO, P. V. de; FARIAS, A. A. de. Comportamento da precipitação pluvial e sua relação com o relevo nas microrregiões do Cariri Oriental e Ocidental do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 6, p. 1601-1614, dez. 2015.
- ANSCHAU, S. A.; NERES, J. C. I.; CARVALHO, A. V.; GUIMARÃES, A. P. M.; NERES, L. L. G. F.; CERQUEIRA, F. B. Vegetação ripária e métodos de estudo. **Natural Resources**, Aracaju, v. 7, n. 1, p. 19-32, set. 2017.
- APG III- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, n. 105- 121, 2009.
- ARAÚJO, K. D.; PARENTE, H. N.; ÉDER-SILVA, É.; RAMALHO, C. I.; DANTAS, R. T.; ANDRADE, A. P. de; SILVA, D. S. da. Levantamento florístico do estrato arbustivo-arbóreo em áreas contíguas de Caatinga no Cariri paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 1, p. 63-70, jan./mar. 2010.
- BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília – DF, 2012.
- CADIER, E.; FREITAS, B. J.; LEPRUN, J. C., **Bacia Experimental de Sumé: instalação e primeiros resultados**. 88 f. 1983 Tese Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, PE, Brasil, 1983.
- CECONI, D. E.; POLETTO, I.; SALVADOR, S. M.; PICCILLI, D. G. A. Composição florística e potencial de regeneração da mata ciliar remanescente de um tributário do Vacacaí-Mirim, Santa Maria - RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p. 1546-1558, dez. 2018.
- COELHO JUNIOR, L. M.; MEDEIROS, M. G. de; NUNES, A. M. Melo; MACIEIRA, M. L. da Luz; FONSECA, M. B. da. Avaliação do uso do solo e dos recursos

florestais no semiárido do estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 72-88, abr. 2020.

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

FELFILI, J. M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise de vegetação**. 2. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2000. 34 p.

FLORA DO BRASIL. **Flora do Brasil 2022 em construção**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Acesso em: 21 dez. 2022. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>.

FRAGOSO, M. da G. L.; LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; DORNELAS, C. S. M. Estudo da vegetação arbustiva e arbórea em ecossistema ribeirinho degradado no Cariri Ocidental da Paraíba, Brasil. In: GARCÍA, M. SEABRA, G. (Org.). **Conferencia de La Tierra – Paisajes, Suelos y Biodiversidad: Desafíos para un buen vivir**. Santiago de Chile: Universidad Central, 2016.

GANEM, R. S. **Caatinga: estratégias de conservação**. Brasília: Consultora Legislativa, 2017. 105 p.

GOMES, A. C.; FERREIRA, A. P. de S.; BARBOSA, F. M.; MACÊDO, R. O.; LACERDA, A. V. de. Avaliação estrutural e distribuição espacial de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) T. D. Penn. em sistema ecológico ciliar de riacho intermitente no Cariri paraibano. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, v. 7, n. 15, p. 21-30, abr. 2020.

IBGE – Instituto Nacional de Geografia e Estatística. **Produto Interno Bruto dos Municípios**. 2012.

KRENCHINSKI, F. H.; ALBRECHT, L. P.; CESCO, V. J. S.; RODRIGUES, D. M.; CORDEIRO, J. Levantamento florístico e fitossociológico de plantas daninhas: uma revisão dos métodos encontrados. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 217-228, abr. 2015.

LACERDA, A. V. de; BARBOSA, F. M.; BARBOSA, M. R. de V. **Riqueza florística em áreas de matas ciliares**: subsídios para a conservação e o equilíbrio dos ecossistemas ribeirinhos no Semiárido Paraibano. In: ABÍLIO, F. J. P.; FLORENTINO, H. da S.; RUFFO, T. L. de M. João Pessoa: Editora UFPB, 2018. 42 p.

LACERDA, A. V.; BARBOSA, F. M. Fitossociologia de vegetação arbustivo-arbórea em uma área de mata ciliar no semiárido paraibano, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 12, n. 2, 21 jun. 2018.

LUCENA, R. J. de; LIMA, J. R. de; BAKKE, I. A. Dynamic organization of two agroforestry systems in the semi-arid region of Paraíba and their contribution to

improving the socio-economic conditions of farming families. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 4, p. 1-9, jan. 2023.

MACHADO, J. L.; GOMES, D. de O. B.; BATISTA, N. J. de C.; GOMES, É. R. Composição florística de fragmentos de mata ciliar em Pedro II, Piauí. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 62-73, fev. 2022.

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**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 20058-20072, abr. 2020.

MUELLER, DOMBOIS; DE ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 574 p. 1974.

NYS, E. D.; ENGLE, N. **Convivendo com o semiárido e a gestão proativa da seca no Nordeste do Brasil: uma nova perspectiva**. Washington, DC: Grupo do Banco Mundial. 2014.

PARAÍBA. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Livramento-PB**. Livramento: EMPATECH, 2020. 905 p.

VILELA, A. F.; CALLEGARO, G. M.; FERNANDES, G. W. **Biomass e agricultura: oportunidades e desafios**. Rio de Janeiro: Vertente Edições, 2019. 304 p.