



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

MAIRLA MARIA ALVES DE SOUZA

BRIOFLORA DA SERRA DE BODOPITÁ (PARAÍBA)

**CAMPINA GRANDE - PB
2023**

MAIRLA MARIA ALVES DE SOUZA

BRIOFLORA DA SERRA DE BODOPITÁ (PARAÍBA)

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Botânica.

Orientador: Profa. Dra. Shirley Rangel Germano

**CAMPINA GRANDE - PB
2023**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729b Souza, Mairia Maria Alves de.
Brioflora da Serra de Bodopitá (Paraíba) [manuscrito] /
Mairia Maria Alves de Souza. - 2023.
49 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2023.

"Orientação : Profa. Dra. Shirley Rangel Germano, Departamento de Biologia - CCBS. "

1. Briófitas. 2. Musgos. 3. Hepáticas. 4. Ambientes xéricos.
5. Caatinga. I. Título

21. ed. CDD 570

MAIRLA MARIA ALVES DE SOUZA

BRIOFLORA DA SERRA DE BODOPITÁ (PARAÍBA)

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Botânica.

Aprovada em: 14/12/2023.

BANCA EXAMINADORA

Universidade Estadual da Paraíba
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Shirley Rangel Germano

Profa. Dra. Shirley Rangel Germano (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Me. Elimar Alves de Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Dr. Anderson Silva Pinto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho a minha mãe, ao meu pai e meu irmão por todo apoio, esforço, direcionamento e companheirismo, à vocês todo o meu amor e gratidão.

“Para tudo há uma ocasião certa; há um tempo certo para cada propósito debaixo do céu: Tempo de nascer e tempo de morrer, tempo de plantar e tempo de arrancar o que se plantou” - Mateus 3:1; 3:2.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapa da Serra de Bodopitá entre as Cidades de Queimadas e Fagundes - Paraíba - Brasil, mostrando o gradiente altitudinal da Serra e dos pontos de amostragem (Pedra do Touro e Pedra do Santo Antônio).....	16
Figura 2 - Fluxograma das formas de crescimento observadas nas espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá - PB.....	23
Figura 3 - Gráfico da frequência absoluta das famílias de briófitas registradas na Serra de Bodopitá - PB.....	24
Figura 4 - Gráfico da riqueza específica das famílias de briófitas (acima de uma espécie) registradas na Serra de Bodopitá - PB.....	25
Figura 5 - Gráfico da frequência relativa acima de 3% das espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá - PB.....	26
Figura 6 - Fotografias da espécie <i>F. platycalyx</i> (Serra de Bodopitá - PB) - a) Gametófito com presença de lóbulos laminares; b) Anfigastro; c) Crescendo sobre rocha (crescimento prostrado).....	28
Figura 7 - Fotografias da espécie <i>C. xanthocarpa</i> (Serra de Bodopitá - PB) a) Gametófito vista ventral (observar dente do lóbulo); b) Anfigastro inteiro; c) Gametófito vista ventral.....	29
Figura 8 - Fotografias da espécie <i>D. auberiana</i> da Serra de Bodopitá - PB a) Gametófito vista ventral (sendo possível observar o anfigastro inteiro); b) Gametófito vista ventral (sendo possível observar o lóbulo e lobo).....	30
Figura 9 - Fotografias da espécie <i>L. minutiloba</i> da Serra de Bodopitá - PB a) Gametófito vista ventral (sendo possível observar células do lobo, trigônios, anfigastro e lóbulo reduzido); b) Anfigastro pequeno e bifido; c) Gametófito vista ventral.....	32
Figura 10 - Fotografias da espécie <i>L. phyllobola</i> Serra de Bodopitá - PB a) Gametófito vista ventral com Perianto; b) Gametófito com filídios caducos; c) Lóbulo reduzido; d) Gametófito vista ventral (sendo possível observar os lóbulos).....	33
Figura 11 - Gráfico das formas de vida encontradas nas espécies de briófitas da Serra de Bodopitá - PB.....	37
Figura 12 - Gráfico dos grupos briocenológicos das espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá - PB.....	38
Figura 13 - Fotografia de microplásticos encontrados nas amostras de Briófitas da Serra de Bodopitá - PB.....	39

Figura 14 - Fotografia da associação de moluscos com as briófitas em amostras da Serra de Bodopitá - PB..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão, famílias e espécies de briófitas encontradas na Serra de Bodopitá, classificação das formas de vida, grupo ecológico e distribuição nacional.....	18
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Briófitas do Brasil	12
2.2	Briófitas do Nordeste Brasileiro com Enfoque no Bioma Caatinga	13
2.3	Trabalhos Desenvolvidos na Serra de Bodopitá	14
3	METODOLOGIA	15
3.1	Área de Estudo	15
3.2	Procedimentos de Campo	16
3.3	Procedimentos de Laboratório	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1	Florística e Grupo Ecológico	17
4.2	Novos registros de briófitas para a região Nordeste e estado da Paraíba	28
4.2.1	Novos registros para a Paraíba	28
4.2.2	Novos registros para a Paraíba e região Nordeste	35
5	FORMAS DE VIDA E GRUPOS BRIOCENOLÓGICOS	36
6	OBSERVAÇÕES ENCONTRADAS NAS AMOSTRAS DA SERRA DE BODOPITÁ - PB	39
7	CONCLUSÃO	40
8	REFERÊNCIAS	42

BRIOFLORA DA SERRA DE BODOPITÁ (PARAÍBA)

Mairla Maria Alves de Souza¹

RESUMO

O Nordeste brasileiro representa a terceira região com maior diversidade de briófitas do Brasil, apresentando 744 espécies. Algumas briófitas são plantas altamente tolerantes à perturbações no ambiente, enquanto que algumas espécies desaparecem quando há desequilíbrio ambiental. As pesquisas com briófitas no bioma caatinga vem recebendo mais atenção dos pesquisadores na atualidade. Esse é um bioma constantemente degradado, o que implica na perda da biodiversidade, antes mesmo de ser conhecida. O presente trabalho objetivou realizar um levantamento florístico das briófitas ocorrentes na Serra de Bodopitá - Paraíba, levando em consideração o seu potencial bioindicador para conservação dessa região. A coleta do material foi feita utilizando o método de esforço de amostragem resultando em sete horas de varredura, e as amostras foram identificadas em laboratório com a utilização de literaturas especializadas. Foram analisadas 189 amostras, identificando-se 35 espécies de briófitas distribuídas em 22 gêneros e 16 famílias. Dentre as espécies registradas, obtiveram-se 17 novos registros para a Paraíba, e dentre estes, dois novos registros para o Nordeste do Brasil. A família Lejeuneaceae Cavers (6 spp.) foi a de maior riqueza específica seguida por Bryaceae Schwägr (5 spp.) e Frullaniaceae Lorch (4 spp.). Os representantes de Lejeuneaceae Cavers são típicos de ambientes úmidos, e sua presença na Serra de Bodopitá foi um achado importante, tendo em vista que quatro das seis espécies encontradas foram novas ocorrências para o Estado. Entre os musgos *Bryum argenteum* Hedw. e *Entodontopsis leucostega* (Brid.) W.R.Buck & Ireland. tiveram maior frequência relativa (43%), enquanto que *Frullania platycalyx* Herzog. destacou-se entre as hepáticas (34%). A maioria dos musgos analisados são acrocárpicos (15 spp.), tipo de crescimento predominante em ambientes com escassez hídrica. As espécies generalistas predominaram nos resultados deste estudo, destacando-se a presença de algumas espécies especialistas de sombra. A forma de vida trama e tufo foram as de maior ocorrência, a primeira com 16 spp. das 35 identificadas e o tufo em 12 spp, isso está atrelado a estratégia de sobrevivência das espécies para áreas de afloramentos rochosos na caatinga. A composição da brioflora indica que, apesar da Serra de Bodopitá sofrer com a antropização, a região ainda propicia a presença dos microambientes favoráveis a instalação e desenvolvimento de briófitas, permitindo encontrar espécies umbrófilas, elementos típicos de áreas mais preservadas, considerando os fatores ambientais como a altitude que quanto mais elevadas maior a incidência de espécies especialistas de sombra. Contudo, a composição brioflorística indica que a Serra de Bodopitá tem potencial de riqueza e deve ser preservada para que haja a conservação das espécies de briófitas que ali ocorrem, visando não defasar a descoberta de novas espécies para o Nordeste brasileiro e para o estado da Paraíba, que ao serem catalogados, contribuem para o conhecimento da biodiversidade e distribuição da flora nacional.

Palavras-Chave: Briófitas; Musgos; Hepáticas; Ambientes xéricos; Caatinga.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas – Licenciatura na Universidade Estadual da Paraíba, mairla.souza@aluno.uepb.edu.br.

ABSTRACT

The Brazilian Northeast represents the third region with the greatest diversity of bryophytes in Brazil, presenting 744 species. Some bryophytes are plants that are highly tolerant to environmental disturbances, while some species disappear when there is an environmental imbalance. Research on bryophytes in the caatinga biome is currently receiving more attention from researchers. This is a biome that is constantly degraded, which implies the loss of biodiversity, even before it is known. The present work aimed to carry out a floristic survey of bryophytes occurring in Serra de Bodopitá - Paraíba, taking into account their bioindicator potential for conservation in this region. The material was collected using the sampling effort method resulting in seven hours of scanning, and the samples were identified in the laboratory using specialized literature. 189 samples were analyzed, identifying 35 species of bryophytes distributed in 22 genera and 16 families. Among the species recorded, 17 new records were obtained for Paraíba, and among these, two new records for the Northeast of Brazil. The Lejeuneaceae Cavers family (6 spp.) was the one with the greatest specific richness followed by Bryaceae Schwägr (5 spp.) and Frullaniaceae Lorch (4 spp.). Representatives of Lejeuneaceae Cavers are typical of humid environments, and their presence in Serra de Bodopitá was an important finding, considering that four of the six species found were new occurrences for the State. Among the mosses *Bryum silver* Hedw. It is *Entodontopsis leucostega* (Brid.) W.R. Buck & Ireland. had a higher relative frequency (43%), while *Frullania platycalyx* Herzog. stood out among liverworts (34%). The majority of mosses analyzed are acrocarpic (15 spp.), a predominant type of growth in environments with water scarcity. Generalist species predominated in the results of this study, highlighting the presence of some shade specialist species. The weave and tufa life forms were the most common, the first with 16 spp. of the 35 identified and the tufa in 12 spp, this is linked to the species' survival strategy for areas of rocky outcrops in the caatinga. The composition of the bryoflora indicates that, despite the Serra de Bodopitá suffering from anthropization, the region still provides the presence of microenvironments favorable to the installation and development of bryophytes, allowing us to find umbrophilous species, elements typical of more preserved areas, considering environmental factors such as the higher the altitude, the higher the incidence of shade specialist species. However, the bryofloristic composition indicates that the Serra de Bodopitá has rich potential and must be preserved so that the bryophyte species that occur there can be conserved, with the aim of not delaying the discovery of new species for the Brazilian Northeast and the state of Paraíba. , which, when catalogued, contribute to the knowledge of biodiversity and distribution of the national flora.

Keywords: Bryophytes; Moss; Liver; Xeric environments; Caatinga.

1 INTRODUÇÃO

As briófitas são o segundo maior grupo de plantas terrestres, apresentando cerca de 20.000 espécies no mundo (HORN *et al.*, 2021), sendo 1.616 espécies registradas para o Brasil (REFLORA, 2020). São organizadas sistematicamente em três divisões distintas: Anthocerophyta (antóceros), Marchantiophyta (hepáticas) e Bryophyta (musgos) (SHAW e GOFFINET, 2000).

Análises filogenômicas mais recentes fornecem evidências de monofilia de briófitas, (HARRIS *et al.*, 2020), caracterizando musgos e hepáticas como grupos irmãos (hipótese das setáfitas), separados dos antóceros (RENZAGLIA *et al.*, 2018).

As briófitas compartilham de diversas características morfofisiológicas como por exemplo a poiquilohidria, que as tornam incapazes de regular a perda e o ganho de água para o ambiente em que vivem (GLIME, 2020). Para que essas plantas avasculares se estabeleçam, diversos fatores são levados em consideração como: o microclima, química do substrato e do ar, além dos fatores abióticos como, a precipitação, temperatura, umidade e níveis de insolação (SOUZA *et al.*, 2021).

Este grupo de plantas são bioindicadores da qualidade ambiental de onde vivem, e isso as tornam ainda mais indispensáveis para o monitoramento da conservação ambiental (GLIME; GRADSTEIN, 2020). Apesar de suscetíveis a reagir a mudanças ambientais, as briófitas são plantas altamente tolerantes a perturbações e se distribuem por todas as partes do mundo, demonstrando diversas adaptações para sobrevivência, como mudanças de coloração, presença de papilas, composição foliar por células hialinas que armazenam água e refletem a luz, dentre outras (COSTA *et al.*, 2010; GLIME, 2017).

Segundo Pôrto *et al.* (2004) as briófitas são importantes para o equilíbrio dos ecossistemas, devido sua participação nos ciclos do carbono e nitrogênio, além de apresentarem relevância na contribuição do balanço hídrico, na colonização de novos sítios e no estabelecimento de outros vegetais, tendo em vista sua capacidade de promover a proteção do solo contra erosão e sua atuação como micro habitats para organismos menores.

É notório que as briófitas além de se adaptarem a diversos ambientes também colonizam uma gama de substratos inseridos em locais sombreados e abertos, como rochas, solos, inclusive aqueles degradados, troncos vivos ou mortos, ramos de árvores, além de folhas, corpos hídricos, e substratos artificiais (GRADSTEIN, 2018).

Essas adaptações morfofisiológicas e aptidões por diversos substratos proporcionam que algumas dessas plantas avasculares façam parte da composição vegetal de vários biomas. A exemplo temos o bioma Caatinga que fica em sua grande parte localizado no semiárido brasileiro na região Nordeste que ocupa cerca de 862.818 km², o equivalente a 10,1% do território nacional (IBGE, 2019). Sua vegetação é composta principalmente por espécies xerófitas, que sobrevivem a exposições solares e períodos de seca prolongada (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

A Caatinga passa por longos períodos de seca, que acarreta estresse o hídrico em sua vegetação, sobrevivendo apenas as espécies que melhor se adequam a esta condição, além disso o bioma vem sofrendo graves problemas de degradação devido ao uso inadequado dos recursos naturais e falta de unidades de conservação (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

As poucas unidades de conservação que existem protegem apenas 1% do território do bioma Caatinga (THE NATURE CONSERVANCE DO BRASIL, 2004). Nas últimas décadas os olhares científicos para este bioma em relação às briófitas estão ganhando mais atenção, com o intuito de conhecer a brioflora nordestina.

Acerca dos conhecimentos da brioflora nordestina podemos citar o trabalho de Germano *et al.* (2016) que diz que o estado da Paraíba é considerado um *hotspot* de briófitas no Brasil, com uma lista de briófitas compreendendo 176 espécies, 86 gêneros e 35 famílias. Esse pool regional representa 19% das espécies endêmicas brasileiras. Neste estudo, foram identificadas seis espécies que requerem atenção do ponto de vista conservacionista devido às suas raras distribuições. A pesquisa identificou déficits nos esforços de coleta, principalmente em áreas mais secas.

Este número de espécies foi atualizado de 176 espécies de briófitas para 189 devido o acréscimo de 13 novos registros para a Paraíba, por Souza *et al.* (2021) e Moreno e Germano (2021), o primeiro com a adição de nove novos registros com a produção de uma lista atualizada de briófitas para o estado da Paraíba, utilizando como base o conceito de *hotspot* brasileiro designado inicialmente por Germano *et al.* (2016), juntamente com um acréscimo de dados do espectro biológico em um fragmento de Floresta Tropical Estacional Seca, e o

segundo trabalho citado com quatro novos registros em seu estudo sobre musgos bioindicadores da qualidade ambiental na Mata do Pau Ferro no município de Areia- PB.

As pesquisas da última década foram aprimorando o conhecimento da biodiversidade paraibana e nordestina, como exemplo também temos os trabalhos de Silva e Germano (2013) e Silva *et al.* (2014) para afloramentos rochosos, que são classificados como ambientes xéricos, ou seja, secos. Estas pesquisas, foram pioneiras no fornecimento de dados relacionados às briófitas da Paraíba, o primeiro através de uma listagem da brioflora da cidade de Puxinanã - PB e o segundo com análises da diversidade beta de afloramentos rochosos de todo o Nordeste.

Como exemplo de área de vegetação de Caatinga com grandes afloramentos rochosos (graníticos) temos a Serra de Bodopitá, região pouco estudada em termos brioflorísticos, que se distribui ao longo dos municípios de Queimadas e Fagundes no estado da Paraíba. Embora sua vegetação seja composta principalmente por espécies xerófilas, os aumentos da elevação ao longo da serra favorece a ocorrência de algumas espécies características de floresta úmida de Brejo (RODRIGUES, 2010).

Diante disso, este estudo teve como objetivo realizar um levantamento florístico das briófitas na Serra de Bodopitá - PB, considerando seu potencial como bioindicadoras para avaliar o estado de conservação da região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Briófitas do Brasil

No ranking mundial, o Brasil se destaca como o líder entre os 27 países considerados megadiversos (GIAM *et al.*, 2010). O país abriga entre 63.456 e 73.956 espécies de plantas e fungos, o que representa de 15% a 17% da diversidade mundial desses organismos (LEWINSOHN e PRADO, 2005). Além disso, aproximadamente 56% dessas espécies são endêmicas, posicionando o Brasil como o país com a oitava maior taxa de endemismo do planeta (FORZZA *et al.*, 2010).

No Brasil as pesquisas florísticas no geral para plantas vasculares e avasculares se intensificaram no ano de 1996, quando foram realizadas várias coletas reunindo amostras de diversos grupos de plantas, incluindo as briófitas (PÔRTO, 1996).

Atualmente os registros de briófitas no Brasil estão depositados em Herbários de Universidades e também em herbários virtuais, sendo utilizados como banco de dados das pesquisas realizadas no país (REFLORA, 2020). Os estudos que mais fornecem embasamento acerca da brioflora brasileira são principalmente os trabalhos amplos, catálogos, checklists e inventários como os de Yano publicados entre os anos 1984 e 2017.

O Brasil tem uma representatividade de aproximadamente 10% de espécies de briófitas conhecidas mundialmente (REFLORA, 2020). Em relação aos estudos regionais, há uma concentração significativa de pesquisas no Sul e Sudeste do Brasil, resultando em uma rica agregação de dados que enriqueceram consideravelmente o conhecimento brioflorístico dessas regiões.

Na região Norte destaca-se a Floresta Amazônica, sendo um dos ecossistemas que mais são explorados em pesquisas com briófitas, por sua associação como habitat adequado para suas existências devido a umidade presente nesses ambientes (COSTA; LUIZI-PONZO, 2010).

No Brasil a Mata Atlântica é o domínio fitogeográfico que apresenta maior número de estudos de briófitas, isso é evidenciado, por exemplo, em trabalhos como o de Silva e Pôrto (2015) que atribuíram cerca de 26% das espécies do Brasil ao bioma da Mata Atlântica, através de uma lista de combinações de dados bibliográficos e informações de amostragens.

Grande parte da diversidade da Mata Atlântica é designada à Floresta Ombrófila, e este tipo de vegetação concentra 73% do total de espécies e 62% do endemismo encontrado neste bioma (COSTA, 2015).

A Mata Atlântica é um domínio fitogeográfico principalmente composto por um mosaico de vegetação fragmentada, onde se evidenciam os brejos de altitude que são porções dessa vegetação úmida localizadas fora da zona litorânea, formando unidades isoladas de Mata Atlântica com vegetação de semiárido ao redor. Os Brejos são estimados com a maior riqueza e diversidade de hepáticas por possuírem microambientes que fornecem ótimas condições para a sobrevivência deste grupo (PÔRTO *et al.* 2004; BATISTA *et al.*, 2018; MORENO, 2021).

Nos últimos anos pesquisas com briófitas vêm ganhando mais representatividade e se intensificando em diversos estados brasileiros, esses estudos são trabalhos de revisão, levantamento, fitogeografia, dados de mudanças de nomenclaturas, dentre outros, como por exemplo, a descrição de novas espécies que levam a compreensão da distribuição e diversidade da brioflora nas diferentes regiões (YANO, 2004).

Entre os trabalhos que contribuíram para o conhecimento das briófitas no Brasil, podemos citar Germano e Pôrto (1998) com briófitas epíxilas de uma área remanescente de Floresta Atlântica com foco na família Lejeuneaceae; Pôrto *et al.* (2004) com seu trabalho em brejos de altitude em Pernambuco, atrelando história atual, ecologia e conservação; Peralta e Yano (2006) com novas ocorrências para o estado de São Paulo; Costa *et al.* (2008) e Peralta *et al.* (2008) com novas ocorrências de briófitas nos estados brasileiros; Bordin e Yano (2009) com novas ocorrências de musgos para o Rio Grande do Sul; Bordin *et al.* (2011) com novas ocorrências de espécies de briófitas no Sul do Brasil, enfatizando a briodiversidade ainda pouco conhecida; e Silva e Germano (2013) com briófitas em afloramentos rochosos no bioma Caatinga em uma perspectiva conservacionista.

Dado o exposto é perceptível que as briófitas colonizam diversos ambientes e biomas diferentes no Brasil. Segundo Glime e Gradstein (2018) o fato das briófitas serem poiquilohídricas e a necessidade da água para dispersão dos esporos e reprodução sexuada, é o que favorece o seu maior estabelecimento em florestas tropicais úmidas.

Todavia essas plantas também colonizam ambientes xéricos, inclusive aqueles com baixo recurso hídrico, como por exemplo o bioma Caatinga, devido apresentarem adaptações para sobreviver e garantir o sucesso reprodutivo (SILVA e GERMANO, 2013; GLIME, 2017).

Os estudos na Caatinga são muito importantes, pois apesar do clima seco, existem evidências que demonstram o potencial do bioma como habitat para diversas briófitas, incluindo algumas espécies que são ameaçadas de extinção (GERMANO *et al.*, 2016).

2.2 Briófitas do Nordeste Brasileiro com Enfoque no Bioma Caatinga

A vegetação predominante no nordeste brasileiro é a caatinga, ocupando cerca de 90% desta região englobando os seus nove estados e o norte de Minas Gerais (IBGE, 2019).

O Nordeste foi pouco explorado pelos briólogos no decorrer da história, quando comparada a outros biomas, no entanto este cenário vem se modificando ao longo dos anos (GERMANO *et al.*, 2016). Por conta da sua reconhecida importância ecológica e econômica, pesquisadores locais estão impulsionando a execução de projetos científicos e pesquisas que vem gerando publicações recentes nas áreas de florística e sistemática de briófitas (TORRES, 2015; GERMANO *et al.*, 2016; SILVA, 2016; MORENO e GERMANO, 2021; SOUZA *et al.*, 2021).

Até o momento, 744 espécies de briófitas estão catalogadas no Nordeste, distribuídas entre 80 famílias e 225 gêneros (REFLORA, 2020). Especificamente, na Paraíba

contabilizam-se 189 espécies de briófitas, com 35 famílias e 85 gêneros (GERMANO *et al.*, 2016; MORENO e GERMANO 2021; SOUZA *et al.*, 2021). A Caatinga conta com 26 espécies catalogadas, 12 famílias e 16 gêneros (REFLORA, 2020).

O conhecimento da brioflora na região têm mostrado que esse grupo consegue se adaptar a diversos habitats e climas. Essas características adaptativas morfológicas e fisiológicas contribuem para a perpetuação das espécies, uma vez que desenvolveram mecanismos para resistir à desidratação e perda de água para o ambiente (GLIME, 2020).

Ao longo da evolução, percebe-se que briófitas desenvolveram estratégias morfológicas para captação e armazenamento de água, como por exemplo, filídios imbricados, filídios côncavos, presença de costa, papilas e mamilas, margem bordeada, células hialinas para reter água, proporcionando que as algumas briófitas consigam sobreviver a longos períodos de estiagem (GLIME, 2017).

Pontualmente, pode-se dizer que apesar dos estudos de briófitas na Caatinga serem ainda escassos, os trabalhos que foram e estão sendo desenvolvidos demonstram uma grande representatividade na diversidade do grupo, com produções científicas para os novos registros, o que vem a enriquecer o conhecimento da distribuição geográfica das briófitas no país (SILVA e GERMANO, 2013; GERMANO *et al.*, 2016; MORENO e GERMANO, 2021; SOUZA *et al.*, 2021).

Analisando o panorama atual percebe-se que as pesquisas na Caatinga estão contribuindo para o crescimento científico da biodiversidade no Brasil, incrementando os inventários da brioflora nordestina, e dessa forma se faz necessário que as pesquisas continuem avançando para que haja o entendimento das relações ecológicas e ambientais das briófitas na região Nordeste, bem como a identificação de novos registros.

2.3 Trabalhos Desenvolvidos na Serra de Bodopitá

Á caráter científico podemos citar alguns trabalhos desenvolvidos na Serra de Bodopitá sendo que grande parte deles são voltados para as áreas da arqueologia e geografia, como o estudo de Araújo (2019), Santos e Santos (2020), entre outros.

Poucos trabalhos de florística foram feitos na região, em destaque temos o trabalho de Oliveira *et al.* (2009) que se dedicou ao estudo da florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no cariri paraibano, neste estudo a primeira área avaliada foi a Serra de Bodopitá.

A Serra de Bodopitá é uma região que predomina grandes afloramentos rochosos graníticos, 13 sítios arqueológicos, estes apresentam vestígios de como foi a vida dos nossos antepassados, abrangendo principalmente pinturas rupestres que são consideradas umas das primeiras manifestações culturais e artísticas dos seres humanos (PENNACHIN, 2003).

A Serra possui vegetação do tipo subcaducifólia com espécies xerófitas típicas da Caatinga. Contudo, devido à altitude, verificam-se a algumas espécies características da mata úmida de Brejo. Nas regiões da Serra onde existem povoamentos pode se observar plantas domésticas, sejam elas exóticas ou nativas (RODRIGUES, 2010).

Até o momento nenhuma pesquisa foi desenvolvida ao que se trata de florística e aspectos ecológicos de briófitas na Serra de Bodopitá. Em contrapartida, o não investimento em pesquisas na serra se deve ao fato dela está sendo bastante utilizada para atividades antrópicas, que contribuem no acúmulo de lixo, afetando os microambientes tão necessários para a permanência das briófitas, principalmente as mais sensíveis a mudanças no ambiente.

Dado o exposto, é de extrema importância o desenvolvimento de estudos na Serra de Bodopitá, enfatizando o conhecimento da brioflora regional, considerando que o bioma caatinga é carente de conservação.

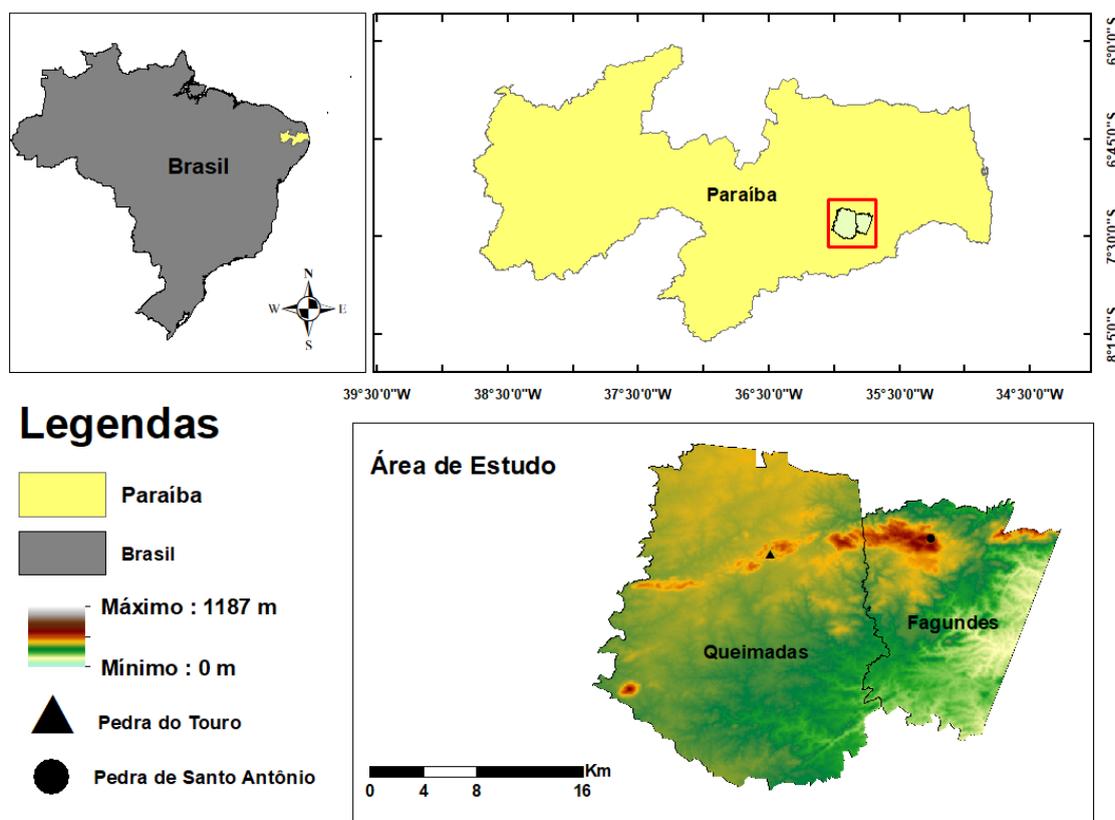
3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudo

A Serra de Bodopitá (coordenadas 7° 15' S e 35° 45' O) alonga-se continuamente por aproximadamente 45 km de extensão sentido leste-oeste entre os municípios de Queimadas e Fagundes na Paraíba e está sobre o Planalto da Borborema. Se estende entre 300 m e 1.200 m de altitude, e grande parte da área trata-se de um afloramento granítico que refere-se à composição mineral das rochas da Serra de Bodopitá, de origem pré-cambriana. A vegetação da Serra de Bodopitá é do tipo subcaducifólia com espécies xerófitas típicas da Caatinga (RODRIGUES, 2010).

O clima da região é semiárido, a estação chuvosa ocorre geralmente entre os meses de maio e agosto, fora esse período o índice de chuvas é muito baixo ou inexistente (LOPES, 2001).

Figura 1 - Mapa da Serra de Bodopitá entre as Cidades de Queimadas e Fagundes - Paraíba - Brasil, mostrando o gradiente altitudinal da Serra e dos pontos de amostragem (Pedra do Touro e Pedra do Santo Antônio).



Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Procedimentos de Campo

As coletas do material botânico foram realizadas em outubro de 2022 e março de 2023, utilizando o método de esforço de amostragem, coletando briófitas em todos os substratos em que forem avistadas no campo, fazendo a varredura do local, resultando em dois dias de exploração na Serra de Bodopitá, nos meses citados, com cerca de sete horas de varredura cada dia (FRAHM, 2001).

Foram investigados os substratos de relevância para as briófitas, dentre eles: solo, tronco vivo, tronco morto, rocha e folhas, no quais foram coletadas amostras de aproximadamente 10cm.

As briófitas foram coletadas com auxílio de facas para raspagem do substrato e depositadas em sacos de papel, além disso reuniram-se fotografias *in situ* e anotações dos microambientes onde estavam dispostas para averiguação das informações e reconhecimento das espécies (FRAHM, 2001).

3.3 Procedimentos de Laboratório

As amostras foram identificadas no Laboratório de Briófitas (LABRIO - UEPB), com a utilização de literaturas especializadas, tais como: Mägdefrau (1982), Bates (1998), Sharp *et al.* (1994), Gradstein *et al.* (2001), Bastos (2004), Buck (2009), Costa (2010), Bordin (2011), Yano *et al.* (2019). O sistema de classificação adotado foi o de Shaw e Goffinet (2009), com consulta a especialistas quando necessário.

A classificação das formas de vida segue Mägdefrau (1982), organizadas em três grupos com relação a dessecação: tolerante (tufo, coxim, dendróide), intermediária (trama, tapete, talosa) e vulnerável (flabelada e pendente) (BATES, 1998). Quanto às guildas de luz, as briófitas foram separadas nos seus grupos ecológicos relacionados, em generalistas, umbrófilos e fotófilas, seguindo as literaturas especializadas.

A classificação com relação à distribuição geográfica nacional, bem como o endemismo das espécies foi baseada no site do Re flora - Flora do Brasil (2020) - <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/>, e artigos científicos mais recentes. A metodologia de preservação e herborização das amostras foi empregada, usualmente, em briologia (YANO *et al.*, 1984). Todo o material testemunho está sendo depositado no Herbário HACAM – Manoel Arruda Câmara – Universidade Estadual de Paraíba.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Florística e Grupo Ecológico

Foram analisadas 189 amostras coletadas na Serra de Bodopitá, identificando-se 35 espécies (22 musgos e 13 hepáticas), 16 famílias e 22 gêneros (Tabela 1). Dentre as espécies registradas obtiveram-se 17 novos registros para a Paraíba, e dentre estes, dois novos registros para a região Nordeste. Esses resultados contribuem e vinculam novos conhecimentos para o Estado da Paraíba, que de acordo com Germano *et al.* (2016) é considerado um hotspot de briófitas no Brasil.

Esse número de espécies é muito representativo para a Caatinga, percebeu-se que a riqueza foi relativamente alta, bem como a quantidade de novos registros que foram bastante significativos para uma região seca.

Quando comparado com outros trabalhos a exemplo temos o trabalho de Silva e Germano (2013) em dois afloramentos no município de Puxinanã, na Paraíba, que obteve 21 espécies sendo 15 musgos, pertencentes a 11 gêneros dentro de oito famílias; e seis hepáticas, pertencentes a três gêneros dentro de três famílias. Com relação a este estudo a Serra de Bodopitá se mostrou mais diversa, apesar da similaridade dos locais por serem afloramentos rochosos.

Em contrapartida o estudo de Souza *et al.* (2021) em um fragmento de floresta sazonalmente seca no município de Lagoa Seca também na Paraíba, se assemelha nos resultados da Serra de Bodopitá, pois foram registradas neste estudo 36 espécies de briófitas, distribuídas em 19 musgos em 14 gêneros de 11 famílias e 17 hepáticas em quatro gêneros de três famílias. Nove espécies representaram novos registros para o estado da Paraíba, sendo uma delas também um novo registro para o Nordeste do Brasil.

Tabela 1 – Divisão, famílias e espécies de briófitas encontradas na Serra de Bodopitá, classificação das formas de vida, grupo ecológico e distribuição nacional.

Divisão/ Família/ Espécies	Forma de Vida	Grupo Ecológico	Distribuição Nacional
MARCHANTIOPHYTA			
Cephaloziellaceae Douin. (1/1)			
<i>Cylindrocolea rhizantha</i> (Mont.) R.M.Schust.	Trama	Umbrófila	AC, BA, ES, GO, PB, PE, RJ, SP.
Frullaniaceae Lorch. (1/4)			
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	Trama	Generalista	AM, PA, AC, BA, AL, MA, CE, PE, PB, SE, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, RS, SC.
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	Trama	Generalista	AC, AM, PA, RR, BH, CE, PB, PE, SE, DF, MT, GO, ES, MG, RJ, SP, PR, RS, SC.
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce.	Trama	Generalista	PA, BH, CE, PB, PE, SE, DF, GO, MS, MT, ES, MG, RJ, SP, PR, RS, SC.
* <i>Frullania platycalyx</i> Herzog.	Trama	Umbrófila	PA, PR, RJ, RS, SC, PI.
Lejeuneaceae Cavers. (4/6)			
* <i>Cheilolejeunea xanthocarpa</i> (Lehm. & Lindenb.) Malombe.	Trama	Umbrófila	CE, BA, ES, MG, SP.
* <i>Dibrachiella auberiana</i> (Mont.) X.Q. Shi, R.L. Zhu & Gradst.	Trama	Umbrófila	BA

<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees.	Trama	Generalista	AM, AC, RO, PA, TO, RR, BA, AL, MA, CE, PE, PB, SE, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, SC.
* <i>Lejeunea minutiloba</i> A. Evans.	Trama	Umbrófila	BA, MS, SP.
* <i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.	Trama	Generalista	AM, AC, PA, BA, AL, MA, RN, CE, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, SC, RS.
<i>Microlejeunea epiphylla</i> Bischl.	Trama	Generalista	PA, AP, TO, BA, AL, MA, CE, PE, PB, SE, MS, GO, MG, SP, ES, RJ.
Metzgeriaceae Raddi. (1/1)			
<i>Metzgeria ciliata</i> Raddi.	Talosa	Generalista	BA, PB, PE, MG, ES, RJ, SP, RS, PR, SC.
Plagiochilaceae (Joerg.) K.Müll. (1/1)			
<i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	Trama	Umbrófila	AM, AC, PA, AP, BA, AL, PB, PE, CE, MT, GO, MG, SP, ES, RJ, RS, SC, PR.
BRYOPHYTA			
Bartramiaceae Schwägr. (1/1)			
<i>Philonotis cernua</i> (Wilson) Griffin & W.R.Buck.	Tufo	Generalista	MA, CE, PE, SE, PB, GO, DF, MT, MG, ES, SP, RJ, RS, SC, PR.
Bryaceae Schwägr. (1/5)			

<i>*Bryum apiculatum</i> Schwägr.	Tufo	Generalista	RO, AM, CE, BA, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, PR.
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	Tufo	Generalista	TO, AM, BA, AL, PB, MA, PE, MG, ES, SP, RJ, RS, SC, PR, RR.
<i>*Bryum densifolium</i> Brid.	Tufo	Generalista	PE, BA, SE, MT, MG, ES, SP, RJ, RS, PR, SC.
<i>*Bryum dichotomum</i> Hedw.	Tufo	Generalista	PE, BA, RJ, MG, SP, RS, PR.
<i>*Bryum radiculosum</i> Brid.	Tufo	Umbrófila	ES, MG, PR, PE, RJ, RS, SC e SP.
Calymperaceae Kindb. (2/2)			
<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	Tufo	Generalista	AM, AP, PA, RO, RR, TO, AL, BA, MA, PB, PE, PI, RN, SE, GO, MS, MT, ES, MG, RJ, SP, PR.
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	Tufo	Generalista	AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, TO, RJ, RN, RO, RS, SE, SC, SP.
Dicranaceae Schimp. (1/2)			
<i>**Campylopus fragilis</i> (Brid.) Bruch & Schimp.	Tufo	Umbrófila	MG, RJ.
<i>*Campylopus savannarum</i> (Müll.Hal.) Mitt.	Tufo	Generalista	PA, AM, RR, RO, TO, CE, BA, PE, MA, SE, PI, MS, GO, MT, MG, ES, SP, RJ, PR.
Fabroniaceae Schimp. (1/2)			

<i>Fabronia ciliaris</i> (Brid.) Brid. subsp. ciliaris.	Trama	Generalista	AM, BA, AL, PB, CE, PE, SE, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, RS, SC.
---	-------	-------------	---

<i>Fabronia ciliaris</i> var. <i>polycarpa</i> (Hook.) W.R. Buck.	Trama	Generalista	AM, BA, AL, PB, CE, PE, SE, GO, DF, MT, MS, MG, ES, SP, RJ, PR, RS, SC.
---	-------	-------------	---

Fissidentaceae Schimp. (1/3)

* <i>Fissidens crispus</i> Mont.	Flabelado	Generalista	AM, RO, RR, TO, BA, CE, PE, DF, GO, MG, ES, MG, RJ, SP, PR, RS, SC.
----------------------------------	-----------	-------------	---

* <i>Fissidens leptophyllus</i> Mont.	Flabelado	Generalista	AC, AM, BA, MA, GO, MG, SP.
---------------------------------------	-----------	-------------	-----------------------------

** <i>Fissidens prionodes</i> Mont.	Flabelado	Umbrófila	AM, AC, RO, PA, RR, MT.
-------------------------------------	-----------	-----------	-------------------------

Helicophyllaceae Broth. (1/1)

<i>Helicophyllum torquatum</i> (Hook.) Brid.	Trama	Generalista	AM, PA, TO, AL, BH, CE, PB, PE, PI, GO, MS, MG, ES, MG, RJ, SP, PR, SC.
--	-------	-------------	---

Meteoriaceae Kindb. (1/1)

* <i>Meteorium nigrescens</i> (Hedw.) Dozy & Molk.	Pendente	Umbrófila	PA, BA, PE, DF, GO, MS, MG, ES, RJ, SP, RS, SC.
--	----------	-----------	---

Pottiaceae Schimp. (2/2)

* <i>Weissia controversa</i> Hedw.	Tufo	Generalista	TO, BA, MA, PE, GO, ES, MG, RJ, SP, PR, RS, SC.
------------------------------------	------	-------------	---

* <i>Plaubelia sprengelii</i> (Schwägr.) R.H.Zander.	Tufo	Generalista	AM, RR, AC, BA, MA, PE, MT, GO, MG, RJ, SP.
--	------	-------------	---

Sematophyllaceae Broth.(2/2)

<i>Brittonodoxa subpinnata</i> (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva.	Tapete	Generalista	AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP, TO.
---	--------	-------------	---

<i>Microcalpe subsimplex</i> (Hedw.) W.R. Buck.	Tapete	Generalista	AC, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO.
---	--------	-------------	---

Stereophyllaceae W.R.Buck & Ireland. (1/1)

<i>Entodontopsis leucostega</i> (Brid.) W.R.Buck & Ireland.	Trama	Generalista	AC, AM, PA, RO, RR, TO, BA, CE, MA, PB, PE, PI, DF, GO, MT, MS, MG, RJ, SP.
---	-------	-------------	---

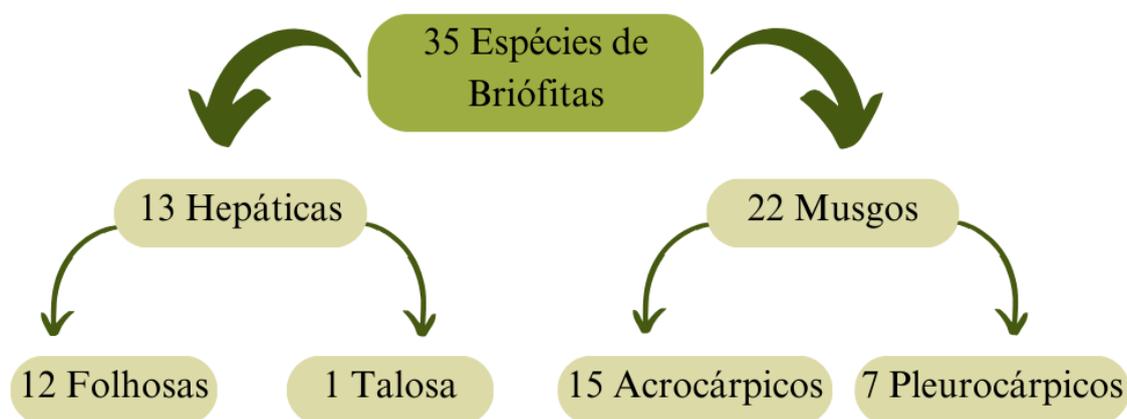
‘*’ Para novas ocorrências para o estado da Paraíba, e ‘***’ Para novas ocorrências na região Nordeste. O primeiro número entre parênteses indica a quantidade de gêneros e o segundo o número de espécies.

Fonte: elaborado pela autora.

Dentre os musgos identificados, sete são pleurocárpicos e 15 acrocárpicos, enquanto 13 foram hepáticas, sendo 12 folhosas e uma talosa (Figura 2). Essa leve discrepância entre os grupos acontece porque em ambientes secos já se é estimado a predominância de musgos sobre hepáticas pois eles possuem mais mecanismos morfofisiológicos adaptados para tolerar a dessecação (GLIME, 2020).

No que diz respeito aos tipos de crescimento em musgos, La Farge-England (1996) comenta que os musgos acrocárpicos são definidos pela produção do periquécio no ápice do ramo principal do gametófito, já nos pleurocárpicos esse crescimento ocorre a partir do periquécio terminal em ramos laterais.

Figura 2 – Fluxograma das formas de crescimento observadas nas espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá - PB.



Fonte: elaborado pela autora.

A maioria das espécies de musgos da Caatinga são acrocárpicas pois esse tipo de crescimento diminui a superfície de contato com a alta incidência de raios ultravioletas, favorecendo adaptações morfológicas que retardam a perda de água, para que venham a sobreviver em ambientes xéricos (GRADSTEIN, 2001; GLIME, 2020) (Figura 2). Este padrão brioflorístico que predomina a acrocarpia dentre os musgos foi relatado em estudos como o de Silva e Germano (2013) e Silva *et al.* (2014) com afloramentos rochosos na Caatinga.

Na Serra de Bodopitá foram registradas 25 espécies generalistas com uma ampla distribuição nacional, sendo elas 18 musgos e 7 hepáticas (Tabela 1). Espécies generalistas desenvolveram diversas adaptações e são resilientes a fatores climáticos e por isso possuem uma ampla distribuição, sobrevivendo tanto em lugares mais frios como em regiões quentes onde a exposição a luz é mais intensa e os recursos hídricos são escassos (GLIME, 2017).

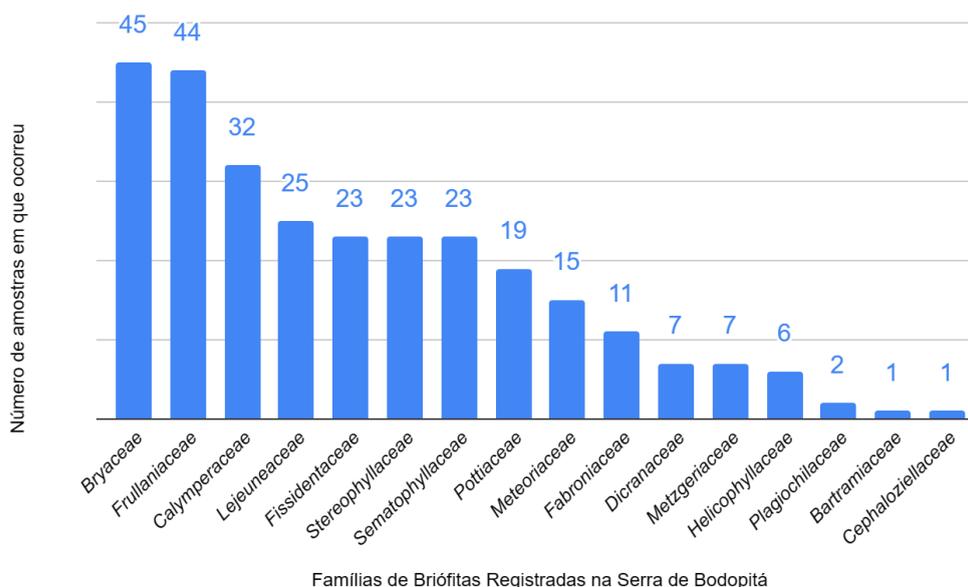
Destaca-se entre as espécies generalistas da Serra de Bodopitá o *Bryum argenteum* para musgos, que possui filídios imbricados e adaptações que lhe fornece uma boa distribuição em áreas xéricas e a *Frullania riojaneirensis* para hepáticas, com seus gametófitos robustos, coloração avermelhada ou amarronzada e lóbulos sacados, ambas características lhes confere maior resistência a dessecação (GLIME, 2017).

Além disso, houve o registro significativo de 10 espécies umbrófilas com seis hepáticas e quatro musgos, sendo a mais frequente para hepáticas a *Frullania platycalyx*, e para musgos o *Bryum radiculosum* que são espécies típicas de ambientes úmidos e sombreados, agora reportadas como novos registros para o estado da Paraíba. Esses novos registros de briófitas adaptadas à sombra ocorrendo em ambiente de caatinga podem estar atrelados às guildas de luz formadas pelas grandes rochas e pela vegetação que está inserida em um gradiente altitudinal, culminando na sobrevivência de espécies de ambientes úmidos.

A família Bryaceae teve o maior índice de frequência absoluta, ocorrendo em 45 das 189 amostras analisadas (Figura 3), essa família é marcada por representantes acrocárpicos que crescem eretos, caulídios individuais, ramificados ou conectados por estolões, seus

filídios uniformemente dispostos ou agrupados em tufos espiraladamente, comumente formando rosetas, costa simples e peristômio duplo (normalmente com 16 dentes) (GRADSTEIN *et al.*, 2001).

Figura 3 – Gráfico da frequência absoluta das famílias de briófitas registradas na Serra de Bodopitá – PB.

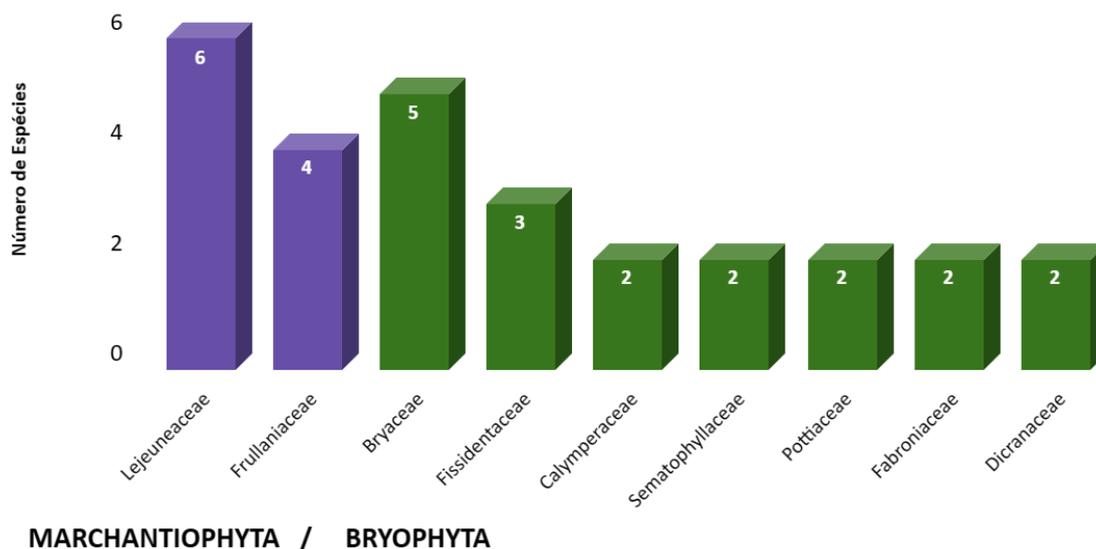


Fonte: elaborado pela autora.

Esta mesma família apresentou o maior índice de riqueza específica (Figura 4) dentre os musgos, com um total de cinco espécies: *B. argenteum*, *B. densifolium*, *B. radiculosum*, *B. dichotomum* e *B. apiculatum*. O musgo de maior frequência relativa desta família foi *Bryum argenteum* (com 43%) (Figura 5), que é caracterizado principalmente por possuir tufos densos verde esbranquiçados, fortemente imbricados.

O *Bryum argenteum* possui características morfológicas que favorecem o sucesso reprodutivo e permanência dessa espécie generalista em ambientes secos como a Caatinga, por apresentar adaptações para retenção de água, além da diminuição da superfície foliar sobre a incidência solar e ocasionar reflectância dos raios ultravioletas através das células hialinas no ápice dos filídios que conferem à espécie uma aparência esbranquiçada (GLIME, 2017).

Figura 4 - Gráfico da riqueza específica das famílias de briófitas (acima de uma espécie) registradas na Serra de Bodopitá – PB.



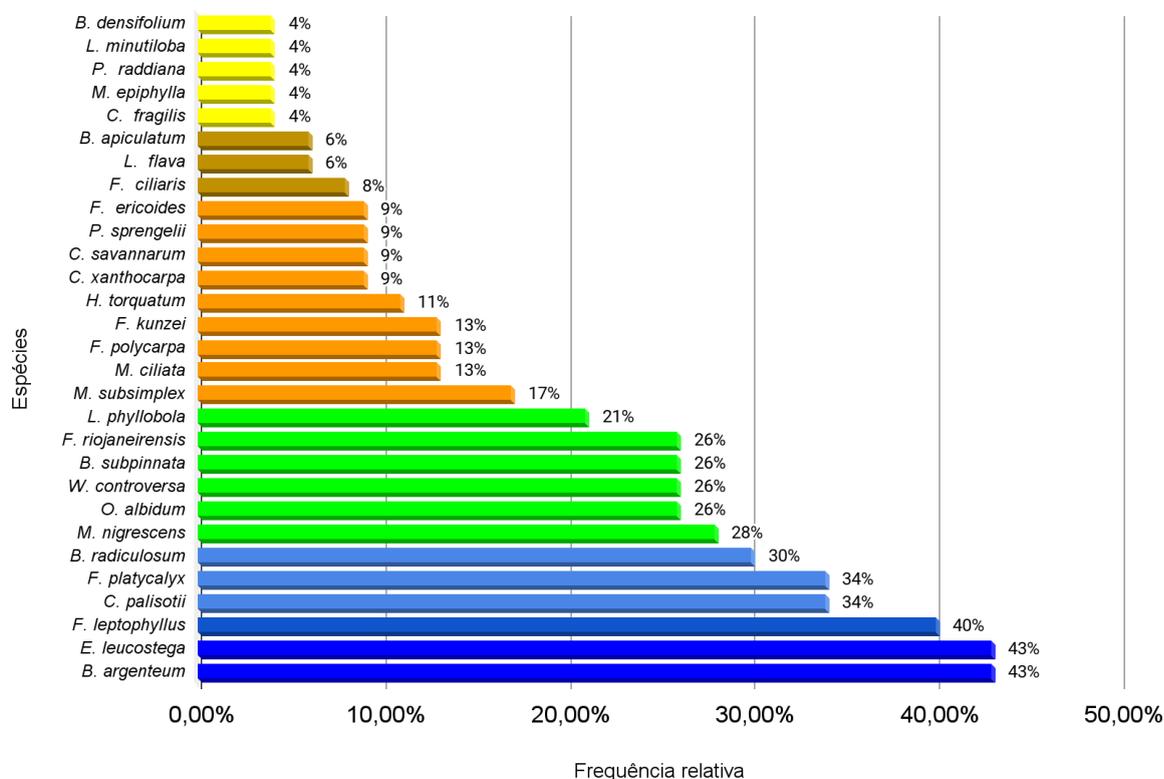
Fonte: elaborado pela autora.

A família Lejeuneaceae teve uma frequência significativa, ocorrendo em 25 amostras do total (Figura 3). Esta família demonstrou grande importância nesse estudo por ser a família com maior índice de riqueza específica, com seis espécies (Figura 4). Os representantes desta família são típicos de ambientes úmidos, todavia as espécies *L. phyllobola*, *L. minutiloba*, *C. xanthocarpa*, *D. auberiana*, *L. flava*, *M. epiphylla*, foram encontradas na Serra de Bodopitá e isso é um achado para o estado da Paraíba, tendo em vista que as quatro primeiras espécies citadas são novas ocorrências para o estado (Tabela 1).

Lejeuneaceae faz parte de um grupo essencialmente tropical e subtropical, sendo a maior família de hepáticas, com cerca de 90 gêneros e 1500 espécies descritas (GRADSTEIN, 2013; HEINRICHS *et al.*, 2014). Sua grande variedade morfológica abrange diversos conceitos taxonômicos, o que as fazem colonizar diversos Domínios Fitogeográficos Brasileiros como a Amazônia, Floresta Atlântica, Cerrado, Campos Sulinos e também a Caatinga (FIASCHI e PIRANI, 2009).

A maioria das espécies de Lejeuneaceae apresentou uma frequência relativa entre 4% e 6% (Figura 5), indicando uma baixa distribuição na Serra de Bodopitá. No entanto, a espécie *L. phyllobola* atingiu 21% da frequência relativa (Figura 5), contribuindo para que junto às outras espécies citadas houvesse uma maior distribuição desta família de hepáticas na Serra. Esta espécie é generalista, e pode apresentar diversas adaptações morfológicas que favorecem o seu sucesso em colonizar diversos ambientes, como a reprodução vegetativa caracterizada por filídios caducos, com gemas originando-se da margem dos filídios (REFLORA, 2020).

Figura 5 - Gráfico da frequência relativa, acima de 3%, das espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá – PB



Fonte: elaborado pela autora.

A família Frullaniaceae foi a segunda mais frequente dentre as amostras, ocorrendo em 44 das 189 analisadas (Figura 3). E em termos de riqueza específica com quatro espécies, ficando logo atrás da família Lejeuneaceae que foi a mais rica neste estudo (Figura 4). Nesta família, destacou-se *F. platycalyx* que teve maior frequência relativa dentre as hepáticas com 34% de representabilidade (Figura 5).

Os membros de Frullaniaceae são marcados por possuírem gametófitos robustos, de tonalidade escura, podendo ser amarronzados, avermelhados ou verde escuro, essas cores auxiliam na proteção contra os raios solares, ajudando a inibir ou retardar a dessecação em ambientes quentes como a Caatinga nordestina (GLIME, 2017).

Todavia a *F. platycalyx* é uma espécie especialista de ambientes úmidos, distinguida especialmente pela presença predominante de lóbulos laminares (SHARP, 1994). Ela possui oleocorpos dentro das suas células, característica funcional que configura como uma adaptação à radiação solar e à dessecação, sugerindo resistência a condições de estresse, como as condições ambientais de ambientes xéricos (BATISTA, 2018).

A *F. platycalyx* foi recentemente acrescentada a composição brioflorística do Parque Nacional das Sete Cidades em Piauí (NASCIMENTO *et al.*, 2020). Estudos como este retratam a importância das pesquisas brioflorísticas na região nordeste, pois contribuem no conhecimento acerca da nossa biodiversidade, incluindo o registro de novas espécies antes não atreladas à região semiárida do país.

Outra família em destaque é a Calymperaceae que ocorreu em 32 amostras, cujos representantes *O. albidum* e *C. palisotti* são generalistas. *Calymperes palisotti* foi a única a

apresentar reprodução vegetativa (gemas) nos ápices dos filídios. De acordo com Maciel *et al.* (2015) as gemas por serem brotos vegetativos são ótimas alternativas de dispersão a curta distância, sendo consideradas estruturas determinantes para que haja a perpetuação de espécies como *Calymperes palisotti* que sobrevive em ambientes secos.

As demais famílias registradas também são de grande importância ecológica para a região, como por exemplo temos a família Fissidentaceae presente em 23 amostras (Figura 3) com riqueza de três espécies (Figura 4) - *F. leptophyllus*, *F. crispus* e *F. prionodes*, sendo as duas primeiras generalistas e a última umbrófila (Tabela 1).

A família Fissidentaceae é composta por musgos acrocárpicos com aproximadamente 500 espécies distribuídas mundialmente e 94 espécies no Neotrópico, das quais 62% são endêmicas (PURSELL, 2007; BORDIN *et al.*, 2020). No Brasil a família ocorre em todos os biomas (BORDIN e YANO, 2013).

No território brasileiro, existem 65 espécies da família Fissidentaceae, sendo seis espécies endêmicas do Brasil (REFLORA, 2020). De acordo com Pursell (2007) e Bordin (2011), essa é uma família monotípica caracterizada pelos filídios dísticos, complanados, organizados em lâminas dorsal, ventral e vaginante, com ou sem limbídio.

Os musgos da família Fissidentaceae são comuns na Caatinga pois habitualmente vivem como terrestres e sobrevivem bem em ambientes xéricos pois possuem mecanismos para diminuição da perda de água como a presença da lâmina vaginante que forma uma espécie de bolsa (BORDIN, 2011). A espécie *F. leptophyllus* apresentou uma frequência relativa de 40%, podendo ser explicada pela presença de ilhas de solo nas rochas, formando um ambiente propício à sobrevivência dessas espécies na região.

Observou-se que os fatores ambientais podem ter afetado a composição das espécies de briófitas da Serra de Bodopitá, pois embora a vegetação seja predominantemente de espécies típicas da caatinga os índices altitudinais da serra conferem a algumas espécies vegetais características de mata úmida de Brejo.

O lado leste da serra, onde se localiza a Pedra do Santo Antônio (Fagundes), tem o clima quente-úmido, e durante a coleta houveram registros de altitude entre 615m a 724m, conferindo-lhe maior umidade, quando comparado ao lado oeste, onde fica localizada a Pedra do Touro (Queimadas) que tem a predominância de espécies vegetais xerófitas, com registros de altitudes entre 368m a 583m, conferidos em campo.

A análise do material botânico indicou que grande parte das espécies de briófitas especialistas em ambientes sombreados e úmidos da família Lejeuneaceae foram encontradas do lado leste da Serra de Bodopitá, com exceção da *L. minutiloba* que foi encontrada somente do lado oeste. Em contrapartida na Pedra do Touro (lado oeste) que tem um ambiente mais seco, houve maior predominância da família Frullaniaceae com espécies adaptadas a alta incidência luminosa.

Estudos semelhantes indicam que as briófitas podem apresentar diferentes composições florísticas associadas ao determinismo ambiental, como gradientes altitudinais e horizontais (FRAHM e GRADSTEIN 1991; SILVA e GERMANO, 2013; SANTOS *et al.*, 2014; AMORIM *et al.*, 2017).

Dessa forma os resultados obtidos apontam que embora a composição da vegetação da Serra de Bodopitá seja típica da Caatinga os fatores ambientais como a altitude, podem propiciar a formação de microambientes que a depender do estado de conservação da área, abrigam algumas espécies especialistas de sombra.

4.2 Novos registros de briófitas para a região Nordeste e estado da Paraíba

Foram encontrados 17 novos registros para o estado da Paraíba, e dentre estas, dois novos registros para a região nordeste na Serra de Bodopitá (Tabela 1). Esses novos registros transmitem a importância de que ocorram mais estudos brioflorísticos em áreas pertencentes ao bioma Caatinga, pois contribuem para o conhecimento da flora nordestina e retratam a necessidade de conservação nesse domínio fitogeográfico. Confira abaixo as figuras e comentários sobre o material examinado.

4.2.1 Novos registros para a Paraíba

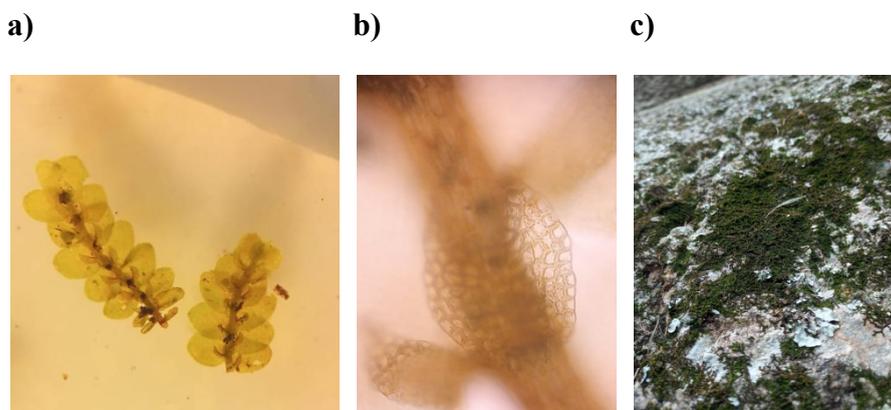
MARCHANTIOPHYTA

Frullaniaceae Lorch.

Nome da espécie: *Frullania platycalyx* Herzog.

Comentários: Gametófito com crescimento prostrado, planta verde claro, presença apenas de lóbulos laminares, lobos firmes, margem inteira, anfigastros bífidos, distantes, plano, 1,5 a 3 vezes mais largos que o caulídio, sinus pequeno ($<45^\circ$), ocelos ausentes.

Figura 6 - Fotografias da espécie *F. platycalyx* (Serra de Bodopitá - PB) - **a)** Gametófito com presença de lóbulos laminares; **b)** Anfigastro; **c)** Crescendo sobre rocha (crescimento prostrado).



Fonte: elaborado pela autora.

Lejeuneaceae Cavers.

Nome da espécie: *Cheilolejeunea xanthocarpa* (Lehm. & Lindenb.) Malombe.

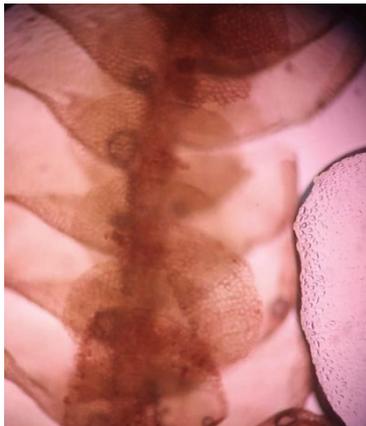
Comentários: Filídios imbricados, patentes; lobo ovalado, trigônios grandes, espessamentos intermediários nodulosos; oleocorpos não observados; ocelos ausentes; lóbulo grande, retangular, margem livre involuta ou plana, segundo dente curto, primeiro dente não desenvolvido, papila hialina distal ao segundo dente. Anfigastros inteiros e grandes.

Figura 7 - Fotografias da espécie *C. xanthocarpa* (Serra de Bodopitá - PB) **a)** Gametófito vista ventral (observar dente do lóbulo); **b)** Anfigastro inteiro; **c)** Gametófito vista ventral.

a)



b)



c)



Fonte: elaborado pela autora.

Nome da espécie: *Dibrachiella auberiana* (Mont.) X.Q. Shi, R.L. Zhu & Gradst.

Comentários: Filídios patentes, imbricados; lobo ovalado, trigônios grandes, radiados a confluentes, espessamentos intermediários nodulosos; oleocorpos não observados; ocelos ausentes; lóbulo ovalado a ovalado-retangular, margem livre fracamente involuta a plana, dois dentes. Papila hialina situada no sinus entre os dois dentes; lóbulos reduzidos frequentes. Anfigastros inteiros.

Figura 8 - Fotografias da espécie *D. auberiana* da Serra de Bodopitá - PB **a)** Gametófito vista ventral (sendo possível observar o anfigastro inteiro); **b)** Gametófito vista ventral (sendo possível observar o lóbulo e lobo).

a)



b)



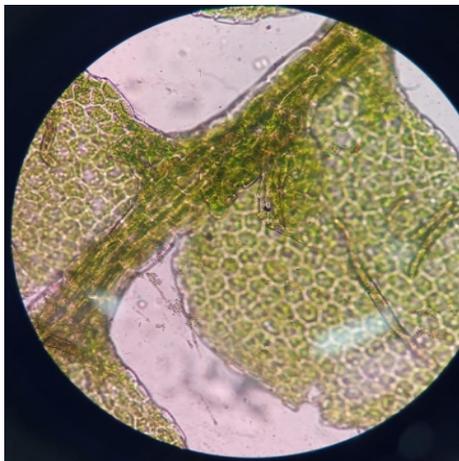
Fonte: elaborado pela autora.

Nome da espécie: *Lejeunea minutiloba* A. Evans.

Comentários: Plantas com 1,0-1,2 mm de largura, Filídios contíguos a distanciados, lobo ovalado a assimetricamente ovalado, paredes delgadas, trigônios pequenos a inconspícuos, oleocorpos não observados; ocelos ausentes; lóbulo predominantemente reduzido, retangular ou representado por poucas células, margem livre fracamente involuta, dente apical curto, arredondado. Anfigastros pequenos, distanciados, sinus agudo.

Figura 9 - Fotografias da espécie *L. minutiloba* da Serra de Bodopitá - PB **a)** Gametófito vista ventral (sendo possível observar células do lobo, trigônios, anfigastro e lóbulo reduzido); **b)** Anfigastro pequeno e bífido; **c)** Gametófito vista ventral.

a)



b)



c)



Fonte: elaborado pela autora.

Nome da espécie: *Lejeunea phyllobola* Nees & Mont.

Comentários: Gametófitos pequenos, verde-pálidos a verde-amarelados. Filídios patentes, a levemente ereto-patentes, imbricados a contíguos; lobo ovalado a oblongo-ovalado. Trigônios pequenos, oleocorpos não observados; ocelos ausentes; lóbulo ovalado, inflado, dente apical oblongo a obtuso, papila hialina na base proximal do dente apical. Anfigastros ovalados a orbiculares, margem levemente crenulada, sinus agudo.

Figura 10 - Fotografias da espécie *L. phyllobola* Serra de Bodopitá - PB **a)** Gametófito vista ventral com Perianto; **b)** Gametófito com filídios caducos; **c)** Lóbulo reduzido; **d)** Gametófito vista ventral (sendo possível observar os lóbulos).

a)



b)



c)



d)



Fonte: elaborado pela autora.

BRYOPHYTA

Bryaceae Schwägr.

Nome da espécie: *Bryum apiculatum* Schwägr.

Comentários: Gametófitos imbricados a laxos com filídios eretos, naviculares e lanceolados, margem indiferenciada, base avermelhada, células apicais longo hexagonais a fusiformes, células basais abruptamente mais largas e retangulares, células alares quadráticas e costa forte e percurrente a curto excurrente.

Nome da espécie: *Bryum densifolium* Brid.

Comentários: Plantas grandes a robustas, verdes a verde-amareladas, filídios laxos, flexuosos e contorcidos quando secos. Filídios oblongos, lanceolados a elípticos, ápice mucronado, margem diferenciada em 2-5 fileiras de células alongadas, fortemente serreada no ápice, costa forte, curto-excurrente, células apicais estreito rombóide-hexagonais a fusiformes, células basais retangulares.

Nome da espécie: *Bryum dichotomum* Hedw.

Comentários: Plantas pequenas, verde-amareladas, filídios adpressos a levemente imbricados e eretos quando secos, lanceolados a oval-lanceolados, margem inteira, indiferenciada, plana ou reflexa na base, ápice acuminado, células com paredes espessas em toda a extensão com o lúmen irregular, células apicais estreito rombóides, células basais sub quadráticas a quadráticas, com paredes firmes, costa forte e curto excurrente.

Nome da espécie: *Bryum radiculosum* Brid.

Comentários: Plantas de tamanho médio, verde-amareladas, levemente pálidas avermelhadas a castanho-avermelhadas, não brilhantes, em tufos soltos ou densos. Caules eretos, folhas imbricadas quando secas, ligeiramente torcidas, eretas quando úmidas, lanceoladas, ovaladas-lanceoladas ou cordadas; margens inteiras ou serruladas acima, costa percurrente ou curto excurrente.

Dicranaceae Schimp.

Nome da espécie: *Campylopus savannarum* (Müll.Hal.) Mitt.

Comentários: Plantas grandes, formando tufos densos, verde escuro, amarelados ou enegrecidos. Filídios uniformemente distribuídos pelo caulídio, não verticilados, imbricados, subulado a partir de uma base ovada a lanceolada, ápice longo acuminado, ápice hialino; margens incurvadas, costa percurrente, células da lâmina quadrangulares, não porosas; basais concolores, não porosas.

Fissidentaceae Schimp.

Nome da espécie: *Fissidens crispus* Mont.

Comentários: Gametófitos médios a grandes, verde-amarelados. Filídios crispados quando secos, contíguos a distantes, oblongo-lanceolados; ápice agudo; margem inteira, denteada no ápice; limbídio em todo o filídio, 1–3 células, chegando a 5 células na base da lâmina

vaginante, costa percurrente, excurrente ou até 2–3 células abaixo do ápice; lâmina vaginante geralmente $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$ do filídio.

Nome da espécie: *Fissidens leptophyllus* Mont.

Comentários: Gametófitos pequenos a médios, verde-amarelados, filídios oblongo-ovalados, largos, com ápice amplamente agudo, costa até 2–4 células abaixo do ápice, células unipapilosas e limbídio na lâmina vaginante de todos os filídios. Variação no tamanho do limbídio, o qual pode ocupar $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{2}$ ou menos da lâmina vaginante da maioria dos filídios.

Meteoriaceae Kindb.

Nome da espécie: *Meteorium nigrescens* (Hedw.) Dozy & Molk.

Comentários: Morfologia bastante variável. Caracteriza-se pelos ramos atenuados, usualmente enegrecidos, filídios imbricados a eretos, triangulares, 1,1-1,6 mm compr., de ápice agudo a acuminado, nunca hialino, base longo decurrente, região alar diferenciada; células medianas romboidais.

Pottiaceae Schimp.

Nome da espécie: *Weissia controversa* Hedw.

Comentários: Plantas pequenas, verdes acima, castanho-claras abaixo. Filídios longo lanceolado a oblongo-lanceolado, margens curvadas, costa com células epidérmicas quadradas e papilose na superfície ventral, alongadas e papilose no dorso; células superiores em fileiras longitudinais, subquadradas a hexagonais.

Nome da espécie: *Plaubelia sprengelii* (Schwägr.) R.H.Zander.

Comentários: Folhas espatuladas, margens inteiras, ápice amplamente agudo a arredondado-obtuso; células basais não diferenciadas ou ocasionalmente como um pequeno grupo mediano de células curtas oblongas-retangulares, hialinas a amareladas em toda a inserção.

4.2.2 Novos registros para a Paraíba e região Nordeste:

Dicranaceae Schimp.

Nome da espécie: *Campylopus fragilis* (Brid.) Bruch & Schimp.

Comentários: Plantas grandes, formando tufo densos, verde claro a amarelados. Filídios uniformemente distribuídos pelo caulídio, não verticilados, imbricados, subulado a partir de uma base ovada a lanceolada, ápice longo acuminado, ápice concolor; costa percurrente, células da lâmina longo retangulares, oblíquas, não porosas; basais hialinas, não porosas.

Fissidentaceae Schimp.

Nome da espécie: *Fissidens prionodes* Mont.

Comentários: Gametófitos pequenos a médios, filídios elimbados, linear-lanceolados, ápice agudo, costa excurrente, células arredondadas a hexagonais, irregulares, infladas, unipilosas, margem crenulada e esporófito terminal, no ramo principal.

5 - FORMAS DE VIDA E GRUPOS BRIOCENOLÓGICOS

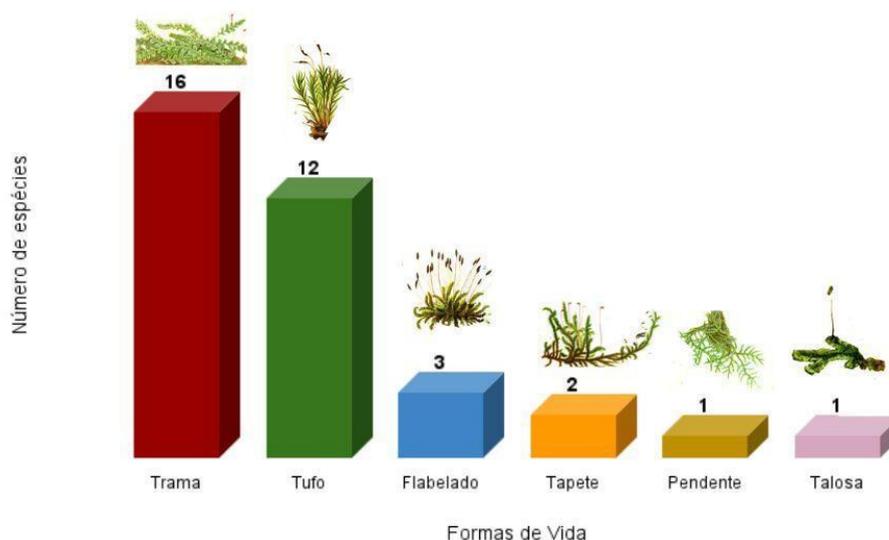
No que tange às formas de vida encontradas, a trama que é uma forma de vida considerada intermediária na resistência à dessecação, teve o maior número de registros (Figura 11), presente em 16 das 35 espécies, isso porque a maioria das espécies aderentes a esta forma de vida eram hepáticas adaptadas ao sol.

Alguns musgos presentes neste estudo também se encaixam nessa categoria (trama) como o *Entodontopsis leucostega* que teve uma representatividade de 43% sendo uma das espécies com maior frequência relativa (Figura 5), esta espécie possui filídios côncavos que servem para o armazenamento de água (PROCTOR, 2008). E *Helicophyllum torquatum* que possui filídios altamente enrolados quando secos, dificultando também a perda de água para o ambiente.

Sabe-se que as formas de vida são indicativas das circunstâncias ambientais, devido às condições dos microambientes em questões de grande incidência luminosa e disponibilidade hídrica ligadas à umidade que é um fator determinante para a composição das espécies que tendem a se adaptar em busca da redução da perda de água para o ambiente (MÄGDEFRAU, 1982; PROCTOR, 2008).

O tufo foi a segunda forma de vida mais ocorrente (12 sp.) (Figura 11). Por ser uma área de caatinga é esperado que essa forma de vida seja bem distribuída pois ela é tolerante à dessecação, reduz a superfície de contato da planta com a luz solar que reflete inicialmente nos ramos apicais dos musgos, e por seus filídios possuírem simetria radial e frequentemente serem inseridos no caulídio espiraladamente ocorre o autosombreamento, que protege os filídios mais próximos à base (MÄGDEFRAU, 1982; GLIME, 2017).

Figura 11 – Gráfico das formas de vida encontradas nas espécies de briófitas da Serra de Bodopitá – PB.



Fonte: elaborado pela autora.

Em suma, a forma de vida trama teve maior ocorrência do que os tufos nesta área de Caatinga, e apesar de não ser um resultado comum para este bioma, isso pode ser uma característica da estratégia de sobrevivência das espécies para áreas de afloramentos rochosos, pois os rizóides dispostos no decorrer do caulídio auxiliam as briófitas a se fixar com mais eficiência nas superfícies das rochas que estão muitas vezes susceptíveis ao vento, exposição solar, e às vezes a chuva, que são fatores ambientais que podem deslocar a planta de seu substrato ideal.

Os resultados apontam que a grande distribuição de espécies que vivem em trama na Caatinga obtém sucesso devido às adaptações de resistência ao sol, tendo como principal característica a coloração escura e filídios imbricados, que permitem que as briófitas sobrevivam a longos períodos de exposição luminosa intensa (GLIME, 2017). Além disso, deve-se levar em consideração que apesar da Caatinga prevalecer o clima quente, a Serra de Bodopitá apresenta um fator relevante que é o gradiente altitudinal, que pode favorecer o desenvolvimento de certas espécies de briófitas antes não identificadas para a Paraíba.

As briófitas diferentemente das outras plantas, absorvem água e nutrientes pelos filídios e não pelas raízes (no caso dos outros grupos de plantas), que nas plantas avasculares são chamados de rizóides, essa característica confere as briófitas a capacidade de absorver água do orvalho e da atmosfera do ambiente ao seu redor, principalmente durante a noite, por isso mesmo com a escassez de água e grande incidência de luz durante o dia, se a área tiver boas condições de umidade elas conseguem se hidratar para manter seu metabolismo mesmo em ambientes xéricos como a Serra de Bodopitá (GLIME, 2017).

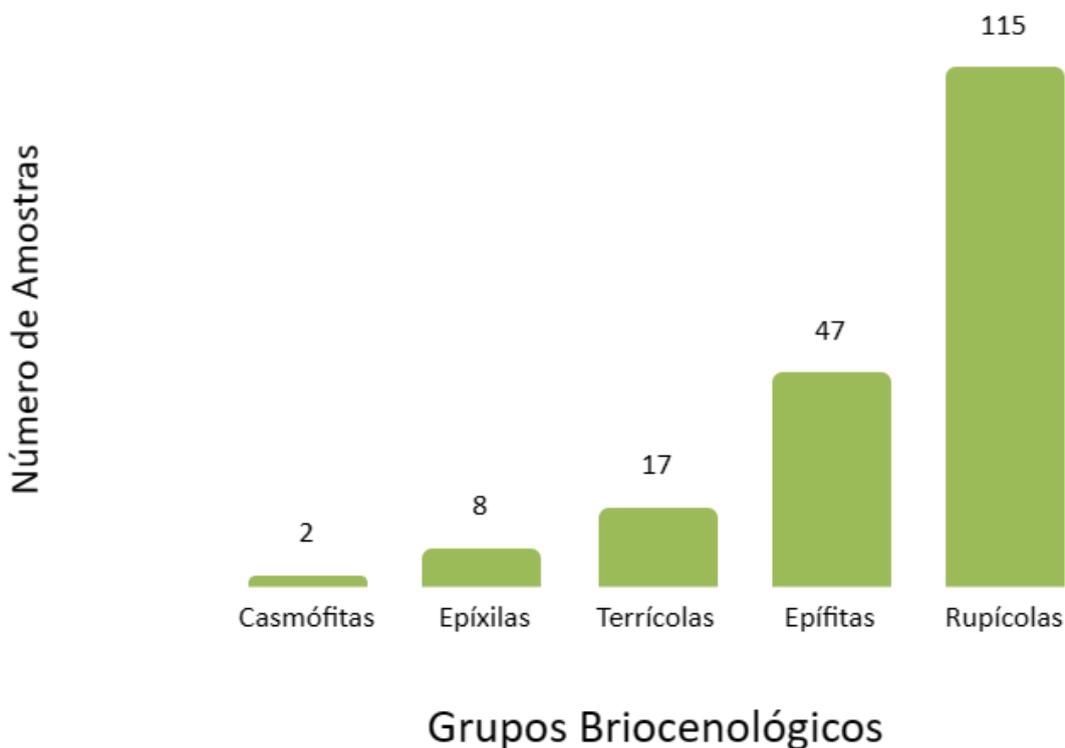
Em estudos semelhantes feitos em florestas tropicais de várzea, descreveram que as formas de vida denominadas tufo, tapete e trama, prevalecem em ambientes abertos com

bastante intensidade de raios solares e alta umidade no ar (MONTEFORT e EK, 1990; COSTA, 1999).

Em seu estudo sobre um fragmento de floresta tropical sazonalmente seca, Souza *et al.* (2021) reuniu resultados semelhantes, pois as tramas foram as formas de vida mais registradas, mesmo sendo consideradas intermediárias em relação à tolerância à luz solar, associadas como formas de vida perenes, que absorve grandes quantidades de água da chuva por ação capilar.

Além disso, na Serra de Bodopitá as rupícolas foram o grupo briocenológico de maior ocorrência dentre as amostras coletadas, totalizando 105 amostras de um total de 189 (Figura 12).

Figura 12 – Gráfico dos grupos briocenológicos das espécies de briófitas registradas na Serra de Bodopitá – PB.



Fonte: elaborado pela autora.

Os grupos briocenológicos subsequentes foram epífitas (47 amostras), terrícolas (17), epíxilas (8) e casmófitas (2) (Figura 12), que para a região são de menor usabilidade pela brioflora pois a área tem grande incidência de rochas.

Essa pouca colonização em troncos de árvores da Caatinga se dá pelo fato de que várias briófitas possuem especificidades quando se trata da espessura e rugosidade dos troncos das árvores, preferindo se fixar em troncos que acumulem água (retendo a umidade), sais minerais e nutrientes, numa relação simbiótica (GLIME, 2017). E essas características não conferem a maioria dos troncos das árvores pertencentes ao bioma Caatinga.

6 - OBSERVAÇÕES ENCONTRADAS NAS AMOSTRAS DA SERRA DE BODOPITÁ - PB

A Serra de Bodopitá - PB vem sendo bastante utilizada para atividades antrópicas, que podem vir a acumular lixo, e afetar os microambientes tão necessários para a permanência das briófitas, principalmente as mais sensíveis a mudanças no ambiente.

Em grande parte das amostras foram encontrados microplásticos entre os filídios e isso indica que a brioflora da Serra divide espaço com a poluição de materiais de difícil degradação (Figura 13).

Figura 13 - Fotografia de microplásticos encontrados nas amostras de Briófitas da Serra de Bodopitá - PB.



Fonte: elaborado pela autora.

Para as briófitas, as perturbações antrópicas desencadeiam um efeito negativo sobre a riqueza, a diversidade de espécies e os grupos funcionais, principalmente devido à perda de integridade ambiental (TAVARES *et al.*, 2014; PEÑALOZA-BOJACÁ *et al.*, 2017).

Nas amostras também foi observado a presença de alguns invertebrados, como moluscos e vermes, que demonstram interação ecológica entre outros grupos de seres vivos e as briófitas. Fator esse que torna a conservação das briófitas ainda mais importante, para proteger os organismos que as utilizam como abrigo para depositar ovos ou se esconderem de predadores (Figura 14).

Figura 14 - Fotografia da associação de moluscos com as briófitas em amostras da Serra de Bodopitá - PB.



Fonte: elaborado pela autora.

Essas pequenas plantas desempenham vários atributos que beneficiam outros seres, como fornecimento de abrigo, camuflagem, mimetismo, oviposição e pupação, dentre outros, que afetam na distribuição e abundância dos invertebrados, além disso, as briófitas podem se beneficiar dessas relações como por exemplo os moluscos que ajudam em sua dispersão ao rastejarem sobre seus esporos (GLIME, 2017).

7. CONCLUSÃO

A brioflora da Serra de Bodopitá trouxe novos olhares para o bioma caatinga com o registro de 17 novas espécies para a Paraíba e dentre elas dois novos registros para a região Nordeste. Esses números são significativos, pois quando comparado com outros trabalhos da Caatinga percebeu-se que a riqueza foi relativamente alta, e a quantidade de novos registros foram bastante significativos para uma área de Caatinga.

As espécies generalistas se mostraram como as maiores representantes do grupo ecológico, estas possuem uma ampla distribuição nacional e adaptações a diversos ambientes. Além disso foram encontradas espécies umbrófilas na amostragem, o que indica que apesar da serra ser imersa numa vegetação de caatinga e afloramentos rochosos, os fatores ambientais

da serra como o gradiente altitudinal podem modificar os microambientes, proporcionando o surgimento de espécies especialistas em sombra, como a *Cheilolejeunea xanthocarpa*.

Todavia é importante salientar que a Serra de Bodopitá vem sofrendo com atividades antrópicas, como o descarte inadequado de lixo, ocasionando a presença de microplásticos nas amostras analisadas, e isso pode ocasionar um desequilíbrio na composição das espécies, tendo em vista que ações humanas podem degradar e afetar os microambientes que são tão importantes para o desenvolvimento e permanência de determinadas briófitas sensíveis a perturbações. O desequilíbrio trará consigo consequências também na interação entre as briófitas e outros seres que as usam como abrigo.

Contudo a composição brioflorística indica que a Serra de Bodopitá tem potencial de riqueza e deve ser preservada para que haja a conservação das espécies de briófitas que ali ocorrem e dos microambientes presentes em seus afloramentos rochosos, visando não defasar a descoberta de novas espécies para o Nordeste brasileiro e para o estado da Paraíba. A região ainda permite encontrar espécies umbrófilas, elementos típicos de áreas mais preservadas, considerando os fatores ambientais como a altitude que quanto mais elevadas maior a incidência de espécies especialistas de sombra.

Concluimos que o desenvolvimento de novas pesquisas e a descoberta de novos registros na Paraíba, ao serem catalogados, contribuem para o conhecimento da biodiversidade e distribuição da flora nacional.

8. REFERÊNCIAS

- AMORIM, E. T.; CARVALHO, F. A.; SANTOS, N. D.; LUIZI-PONZO, A. Distribution of bryophytes in south-eastern Brazil: an approach on floristic similarity and environmental filtering. **Cryptogamie, Bryologie**, v.38, p.13-17, 2017.
- ARAÚJO, H. M. C. **Percepção do risco a deslizamentos em áreas vulneráveis na serra do Bodopitá, Queimadas/PB**. Dissertação, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 69 p., 2019.
- BASTOS, C. J. P. **Lejeuneaceae (Marchantiophyta) na Bahia, Brasil**. 2004, 442 f. Tese (Doutorado), Curso de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- BATES, J. W. Is' life-form'a useful concept in bryophyte ecology?. **Oikos**, v. 82, p. 223-237, 1998.
- BATISTA, W.V.S.M.; PÔRTO, K.C.; SANTOS, N.D. Distribution, ecology, and reproduction of bryophytes in a humid enclave in the semiarid region of northeastern Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v.32, n.2, p.303-313, 2018.
- BORDIN, J.; PURSELL, R. A.; YANO, O. *Fissidens pseudoplurisetus* sp. nov.(Fissidentaceae, subgenus *Aloma*), from the Atlantic Forest, Brazil. **The Bryologist**, v. 114, n. 4, p. 785-789, 2011.
- BORDIN, J.; YANO, O. Novas ocorrências de antóceros e hepáticas para o Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 32, p. 189-211, 2009.
- BORDIN, J.; DEWES, T. S.; PERALTA, D. F.; FERRI, M.; ROSA, B. R. New occurrences of bryophytes species in Southern Brazil: bryodiversity still scarcely known. **Check List**, v. 16, n. 4, p. 915-926, 2020.
- BORDIN, J.; YANO, O. **Fissidentaceae (Bryophyta) do Brasil**. Instituto de Botânica, 2013.
- BUCK, W. R.; SHAW, A. J.; GOFFINET, B. Morphology, anatomy, and classification of the Bryophyta. **Bryophyte Biology**. Cambridge University Press: v. 1, p.55-138, 2009.
- COSTA, D. P.; ALMEIDA, J. S. S.; DIAS, N. S.; GRADSTEIN, S. R.; CHURCHILL, S. P. Manual de Briologia. **Interciência Ltda**, p. 222, 1ª Edição. Rio de Janeiro, 2010.
- COSTA, D. P.; LUIZI-PONZO, AP. Introdução: as briófitas do Brasil. *In*: FORZZA, RC. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro**, p. 61-68. Vol. 1. 2010.
- COSTA, D. P.; PERALTA, D. F. Bryophytes diversity in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, 2015.
- COSTA, D. P. Diversidade de briófitas epífitas em florestas tropicais primárias e secundárias de várzea no sudeste do Brasil. **O Briologista**, 102: 320-326, 1999.

FIASCHI, P. e PIRANI, J.R. 2009. Review of plant biogeographic studies *in* Brazil. **Journal of Systematics and Evolution** 47(5): 477-496.

FLORA DO BRASIL, 2020. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=pt>>. Acesso em: dezembro de 2023.

FRAHM, J.P. Manual of tropical bryology. *Tropical bryology*, v. 23 p. 5-201, 2001.

FRAHM, J. P.; GRADSTEIN, S. R. An altitudinal zonation of tropical rain forests using bryophytes. **Journal of Biogeography**, v.18, p.669-678, 1991.

FORZZA, R. C. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil** . Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

GERMANO, S. R.; PÔRTO, K. C. Briófitas epíxilas de uma área remanescente de Floresta Atlântica (Timbaúba, PE, Brasil): 2. Lejeuneaceae. **Acta botânica brasílica**, v. 12, p. 53-66, 1998.

GERMANO, S. R.; SILVA, J. B.; PERALTA, D.F. Paraíba State, Brazil: a hotspot of bryophytes. **Phytotaxa**, v. 258, n. 3, 2016.

GIAM, X. Perda futura de habitat e a conservação da biodiversidade vegetal. **Conservação Biológica** , v. 143, n. 7, pág. 1594-1602, 2010.

GLIME, J. M. Bryophyte Ecology. **Chapman and Hall**, v. 1. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, 2020.

GLIME, J. M.; GRADSTEIN, S. R. Volume 4, Capítulo 8-1: **Trópicos: Ecologia Geral**. 2018.

GLIME, J. M. Lifes cycles and morphology. *In*: GLIME, J. M. **Bryophyte Ecology**, v. 1. Michigan: Michigan Technological University, 2017b. E-book. Disponível em: <https://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology1/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GLIME, J. M. Light: The Shade Plants. Chapt. 9-1. *In*: Glime, J. M. **Bryophyte Ecology**. Physiological Ecology. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, 2017. Disponível em: <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>. Acesso em 30 nov. 2023.

GOFFINET, B. SHAW, J. Origin and phylogenetic relationships of bryophytes. **Bryophyte biology**. v.1, p.124 - 149. Jan. 2009.

GRADSTEIN, R. S; CHURCHILL, S; SALAZAR, A. N. Guide to the bryophytes of Tropical America. **Memoirs of The New York Botanical Garden**. v. 86, 2001.

GRADSTEIN, S. R. Tropics: General Ecology. Chapt: 8-1, 2018. *In*: Glime, J.M. Bryophyte Ecology. **Chapman and Hall**, v. 4, p. 811-859, Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists, 2020.

GRADSTEIN, R. S. A classification of Lejeuneaceae (Marchantiophyta) based on molecular and morphological evidence. **Pxytotaxa**, v. 100, n. 1, 2013.

HARRIS, B. J.; HARRISON, C. J.; HETHERINGTON, A.M.; WILLIAMS, T. A. Phylogenomic Evidence for the Monophyly of Bryophytes and the Reductive Evolution of Stomata. **Current Biology**, 2020.

HEINRICHS, J., DONG, S., SCHÄFER-VERWIMP, A., PERALTA, D.F., FELDBERG, K., SCHMIDT, A.R. e SCHNEIDER, H. Towards a monophyletic classification of Lejeuneaceae II: subtribes Pycnolejeuneinae and Xylolejeuneinae subtr. nov., transfer of Otolejeunea to Lepidolejeuninae, and generic refinements. **Phytotaxa** 163(2): 061-076, 2014.

HORN, A.; PASCAL, A.; LONCAREVIC, I. Natural Products from Bryophytes: From Basic Biology to Biotechnological Applications. **Critical Reviews in Plant Sciences**, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Brasília, DF: IBGE, 2019.

LA FARGE-ENGLAND, Catherine. Growth form, branching pattern, and perichaetial position in mosses: cladocarpy and pleurocarpy redefined. **Bryologist**, p. 170-186, 1996.

LEWINSOHN, Thomas M.; PRADO, Paulo I. Quantas espécies há no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LOPES, A. C. F. **Queimadas seu povo sua terra** - 1 ed; Youtube; Disponível em: <[Documentário "Queimadas Seu Povo Sua Terra" - YouTube](#)> ; 15, Out de 2022, 1:59:51, Queimadas, 2001.

MACIEL, A. S.; FARIAS, R. S.; PÔRTO, K. C. Os gêneros Calymperes e Syrrhopodon (Calymperaceae, Bryophyta) em floresta atlântica do nordeste brasileiro: aspectos reprodutivos e distribuição. **Pesquisas, Botânica**, v. 67, p. 273-286, 2015.

MÄGDEFRAU, K. Life-forms of Bryophytes. Chapt: 2. *In*: Smith, A. J. E. Bryophyte Ecology. **Chapman and Hall**, v. 1, p. 45-58, 1982.

NASCIMENTO, G. M. G.; CONCEIÇÃO, G. M.; PERALTA, D. F.; OLIVEIRA, H. C. Bryophytes of Sete Cidades National Park, Piauí, Brazil. **Check List**, v. 16, n. 4, p. 969-988, 2020.

MONTEFORT, D. e EK, R. C. Distribuição vertical e ecologia de briófitas epífitas e líquenes em uma floresta tropical de várzea na Guiana Francesa. **Utrecht**, Instituto de Botânica. 1990.

MORENO J. G.; GERMANO, S. R. Musgos como Bioindicadores da Qualidade Ambiental: Um Estudo no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro (Areia, PB). **Rede de Saberes 2**. EDUEPB, v. 2, p. 62-84, Campina Grande, 2021.

OLIVEIRA, P. T. B.; TROVÃO, D. M. B. M.; CARVALHO, E. C. D.; SOUZA, B. C.; FERREIRA, L. M. R. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 169-178, 2009.

PEÑALOZA-BOJACÁ, G. F.; OLIVEIRA, B. A.; ARAÚJO C. A. T.; FANTECELLE, L. B.; MACIEL, A. S. 11 Bryophyte reproduction on ironstone outcrops: delicate plants in harsh environments. **Flora**. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2017.02.017>. 2017.

PENNACHIN, D. L. **Signos Subversivos: das Significações de Gaffiti e Pichação: Metrôpoles Contemporâneas como Miríades Sígnicas**. XXVI Congresso Anual em Ciência da Comunicação, Belo Horizonte/MG, 2003.

PERALTA, D. F.; BORDIN, J.; YANO, O. Novas ocorrências de briófitas nos Estados brasileiros. **Hoehnea**, v. 35, p. 123-158, 2008.

PERALTA, D. F.; YANO, O. Novas ocorrências de musgos (Bryophyta) para o Estado de São Paulo, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 29, p. 49-65, 2006.

PÔRTO, K. C.; BEZERRA, M. F. A. Briófitas de caatinga: 2. Agrestina, Pernambuco, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 10, p. 93-102, 1996.

PÔRTO, K. C.; GERMANO, S. R.; BORGES, G. M. Avaliação dos brejos de altitude de Pernambuco e Paraíba, quanto à diversidade de briófitas, para a conservação. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, p. 79-97, 2004.

PROCTOR, M. C. F. **Physiological ecology**. In: GOFFINET, B.; SHAW A. J. Bryophyte Biology. Cambridge University Press, 2 ed., pp 237-261. 2008.

PURSELL R. A. Fissidentaceae. Flora Neotropica, Monograph 101: 1-278 VISNADI, S. R. Sematophyllaceae da Mata Atlântica do nordeste do Estado de São Paulo. **Hoehnea**, v. 33, n. 4, 2007.

RENZAGLIA, K. S.; AGUILAR, J. C. V. e GARBARY, D. J., 2018. A morfologia suporta a hipótese dos setáfitos: musgos mais hepáticas formam um grupo natural. **Diversidade e Evolução das Briófitas**, 40(2), pp.11-17.

RODRIGUES, J. Serra de Bodopitá - Caturité até Itatuba. **Jônatas Arquivos**, 2010, Disponível em: <[JÔNATAS ARQUIVOS: Serra do Bodopitá - Caturité até Itatuba \(jonatasarquivos.blogspot.com\)](http://jônatasarquivos.blogspot.com)>. Acesso em: 20, nov de 2022.

SANTOS, A. F. L.; SANTOS BURITI, M. M. IMPORTÂNCIA DA AULA DE CAMPO NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOGRAFIA. **Revista GeoUECE**, v. 9, n. 16, p. 181-194, 2020.

SANTOS, N. D; COSTA, D. P.; KINOSHITA, L. S.; SHEPHERD, G. J. Windborne: can liverworts be used as indicators of altitudinal gradient in the Brazilian Atlantic Forest? **Ecological Indicators**, v.36, p.431-440, 2014.

SHARP, A. J. CRUM, H. ECKEL, P. M. The moss flora of Mexico. **Memoirs of The New York Botanical Garden**. v.69, p.1-1113. 1994.

SHAW A. J. e GOFFINET, B. **Bryophyte Biology**. Cambridge: Cambridge University Press. 2000.

SILVA, J. B.; GERMANO, S. R. Bryophytes on rocky outcrops in the caatinga biome: a conservationist perspective. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, p. 827-835, 2013.

SILVA, J.B.; SANTOS, N. D. ; PORTO, K. C. Beta-diversity: Effect of Geographical Distance and Environmental Gradients on the Rocky Outcrop Bryophytes. **Cryptogamie Bryologie**, v. 35, p. 133-163, 2014.

SILVA, J. B. Panorama sobre a vegetação em afloramentos rochosos do Brasil. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 4, p. 451-463, 2016.

SILVA, M. P. P.; PÔRTO, K. C. Diversity of bryophytes in priority areas for conservation in the Atlantic forest of northeast Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 1, 2015.

SOUZA, E. R. F. ; SILVA, J. B. ; PINTO, A. S. ; LOPES, S. F. . An updated checklist of bryophytes for the state of Paraíba, a Brazilian hotspot: new records and biological spectrum in a Seasonally Dry Tropical Forest fragment. **Phytotaxa** (on-line), v. 516, p. 223-236, 2021.

TAVARES, A.C.C; LOBATO, R.C.; COSTA, D.P. Bryophyte flora in upland forests at different successional stages and in the various strata of host trees in northeastern Pará, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 28: 46-58, 2014.

THE NATURE CONSERVANCY DO BRASIL e ASSOCIAÇÃO CAATINGA. As unidades de conservação do bioma Caatinga. *In.*: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS. Biodiversidade da Caatinga: áreas prioritárias para a conservação. Brasília: **Ministério do Meio Ambiente**, p. 295-300, 2004.

TORRES, F. L. **Plantas avasculares (MARCHANTIOPHYLA) de uma área de caatinga: Florística e aspectos anatômicos (Apa das Onças, São João do Tigre, PB)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

YANO, O. An additional checklist of Brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory**, v. 66, p. 371-434, 1989.

YANO, O. A new additional annotated checklist of Brazilian bryophytes. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory**, v. 78, p. 137-182, 1995.

YANO, O.; BORDIN, J. Ampliação do conhecimento sobre adistribuição geográficade espécies de Briófitas no Brasil. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v. 52, n. 2, p. 383-392, 2017.

YANO, O. BRIÓFITAS. *In*: FIDALGO O. ; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico**. Ed. Instituto de Botânica, v. 4, 1984.

YANO, O. Checklist of Brazilian liverworts and hornworts. **The Journal of the Hattori Botanical Laboratory**, v. 56, p. 481-548, 1984.

YANO, O. Novas ocorrências de briófitas para vários estados do Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 559-576, 2004.

YANO, O. Ocorrências novas de briófitas para o estado do Paraná, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 65, p. 67-122, 2014.

YANO, O.; PERALTA, D. F.; BORDIN, J. Brioflora da Ilha do Cardoso. São Paulo. **Ed. Instituto de Botânica**. v.01, Set. 2019.

YANO, O.; PERALTA, D. F. Flora da serra do cipó, Minas Gerais: briófitas (Anthocerotophyta, Bryophyta e Marchantiophyta). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 135-299, 2011.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois o seu amor e seu poder me sustentou, me direcionou, me acolheu e me reergueu quando eu achei que não mais conseguiria. Sei que em cada passo fui guiada, pois os sonhos de Deus são maiores que os meus. Agradeço, pela saúde concedida, pela perseverança que tive, por cada amanhecer e por cada oportunidade que fui presenteada para que eu pudesse chegar até aqui, concluindo o curso que sempre quis cursar desde criança. A Deus eu consagro todas as minhas conquistas.

Sou grata aos meus pais por sempre me incentivarem a ser alguém melhor através dos estudos, por batalharem para que nunca me faltasse apoio, se hoje sou quem sou é graças aos seus ensinamentos. Eu tenho muito orgulho de ser filha do Sebastião e da Maria Aurora. Tudo foi graças a vocês, e essa conquista é nossa!

Ao meu único irmão, Arllan, por sempre me ouvir cuidadosamente, por me fazer ter uma visão mais racional sobre o mundo ao meu redor, me ajudando a superar as ansiedades do dia a dia, também por todos os conselhos e por sempre acreditar no meu potencial. Agradeço a minha cunhada Gilmara por cuidar de mim, e demonstrar que sempre esteve ali torcendo para que meu esforço valesse a pena.

Agradeço também ao meu marido Jardel por ser meu maior incentivador, por cuidar de mim nos momentos difíceis e por vibrar com cada conquista, me fazendo acreditar que se eu quero, eu consigo! E até mesmo aos meus animais de estimação, meus gatos e meus cachorros, que tanto me deram carinho e apoio emocional, além do incentivo de estudar pra comprar ração boa pra eles rsrs.

No meio acadêmico, agradeço a minha amiga e parceira de laboratório Catarina, por dividirmos as experiências e pequenas (grandes) conquistas, tenho orgulho em dizer que crescemos juntas na universidade, e atingimos metas que pareciam inalcançáveis, que só comprovam o quanto nós somos capazes de fazer tudo o que nos propomos, e bem feito. Gratidão também pela parceria de laboratório de Tailson, por dividirmos conhecimento e aprendermos juntos a identificar briófitas no início, obrigada pelas palavras de incentivo e por ter sido um exemplo de força de vontade para mim, nesta graduação.

O meu mais sincero obrigado! aos integrantes do LABRIO, Daniela, Emanuely, Daniel, Beatriz, Thaissa e Isabel pelo trabalho em equipe, companheirismo, pelas boas risadas, e bons momentos do nosso chafé de todas as tardes (feito por Catarina) que ficarão para sempre gravados em meu coração. em especial a minha voluntária Emanuely pela dedicação, apoio e amizade, quando mais precisei, obrigada por fazer parte da minha história, me fazendo acreditar que tudo é possível.

Agradeço aos amigos que a graduação me deu: Alana, Dudé, Suevertom, Cassiano, Breno, Gustavo, João Pedro, Isadora, Laryssa e Bruna, por todo apoio e cumplicidade. Suas amizades me fizeram acreditar que a gente carrega de cada um a nossa volta uma característica em que nos inspiramos, podendo converter essa admiração em força para ser cada dia um pouco melhor.

Em particular agradeço a minha amiga Alana, minha dupla, que dividiu toda a trajetória da graduação ao meu lado desde o primeiro dia de aula, dividindo boas risadas,

conversas e anseios sobre o futuro, saiba que seu companheirismo fez toda diferença na minha aprendizagem e no meu crescimento pessoal.

A professora Shirley por me apresentar o mundo das briófitas, que são as plantas que tanto amo estudar e conhecer, agradeço também pela orientação que foi dada ao longo dos 4 anos em que fiz parte do laboratório de briófitas da UEPB, onde pude crescer e realizar todos os meus objetivos acadêmicos na graduação.

Ao nosso colega e guia de trilhas Leo, obrigada pelo auxílio, sem sua ajuda não teria sido possível coletar tantas amostras significativas, agradeço pela empatia de sempre.

A Banca examinadora Elimar e Anderson por aceitarem fazer parte desse processo final da graduação, marcando o fim de um ciclo tão importante em minha vida.