



Brioflora epíxila em fragmentos de Floresta Atlântica da Serra da Ibiapaba, Ceará, Brasil

Epixylic bryoflora in Atlantic Forest fragments of Serra da Ibiapaba, Ceará, Brazil

J. V. F. Silva^{1*}; H. C. Oliveira²; P. M. Villa³; E. B. Valente⁴

¹Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal (PPGBV), Laboratório de Biologia de Briófitas, Departamento de Botânica, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Cidade Universitária, 50670-901, Recife-PE, Brasil

²Universidade Estadual do Piauí, Campus Heróis do Jenipapo, Laboratório de Botânica, 64280-000, Campo Maior-PI, Brasil

³Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Conservação da Natureza (Instituto de Ciências Biológicas) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Campus Sede, 36036-900, São Pedro, Juiz de Fora-MG, Brasil

⁴Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGBot), Universidade Estadual de Feira de Santana, Herbário HUEFS, Novo Horizonte, 44036-900, Feira de Santana-BA, Brasil

*jailtonbio12@gmail.com

(Recebido em 29 de abril de 2024; aceito em 29 de junho de 2025)

As briófitas colonizam diversos tipos de substratos, dentre eles, troncos em decomposição, que são comumente encontrados em áreas de Floresta Atlântica e amplamente colonizados por diferentes espécies. As briófitas encontradas neste tipo de substrato são denominadas como epíxilas e para o Brasil, até o momento, existem apenas três trabalhos voltados para o grupo. O objetivo deste estudo foi conhecer a diversidade e distribuição das briófitas epíxilas em áreas de Floresta Úmida na Serra da Ibiapaba, Ceará, Brasil. Foram coletadas e analisadas amostras de briófitas em 62 troncos distribuídos em diferentes pontos da área de estudo. Foram identificadas 54 espécies de briófitas (34 gêneros e 18 famílias). A divisão Bryophyta apresentou 37 espécies (25 gêneros e 13 famílias); Marchantiophyta resultou em 17 espécies (nove gêneros e cinco famílias). Oito espécies correspondem a novos registros para o estado do Ceará. Lejeuneaceae foi a família com maior riqueza específica. Com relação a Bryophyta, houve predomínio dos musgos pleurocárpicos em relação aos acrocárpicos. Os resultados estatísticos demonstraram que não existem diferenças significativas de riqueza de espécies de briófitas entre os troncos das duas áreas amostradas ($W = 456$, $p = 0.74$). A análise de composição mostrou uma variação na composição ($F = 1,60 = 1,94$, $p < 0.01$), com valor de Stress: 0.17. Os dados obtidos oferecem uma contribuição significativa para o entendimento da flora briofítica da região, ampliando o conhecimento a respeito da distribuição geográfica de muitas destas espécies e evidenciando sua importância para o inventário de briófitas do estado do Ceará e Brasil.

Palavras-chave: briófitas, musgo, hepáticas.

Bryophytes colonize various types of substrates, including decaying logs, which are commonly found in Atlantic Forest areas and are widely colonized by different species. The bryophytes found on this type of substrate are referred to as epixylic, and for Brazil, only three studies focusing on this group have been conducted so far. The aim of this study was to investigate the diversity and distribution of epixylic bryophytes in humid forest areas of the Ibiapaba Plateau, Ceará, Brazil. Bryophyte samples were collected and analyzed from 62 logs distributed across different locations within the study area. A total of 54 bryophyte species were identified (34 genera and 18 families). The division Bryophyta accounted for 37 species (25 genera and 13 families), while Marchantiophyta included 17 species (nine genera and five families). Eight species represent new records for the state of Ceará. Lejeuneaceae was the family with the highest species richness. Regarding Bryophyta, there was a predominance of pleurocarpous mosses over acrocarpous ones. Statistical results showed no significant differences in bryophyte species richness between logs from the two sampled areas ($W = 456$, $p = 0.74$). The composition analysis revealed variation in species composition ($F = 1.60 = 1.94$, $p < 0.01$), with a stress value of 0.17. The data obtained provide a significant contribution to the understanding of the bryophyte flora of the region, expanding knowledge about the geographic distribution of many of these species and highlighting their importance for the bryophyte inventory of the state of Ceará and Brazil.

Keywords: bryophytes, moss, liverworts.

1. INTRODUÇÃO

O Nordeste do Brasil é reconhecido como a terceira região mais rica em diversidade de briófitas quando comparada com outras regiões do País [1], com 737 espécies registradas até a atualidade [2]. Nesta região, o Ceará se destaca como um estado com notáveis progressos nos estudos relacionados à taxonomia de briófitas [3], tendo, atualmente, 197 espécies de briófitas catalogadas [2]. Embora o estado apresente um clima seco e vegetação característica de caatinga, o mesmo possui fragmentos de Floresta Atlântica restritos a sistemas de montanha com condições favoráveis para a diversidade de briófitas, porém, estes ambientes estão ameaçados por atividades humanas [4]. Especificamente nessas áreas do estado do Ceará, verifica-se uma maior representatividade das briófitas, o que torna crucial a realização de levantamentos brioflorístico, tornando essas áreas como prioritárias para conservação [5].

As briófitas são capazes de colonizar uma ampla variedade de substratos, dentre eles, madeira em decomposição, os quais são comumente encontrados em áreas de Floresta Atlântica e amplamente colonizados por diferentes espécies [1, 6]. As briófitas encontradas neste tipo de substrato são denominadas epíxilas e representam o terceiro grupo mais ameaçado de extinção devido à intensa fragmentação de habitats [7]. Pócs 1982 [8] destaca alguns gêneros de briófitas comuns no substrato epíxilo, como *Lophocolea*, *Calypogeia*, *Chiloscyphus*, *Callicostella*, *Vesicularia* e *Campylopus*. Segundo a Flora e Funga do Brasil (2024) [2], existem algumas espécies também exclusivas desses substratos, a exemplo de *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort; *L. muricata* (Lehm.) Nees e *Radula brasiliaca* K. Yamada.

Troncos em decomposição são importantes por sustentar uma alta biodiversidade [9, 10] e poucos trabalhos foram realizados referentes às briófitas que colonizam esse tipo de substrato [6]. Alguns estudos indicam que, em Florestas Tropicais Úmidas, madeira em decomposição desempenham um papel crucial na ocorrência de briófitas, isso se deve à presença de celulose e lignina parcialmente decomposta por fungos, tornando o substrato mais hidratado e propício para o estabelecimento das comunidades briofíticas [8, 11, 12]. Fatores como altitude, estágio de decomposição dos troncos e dimensões e contato do tronco com o solo são determinantes para a ocorrência das briófitas epíxilas e que podem influenciar diretamente na riqueza e diversidade [6, 13, 14]. Geralmente, troncos com diâmetro menor possuem maiores chances de serem colonizados por briófitas, isso porque a sua decomposição acontece de forma mais rápida [14].

No processo de decomposição da madeira ocorrem certas mudanças, como perda de córtex e amolecimento do alburno e cerne, essas alterações podem determinar as espécies de briófitas que predominarão nos troncos [15]. As briófitas epíxilas aparecem estar mais ameaçadas do que as espécies que se desenvolvem em rochas e no solo [7]. Sastre-de-Jésus (1992) [15] avaliou as briófitas epíxilas em 54 troncos de uma floresta subtropical em Porto Rico, tendo encontrado 40 espécies distribuídas entre 22 musgos e 18 hepáticas. Para o Brasil, até o momento, foram realizados três trabalhos voltados para a temática. O primeiro deles, foi realizado em um remanescente de Floresta Atlântica no estado de Pernambuco, no qual foram listadas 55 espécies (30 musgos e 25 hepáticas) em 54 troncos analisados [16]. O segundo trabalho, foi desenvolvido com as epíxilas da Estação Ecológica de Murici, no estado de Alagoas, no qual foram identificadas 97 espécies (47 musgos e 50 hepáticas) [17]. O trabalho mais recente sobre as epíxilas foi executado no Parque Nacional da Serra da Bocaina, em São Paulo, no qual foram analisados 30 troncos e foram registradas 74 espécies de briófitas (22 musgos e 52 hepáticas) [6].

O objetivo do presente estudo foi conhecer a diversidade e distribuição das briófitas epíxilas em áreas de Floresta Úmida na Serra da Ibiapaba, entre os municípios de Viçosa e Ubajara, no estado do Ceará, Brasil.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O Ceará está situado na região nordeste do Brasil e abrange predominantemente terras com clima semiárido, caracterizadas por temperaturas elevadas e chuvas escassas no inverno e verão

[18]. Entretanto, também existem áreas com climas mais úmidos, especialmente nas serras, chapadas e regiões próximas ao litoral [19]. A coleta do material ocorreu na Serra da Ibiapaba, uma área com significativa elevação atitudinal localizada no noroeste do estado do Ceará (Figura 1). A Serra abrange em sua extensão algumas cidades, tais como: São Benedito, Carnaubal, Viçosa e Ubajara [20]. Estendendo-se de norte a sul no extremo oeste do estado, a região apresenta relevo com uma escarpa íngreme voltada para o Ceará e outra com declive mais suave direcionado para o estado do Piauí [21].

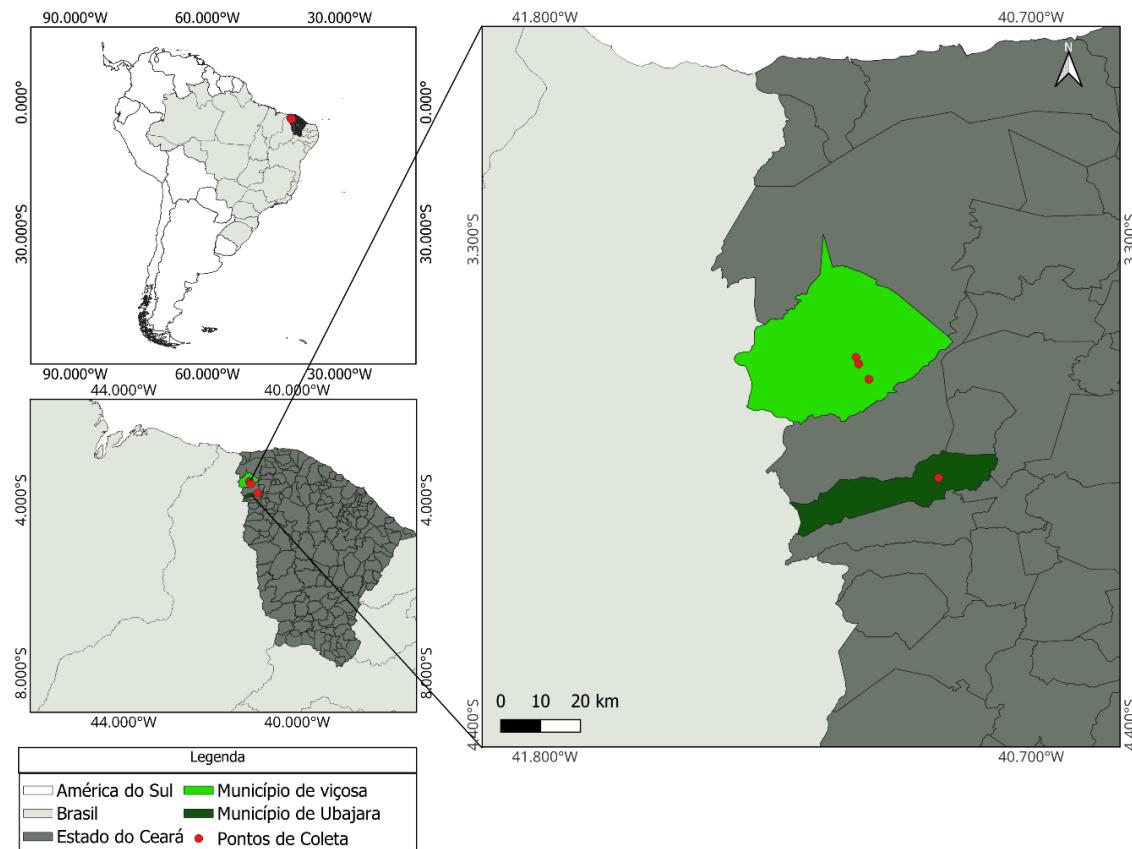


Figura 1. Mapa da área de estudo indicando a localização dos municípios de Viçosa e Ubajara, no estado do Ceará, Brasil. As áreas com círculo vermelho correspondem aos locais onde foram realizadas as coletas de briófitas epílicas sobre troncos em decomposição.

A Serra da Ibiapaba apresenta uma área de 5.697 km², com altitudes variando entre 800 e 1.000 metros [22]. A vegetação prevalente é de Caatinga, embora outros três tipos vegetacionais sejam encontrados em suas áreas: a Floresta Subperenifólia Tropical Plúvio-Nebular (Mata Úmida, Serrana), a Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial (Mata Seca) e o Carrasco. Em relação ao solo, a região possui três zonas bem distintas: Sertão, Zona Úmida e Zona do Carrasco [22].

As coletas ocorreram nos municípios de Viçosa do Ceará e Ubajara. Em Viçosa, as coletas aconteceram em três pontos, em Ubajara, as coletas se concentraram no Parque Nacional de Ubajara (Figura 2). O município de Viçosa do Ceará possui uma área de 1.312 km² e a vegetação predominante é a Caatinga, também sendo encontradas vegetações do tipo Mata Serrana e Carrasco [18]. Ubajara possui clima Tropical Quente Subúmido, com uma média anual de precipitação de 1.483,5 mm, chuvas concentradas nos meses de janeiro a abril e uma temperatura variando de 25° a 27°C [23]. Ubajara apresenta três formações distintas de vegetação: Mata Úmida; Caatinga hipoxerófila e Mata Seca [24].

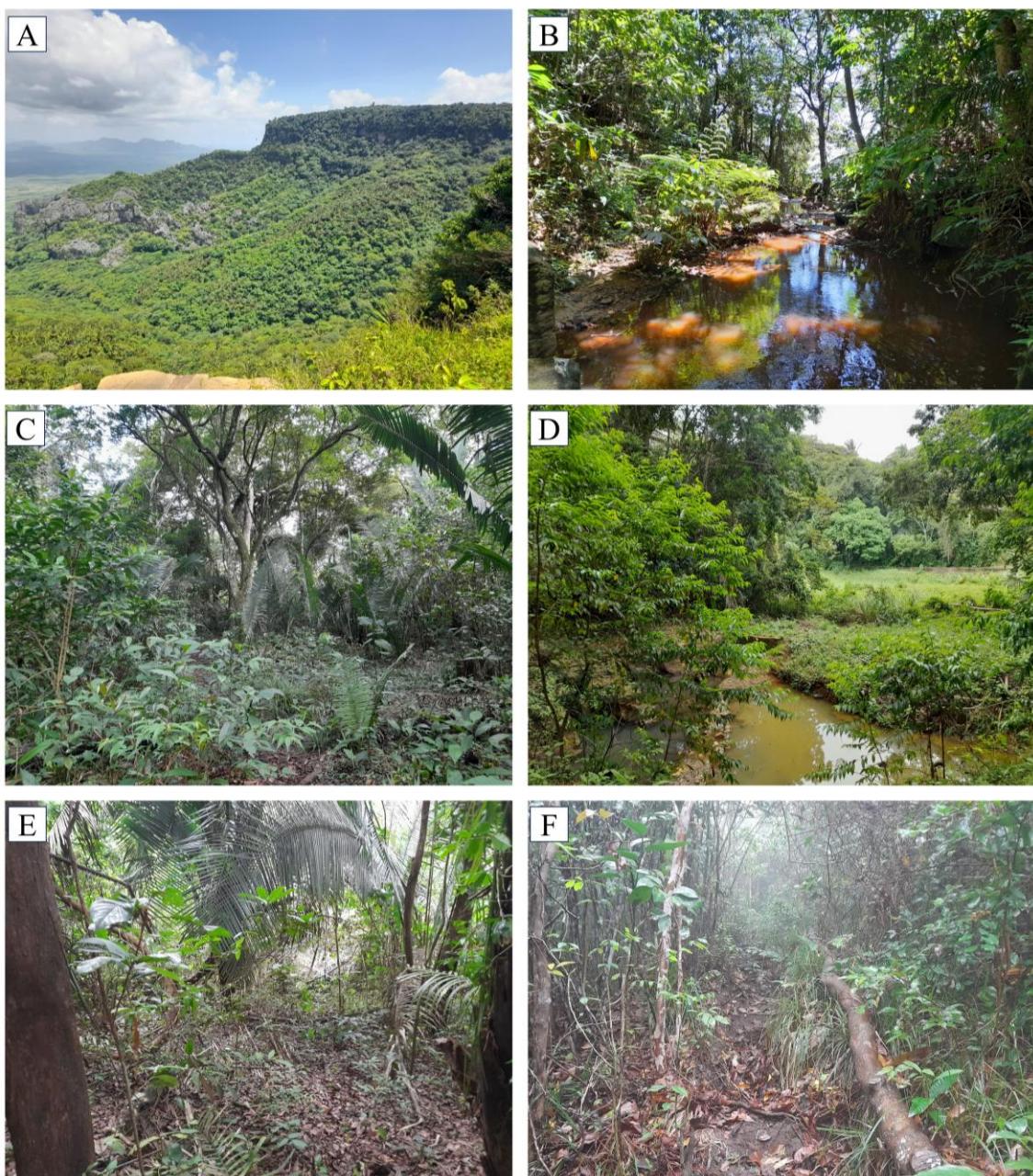


Figura 2. Pontos de coleta de briófitas epíxilas nos dois municípios estudados. A–C: áreas localizadas no Parque Nacional de Ubajara; D–F: áreas amostradas no município de Viçosa.

2.2 Coleta do material botânico

A coleta do material briológico foi realizada por meio de caminhadas aleatórias por trilhas já existentes. As espécies foram coletadas manualmente em 62 troncos de árvores em decomposição (Figura 3), utilizando equipamentos como faca, lupa de mão, sacos de papel kraft para o acondicionamento das amostras, sacos plásticos, canetas, caderno de campo e GPS para registrar as coordenadas geográficas [13]. Em todo tronco em decomposição, foi realizada a coleta do material fazendo-se a raspagem com auxílio de canivete. As coletas foram realizadas sob autorização SISBIO (nº 85613).

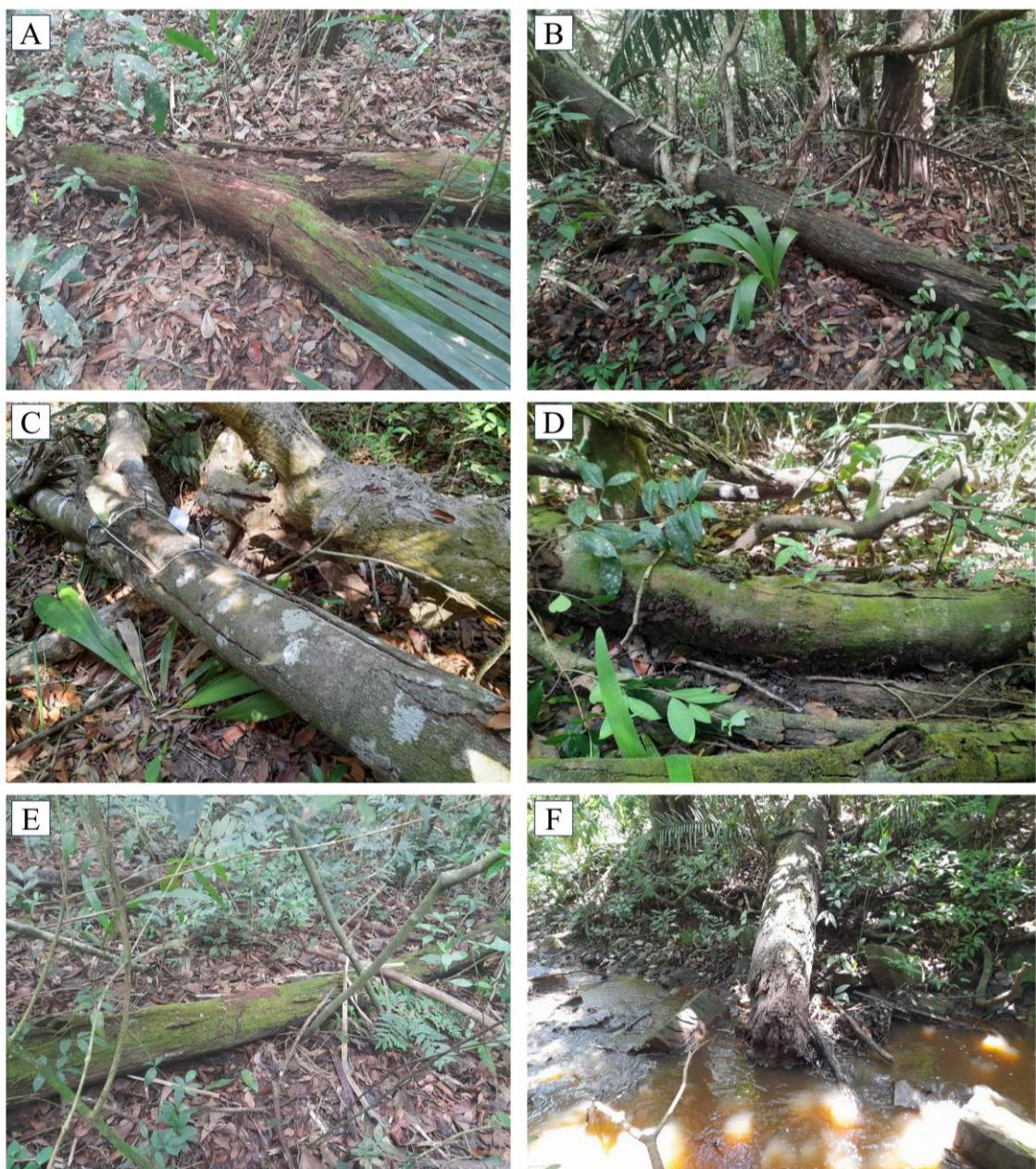


Figura 3. Exemplos de troncos nos quais foram realizadas as coletas de material botânico para o estudo das briófitas epíxilas. As imagens ilustram troncos em decomposição nos municípios de Viçosa e Ubajara.

2.3 Identificação das amostras

As amostras foram analisadas no Laboratório de Taxonomia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia e no laboratório de Botânica da Universidade Estadual do Piauí, Campus Heróis do Jenipapo, localizada no município de Campo Maior, Piauí. Foram empregados tanto um microscópio estereoscópico quanto um microscópio óptico para a análise do material. No manuseio das amostras, foram utilizadas pinças, estiletes, placas de Petri, lâminas e lamínulas. Para identificar as espécies, foi consultada literatura especializada, tais como: Gradstein (2001) [13], Gradstein e Costa (2003) [25], Sharp et al. (1994) [26], Bordin e Yano (2013) [27] e Buck (1998) [28], além de consultas a especialistas.

Quanto ao sistema de classificação, foram usados os de Crandall-Stotler et al. (2009) [29] para as hepáticas e Goffinet e Shaw (2009) [30] para os musgos. A distribuição geográfica das espécies

no Brasil e seus respectivos substratos colonizados foram obtidos a partir de trabalhos publicados em periódicos científicos, bem como consultas à plataforma Flora e Funga do Brasil. O material se encontra depositado no Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (HUEFS).

2.4 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R Studio v 4.3 [31]. Primeiramente, foi verificada a distribuição dos dados com base na suposição de normalidade usando formalmente testes de Shapiro-Wilk e gráficos visualmente Q-Q [32]. Depois, a homogeneidade das variâncias foi testada utilizando o teste de Bartlett com base no pressuposto de que as variâncias dos diferentes grupos deveriam ser iguais nas populações (ou seja, homocedasticidade). Em seguida, foi feita uma análise de Mann-Whitney Wilcoxon para verificar se existem diferenças na riqueza de espécies entre os municípios de Viçosa e Ubajara. Foi utilizado o pacote “ggstatsplot” [33], que é uma extensão do pacote “ggplot2” [34], para criar gráficos com detalhes de testes estatísticos incluídos nos próprios gráficos ricos em informações [33].

Foi feita uma análise de Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para verificar se a composição das espécies é diferente nas duas áreas (Viçosa e Ubajara), aplicando-se a função metaMDS baseada nas dissimilaridades de Jaccard [35, 36]. Corroboramos o ajuste de regressão linear, após verificação do valor do stress. Em seguida, para testar diferenças na composição de espécies, foi utilizada uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA, 9999 permutações) com base na função “adonis” do pacote “vegan” [36].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 54 espécies de briófitas, distribuídas em 34 gêneros e 18 famílias. A divisão Bryophyta apresentou 37 espécies (25 gêneros e 13 famílias); a divisão Manchantiophyta resultou em 17 espécies (9 gêneros e 5 famílias) (Tabela 1). Em comparação com os trabalhos realizados com as briófitas epíxilas, os resultados são semelhantes ao de Germano e Pôrto (2007) [16] e Sastre-de-Jésus (1992) [15], nos quais foram encontradas mais espécies de musgos. Por outro lado, Silva e Pôrto (2007) [17] e Lima et al. (2023) [6] apresentaram maior números de hepáticas. As divergências entre os resultados podem ser atribuídas às diferenças nas características ambientais e metodológicas dos estudos analisados. Silva e Pôrto (2007) [17] investigaram uma área de Floresta Ombrófila Aberta Baixo Montana, aplicando amostragem intensiva para avaliar os efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades epíxilas. Por sua vez, Lima et al. (2023) [6], conduziram seu estudo em uma Floresta Ombrófila Densa Alto Montana, a altitudes próximas de 1.500 metros. Nessas condições de vegetação mais fechada e maior altitude, é comum a predominância de hepáticas, favorecidas pela umidade elevada e pelo sombreamento intenso [13, 37, 38].

Em contraste, os trabalhos de Germano e Pôrto (2007) [16] e Sastre-De-Jésus (1992) [15] foram realizados em altitudes mais baixas (150–600 m e cerca de 200 m, respectivamente), ambientes que tendem a favorecer a dominância de espécies de musgos. Além disso, o elevado número de musgos observado neste estudo pode estar associado ao fato de que esse grupo apresenta um conjunto de características morfológicas, mecanismos fisiológicos e estratégias de reprodutivas que conferem maior tolerância à dessecação, tornando-os mais resistentes às condições ambientais de regiões semiáridas e de baixa umidade [39, 40]. O presente estudo foi conduzido em um remanescente de Floresta Atlântica, com altitude intermediária (800 a 1.000 metros), o que pode explicar a maior similaridade dos resultados com os de Germano e Pôrto (2007) [16] e Sastre-De-Jésus (1992) [15], sugerindo que outros fatores microambientais, como grau de abertura do dossel e umidade local, também desempenham papel crucial na composição das comunidades epíxilas. As diferenças na quantidade de material amostrado e no desenho metodológico (número de fragmentos e área amostral) também podem ter influenciado a composição observada das comunidades epíxilas.

Tabela 1. Briófitas epíxilas encontradas nos fragmentos de Floresta Atlântica da Serra da Ibiapaba, Ceará. Substratos colonizados: Corticícola (CO); Epíxila (EX); Rupícola (RU); Epífila (EP) Terrícola (TE). Domínios Fitogeográficos: Amazônia (AM), Caatinga (CA), Cerrado (CE), Mata Atlântica (MA), Pampa (PM), Pantanal (PN). (*) Novas ocorrências para o estado do Ceará; (**) Primeiro registro no substrato tronco em decomposição; (***) Nova ocorrência para o Ceará e primeiro registro no substrato tronco em decomposição.

Táxon	Substrato	Domínios	Voucher
BRYOPHYTA			
Calymperaceae			
<i>Calymperes erosum</i> Müll.Hal.	CO, EX	AM, CE, MA	HUEFS 276674
<i>Calymperes palisotii</i> Schwägr.	CO, TE, EX	AM, CA, CE, MA	HUEFS 276782
*** <i>Calymperes tenerum</i> Müll.Hal.	CO	AM, MA	HUEFS 276762
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	CO, RU, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276811
<i>Syrrhopodon ligulatus</i> Mont.	CO, EX	AM, CE, MA	HUEFS 276775
<i>Syrrhopodon prolifer</i> var. <i>prolifer</i> Schwägr.	RU, CO, EX	AM, CA, CE, MA, PA	HUEFS 276871
Cryphaeaceae			
<i>Schoenobryum concavifolium</i> (Griff.) Gangulee	CO, EX	AM, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276872
Fabroniaceae			
** <i>Fabronia ciliaris</i> var. <i>polycarpa</i> (Hook.) W.R. Buck	CO, TE	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276737
Fissidentaceae			
<i>Fissidens angustifolius</i> Sull.	CO, EX, RU, TE	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276801
*** <i>Fissidens brevipes</i> Besch.	CO, EP, TE, RU	AM, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276888
* <i>Fissidens curvatus</i> Hornsch.	EX, RU, TE	MA	HUEFS 276797
<i>Fissidens elegans</i> Brid.	CO, EP, EX, RU, TE	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276721
** <i>Fissidens lindbergii</i> A. Jaeger	CO, RU, TE	CA, CE, MA	HUEFS 276671
<i>Fissidens pallidinervis</i> Mitt.	CO, RU, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276703
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	CO, EP, RU, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276677
Hypnaceae			
* <i>Chryso-Hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R.Buck	CO, RU, EX	AM, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276585
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	CO, RU, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276884
<i>Isopterygium tenerifolium</i> Mitt.	CO, EX, TE	AM, CE, MA	HUEFS 276836
Orthotrichaceae			
<i>Macromitrium punctatum</i> (Hook. & Grev.) Brid.	CO, EP, EX, RU	AM, CA, CE, MA	HUEFS 276638
** <i>Groutiella chimbazensis</i> (Spruce ex Mitt.) Florsch.	CO, RU	AM	HUEFS 276899
Pylaisiadelphaceae			
<i>Microcalpe subsimplex</i> (Hedw.) W.R.Buck	RU, TE, EX	AM, CA, CE	HUEFS 276603
<i>Pterogonidium pulchellum</i> (Hook.) Müll.Hal.	EP, RU, EX	AM, MA	HUEFS 276643
Pilotrichaceae			
<i>Callicostella pallida</i> (Hornsch.) Ångström	CO, EX, RU	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276587
** <i>Callicostella merkelii</i> (Hornsch.) A.Jaeger	RU, TE	AM, CE, MA	HUEFS 276767
** <i>Lepidopilum amplirete</i> Müll.Hal.	CO, RU	AM, MA	HUEFS 276651
Pottiaceae			
** <i>Trichostomum weisioides</i> Müll. Hal.	CO, TE	CE, MA	HUEFS 276590
** <i>Weisiopsis bahiensis</i> (Müll.Hal.) Broth.	RU	CA, CE	HUEFS 276656

Táxon	Substrato	Domínios	Voucher
Pterobryaceae			
<i>Henicodium geniculatum</i> (Mitt.) W.R.Buck	CO, EX	AM, CE, MA, PN	HUEFS 276632
<i>Jaegerina scariosa</i> (Lorentz) Arzeni	CO, TE, EX	AM, CE, MA, PN	HUEFS 276610
Racopilaceae			
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	CO, RU, TE, EX	CE, MA, PN	HUEFS 276805
Sematophyllaceae			
<i>Brittonodoxa subpinnata</i> (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva	CO, EP, EX	MA	HUEFS 276744
<i>Sematophyllum beyrichii</i> (Hornschr.) Broth	CO, EP, EX, RU	AM, CE, MA	HUEFS 276618
** <i>Sematophyllum subfulvum</i> (Broth.) Broth.	CO, EP, RU	MA	HUEFS 276686
* <i>Trichosteleum glaziovii</i> (Hampe) W.R.Buck	EP, RU, EX	MA	HUEFS 276696
* <i>Trichosteleum brachydictyon</i> (Besch.) A.Jaeger	CO, EP, EX	MA	HUEFS 276839
Stereophyllaceae			
<i>Entodontopsis leucostegia</i> (Brid.) W.R.Buck & Ireland	CO, RU, EX	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276731
<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R.Buck & Ireland	CO, EX, RU	AM, CE, MA, PN	HUEFS 276717
<i>Stereophyllum radiculosum</i> (Hook.) Mitt.	CO, RU, TE, EX	AM, CE, MA, PN	HUEFS 276838
MARCHANTIOPHYTA			
Cephaloziellaceae			
** <i>Cylindrocolea planifolia</i> (Steph.) R.M.Schust.	CO, TE, RU	AM, MA	HUEFS 276697
<i>Cylindrocolea rhizantha</i> (Mont.) R.M.Schust.	EX, RU, TE	AM, CE, MA	HUEFS 276719
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	EX, RU, TE, EX	AM, MA	HUEFS 276776
Frullaniaceae			
<i>Frullania kunzei</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	CO, TE, EX	AM, CE, MA, PN	HUEFS 276595
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	CO, RU, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276906
Lejeuneaceae			
** <i>Drepanolejeunea anoplantha</i> (Spruce) Steph.	CO	AM, MA	HUEFS 276769
* <i>Drepanolejeunea bidens</i> (Steph.) A.Evans	CO, EP, EX	AM, CA, MA	HUEFS 276561
<i>Drepanolejeunea fragilis</i> Bischl.	CO, EP, EX	AM, MA	HUEFS 276842
*** <i>Lejeunea acanthogona</i> var. <i>grossiretis</i> (Steph.) Gradst. & C.J.Bastos	CO, EP	MA	HUEFS 276887
<i>Lejeunea phyllobola</i> Nees & Mont.	CO, EX, RU, TE	AM, CA, CE, MA, PM, PN	HUEFS 276626
** <i>Lejeunea cancellata</i> Nees & Mont.	CO, EP	MA, PM, PN	HUEFS 276810
<i>Schiffnerolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.	CO, EX, TE	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276573
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Nees ex Mont.) R.M. Schust.	CO, TE, EX	AM, CA, CE, MA, PN	HUEFS 276852
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schiffn.	CO, RU, EX	AM, CE, MA	HUEFS 276822
Plagiochilaceae			
<i>Plagiochila raddiana</i> Lindenb.	CO, RU, TE, EX	AM, MA, CE	HUEFS 276559
<i>Plagiochila montagnei</i> Nees	CO, RU, EX	AM, MA	HUEFS 276754
Metzgeriaceae			
<i>Metzgeria aurantiaca</i> Steph.	CO, EP, EX, RU, TE	AM, MA	HUEFS 276785

Os diferentes inventários que tratam das briófitas cearenses também demonstraram maior riqueza de musgos em relação às hepáticas [41-43]. A maior riqueza de musgos em florestas com altitude mais baixas, em contraste com a predominância de hepáticas em florestas com altitudes mais elevadas é uma tendência bem documentada [13] e também observada nos inventários das briófitas cearenses, refletindo as condições ambientais regionais. Musgos apresentam maior diversidade morfológica em relação às hepáticas, o que lhes garante adaptações mais eficazes para enfrentar o estresse ambiental [30]. Sua estrutura e fisiologia mais complexas também contribuem para a resistência a longos períodos de seca e baixa umidade, [40]. Portanto, o elevado número de musgos registrado pode estar diretamente associado a essas características adaptativas, que favorecem sua sobrevivência e diversidade em ambientes sujeitos a baixas altitudes ou ao forte estresse hídrico.

A família Lejeuneaceae apresentou nove espécies, sendo a família mais representativa (Figura 4). Nos três trabalhos realizados anteriormente com espécies epíxilas no Brasil, Lejeuneaceae também foi predominante [6, 16, 17]. Segundo Germano e Pôrto (1997) [16], esta família é relevante nos trópicos e possui grande amplitude ecológica, cujo desenvolvimento pleno requer condições adequadas de umidade e temperatura [10, 16, 44]. As áreas de coleta possuem condições favoráveis para a ocorrência das espécies de Lejeuneaceae, isso porque, na Serra da Ibiapaba, estão localizados alguns dos últimos remanescentes de Floresta Atlântica [45]. Esses remanescentes são reconhecidos como ilhas de umidade que se sobressaem em meio ao semiárido [46]. A família Fissidentaceae apresentou sete espécies, sendo a segunda família com maior destaque. Em levantamentos florísticos anteriores para o Ceará, a família sempre se destaca em termos de número de espécies [41-43]. Uma possível explicação pode ser a variedade de atributos morfológicos, incluindo limbídio e papilas, o que possibilita a ocorrência em diversos ambientes, desde conservados até urbanos [27]. A família constitui também uma das mais representativas em termos de quantidade de espécies na região neotropical [13].

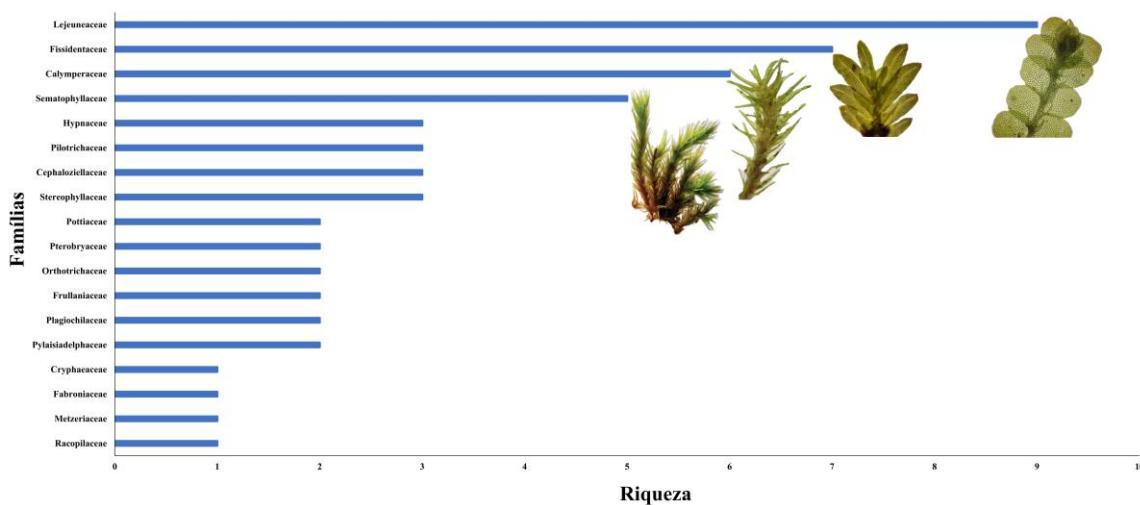


Figura 4. Riqueza específica das famílias mais representativas de briófitas epíxilas nos municípios de Viçosa e Ubajara. O gráfico ilustra a quantidade de espécies pertencentes às famílias mais representativas nas amostras coletadas. A família Lejeuneaceae foi a mais rica, com 9 espécies, seguida por Fissidentaceae, com 7 espécies.

Para os trabalhos sobre troncos decompostos, em ambos os estudos mencionados para o Brasil, Fissidentaceae não aparece com grandes ocorrências [6, 16, 17]. As espécies foram coletadas em remanescentes de Floresta Atlântica, domínio fitogeográfico no qual a família possui predominância, o que pode explicar a relevância da família no estudo [1]. Embora este estudo também tenha sido realizado em um remanescente de Floresta Atlântica, ele revelou uma alta ocorrência de Fissidentaceae. Esse contraste em relação aos trabalhos anteriores sugere que fatores locais, como características microclimáticas, o estágio de decomposição dos troncos e o nível de conservação da floresta, podem ter desempenhado um papel determinante para favorecer

a diversidade dessa família na área analisada. Sematophyllaceae e Calymperaceae foram as outras famílias com significativa representatividade. A predominância dessas famílias é comumente relatada para Florestas Tropicais Úmidas [13, 47]. Sematophyllaceae também se destacou nos trabalhos anteriores para troncos em decomposição [6, 16, 17]. A família Sematophyllaceae é significativa entre os musgos pleurocápicos, com uma ampla distribuição pelo país, ocorrendo em todos os domínios fitogeográficos, entretanto, a Floresta Atlântica apresenta uma grande riqueza de espécies [48, 49]. Para Silva e Pôrto (2007) [17], Calymperaceae já havia sido citada com grande representatividade.

Nos trabalhos de Silva e Pôrto (2007) [17] e Lima et al. (2023) [6], os musgos pleurocápicos se destacaram como os mais abundantes, uma conclusão semelhante ao presente estudo. As comunidades epíxilas são notavelmente diversas em musgos pleurocápicos, os quais são caracterizados por gametófitos geralmente prostados, altamente ramificados e propensos a crescer formando tapetes densamente entrelaçados [11]. Nas publicações que tratam das briófitas do Ceará, o grupo está bem representado [43, 50, 51]. As famílias de musgos pleurocápicos encontradas foram: Cryphaeaceae, Fabroniaceae, Hypnaceae, Orthotrichaceae, Pilotrichaceae, Pylaisiadelphaceae, Pterobryaceae, Racopilaceae, Sematophyllaceae e Stereophyllaceae, e estas estão entre as mais citadas para a brioflora cearense em estudos florísticos [41, 43, 45, 50, 51]. Foi encontrada uma média de aproximadamente três a quatro espécies por tronco, sendo que o tronco 31 apresentou maior riqueza com 10 espécies, seguido pelos troncos 26 e 29, que registraram nove espécies, cada. Em alguns troncos, foi encontrada apenas uma espécie colonizando o substrato (Figura 5). Esses resultados evidenciam que os troncos em decomposição são fundamentais por sustentar uma alta riqueza de espécies [9, 10]. No trabalho de Lima et al. (2023) [6], a riqueza de espécies variou de uma a 10 por tronco.

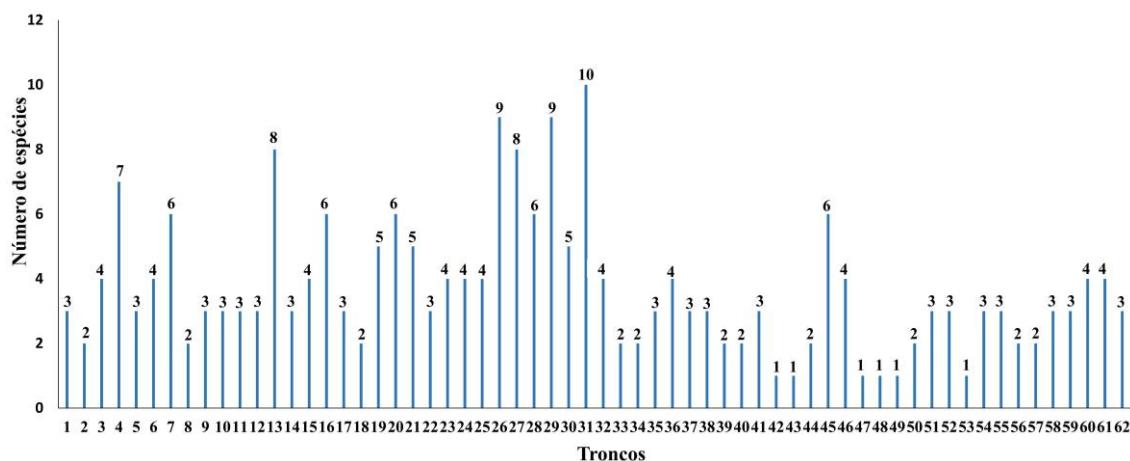


Figura 5. Riqueza de espécies de briófitas epíxilas por tronco em decomposição. Cada barra representa um dos 62 troncos amostrados nos municípios de Viçosa e Ubajara, indicando o número de espécies registradas por tronco. A maioria dos troncos apresentou uma riqueza de 3 a 4 espécies, com apenas um tronco contendo até 10 espécies, enquanto outros apresentaram apenas uma espécie, sugerindo uma distribuição concentrada da diversidade nas amostras.

Das 55 espécies identificadas, 14 nunca haviam sido registradas como epíxilas. A maioria das espécies encontradas não está limitada a troncos em decomposição e são registradas em outros tipos de substratos como rochas, solos, superfície de folhas e troncos vivos [6]. Segundo Sastre-de-Jésus (1992) [15], muitas espécies que aparecem em troncos decompostos também podem ocorrer como epífitas. *Calymperes tenerum* Müll.Hal. e *Drepanolejeunea anoplantha* (Spruce) Steph. são exemplos de espécies que eram conhecidas como colonizadoras exclusivas de troncos vivos, o que pode levar a inferir que estas espécies já estavam no substrato antes de sua queda e início do processo de decomposição [6].

Brittonodoxa subpinnata (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva, *Calymperes erosum* Müll. Hal., *Fissidens brevipes* Besch., *Isopterygium tenerum* (Sw.) Mitt. e *Lejeunea*

phylllobola Nees & Mont. foram as espécies com maior frequência. Grande parte das espécies apresenta uma ampla distribuição geográfica no Brasil, a exemplo de: *Syrrhopodon prolifer* Schwägr. var. *prolifer*, *Octoblepharum albidum* Hedw., *Microcalpe subsimplex* (Hedw.) W. R. Buck e *Entodontopsis leucostega* (Brid.) W.R.Buck & Ireland. Essas espécies são ditas como generalistas, pois são capazes de ocupar uma ampla gama de ambientes e possuem características morfológicas que lhes permitem resistir a condições adversas, como a presença de papilas, costa e pigmentos acessórios, que contribuem para a proteção contra a intensa radiação solar [30, 52].

Os resultados estatísticos mostraram que não existem diferenças significativas da riqueza de briófitas epíxilas entre os municípios de Ubajara e Viçosa ($W = 456$, $p = 0.74$) (Figura 6). Essa semelhança pode ser explicada pelo fato de os municípios estarem inseridos no mesmo tipo de ambiente, ou seja, em áreas de matas serranas [4, 19]. A análise de composição mostrou uma variação da composição ($F = 1,60 = 1,94$, $p < 0.01$), com valor de Stress: 0.17, entre as duas áreas (Figura 7).

Das espécies encontradas, 16 ocorreram apenas no município de Ubajara, a exemplo de *Fissidens curvatus* Hornsch., *Plagiochila montagnei* Nees, *Callicostella pallida* (Hornsch.) Ångström, *Lejeunea cancellata* Nees & Mont. e *Metzgeria aurantiaca* Steph. Em relação à área de Viçosa, seis espécies ocorreram apenas no município: *Trichosteleum glaziovii* (Hampe) W. R. Buck, *Fissidens zollingeri* Mont., *Lepidopilum amplirete* Müll.Hal., *Cylindrocolea planifolia* (Steph.) R. M. Schust., *Cylindrocolea rhizantha* (Mont.) R. M. Schust. e *Drepanolejeunea fragilis* Bischl.

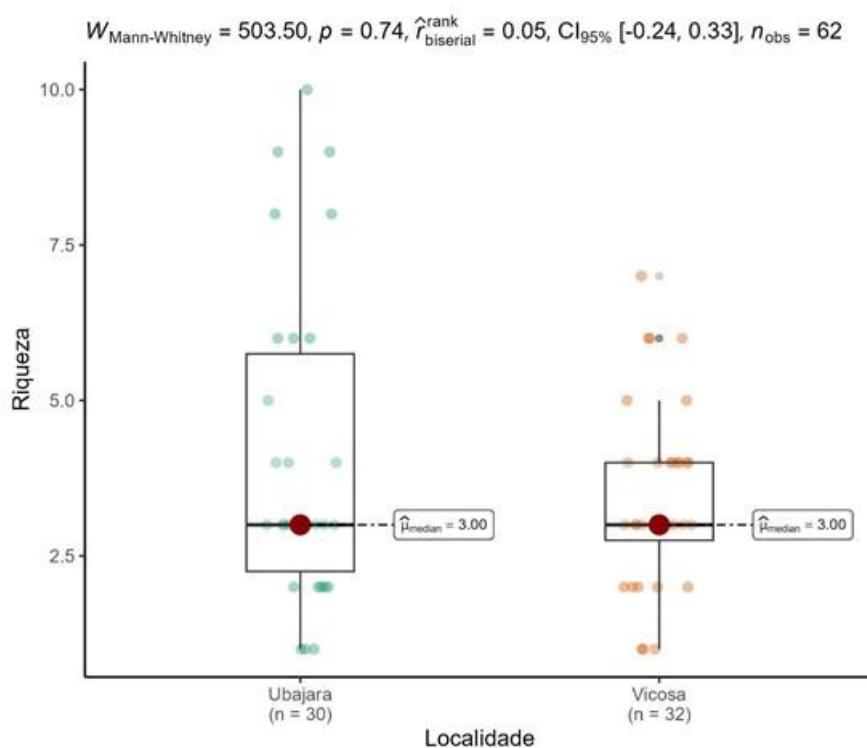


Figura 6. Comparação da riqueza de briófitas epíxilas (crescendo sobre troncos em decomposição) entre os municípios de Viçosa e Ubajara. A análise não indicou diferença significativa na riqueza de espécies entre os municípios (teste de Wilcoxon: $W = 456$; $p = 0,74$), sugerindo similaridade na diversidade de briófitas epíxilas nas áreas amostradas.

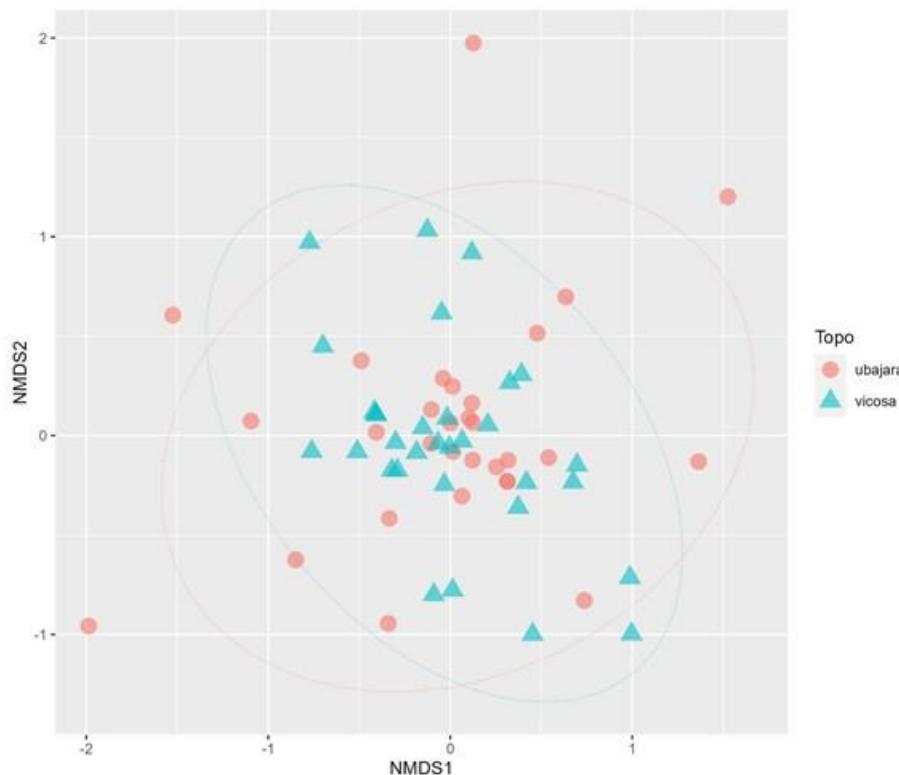


Figura 7: Ordenação por NMDS (Non-metric Multidimensional Scaling) da composição de espécies nos municípios de Viçosa e Ubajara. A análise evidenciou diferenças significativas entre os municípios (PERMANOVA: $F = 1,60$; $R^2 = 1,94$; $p < 0,01$), indicando variação florística nas áreas amostradas, o valor de stress da ordenação foi de 0,17.

As 54 espécies registradas no levantamento florístico ressaltam a relevância de inventários florísticos, mostrando sua importância para o conhecimento da biodiversidade em diferentes localidades do planeta [3]. Myers et al. (2000) [53] apontam para a necessidade especial de estudos florísticos nas regiões neotropicais, uma vez que estas áreas abrigam *hotspots* que, conforme indicado por Brooks et al. (2002) [54], representam cerca de 50% das plantas e 17% dos vertebrados ameaçados de extinção em todo o mundo.

Diferentes trabalhos realizados para o Ceará registraram novas ocorrências de briófitas e contribuíram para o aumento de espécies catalogadas para o estado [3, 21, 42, 43, 45, 51]. No entanto, a flora briofítica cearense ainda é pouco explorada. Os esforços de trabalhos de levantamento florístico como esse estudo, são importantes para o conhecimento da brioflora cearense. Segundo Pereira et al. (2012) [55], os estudos de levantamentos de espécies de uma determinada região são fundamentais para a elaboração de um plano de manejo e para o entendimento da composição vegetal, atrelado aos levantamentos florísticos, a taxonomia desempenha um papel essencial, sendo uma ciência fundamental que subsidia outras áreas e os novos dados coletados contribuem significativamente para a expansão do conhecimento sobre a diversidade local e regional [56].

Foram encontradas oito novas ocorrências para o estado do Ceará: *Calymperes tenerum* Müll.Hal., *Chryso-hypnum diminutivum* (Hampe) W.R.Buck, *Drepanolejeunea bidens* (Steph.) A. Evans, *Fissidens brevipes* Besch., *Fissidens curvatus* Hornsch., *Lejeunea acanthogona* var. *grossiretis* (Steph.) Gradst. & C. J. Bastos, *Trichosteleum brachydictyon* (Besch.) A. Jaeger e *T. glaziovii* (Hampe) W. R. Buck (Figura 8). Maes et al. (2015) [57] afirmam que registros de distribuição geográfica de espécies são cruciais no estudo da biodiversidade, com aplicações que vão desde o entendimento do status de conservação de uma espécie até a observação de padrões de diversidade de um táxon. Isso destaca a notoriedade dos registros de ocorrências das espécies [58]. A brioflora da região neotropical está sendo amplamente explorada por meio de estudos



florístico, como este, que registram novas espécies e atualizam a ocorrência geográfica dos táxons [3, 59-61].

Figura 8: Novas ocorrências para o estado do Ceará. A: Calymperes tenerum; B: Chrysohypnum diminutivum; C: Fissidens curvatus; D: Fissidens brevipes; E: Trichosteleum glaziovii; F: Trichosteleum brachydictyon; G: Drepanolejeunea bidens; H: Lejeunea acanthogona var. grossiretis. Barra de escala = 100 µm.

Os diferentes trabalhos florísticos realizados no Ceará relatam significativas riquezas de espécies [42, 43, 51]. Em outros trabalhos florísticos para o estado, como Batista et al. (2018) [37] e Oliveira et al. 2019 [62], se observa também a importância dos troncos em decomposição como microhabitats favoráveis a uma alta biodiversidade [9, 10]. Conforme apontado no presente

estudo, o substrato epíxilo desempenha um papel essencial na dinâmica dos ecossistemas florestais, funcionando como um substrato importante para o estabelecimento e desenvolvimento de briófitas. Diversos trabalhos anteriores corroboram essa evidência, ressaltando a importância desse recurso na promoção da diversidade e na manutenção das comunidades briofíticas em diferentes tipos de ambientes [63-65].

4. CONCLUSÃO

Os resultados destacam a relevância dos estudos florísticos de briófitas, ampliando assim significativamente a compreensão da brioflora do Brasil. As novas descobertas preenchem lacunas do conhecimento e ressaltam a necessidade de mais estudos com este escopo no país. A presente pesquisa contribuiu para ampliar o conhecimento sobre a distribuição geográfica de oito espécies no Brasil e enfatizar a importância deste tipo de pesquisa. Além disso, constata-se que é crucial aprofundar o conhecimento das briófitas epíxilas, pois compreender esse grupo pode ser fundamental para a preservação dos ecossistemas e na restauração ambiental, além de desempenhar um papel vital na sucessão ecológica.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Agradecemos ao programa de Pós-graduação em Botânica da Universidade Estadual de Feira de Santana, pelo suporte logístico ao Laboratório de Botânica da Universidade Estadual do Piauí e ao Laboratório de Taxonomia Vegetal da Universidade Estadual de Feira de Santana, por toda infraestrutura prestada para a realização deste trabalho. As instituições de ensino: Universidade Estadual de Feira de Santana e a Universidade Estadual do Piauí. Os autores agradecem também ao Ministério do Meio Ambiente (MMA)/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que autorizou as coletas (número da autorização: 85613). Aos pesquisadores Dr. Denilson Peralta e Dra. Milena Evangelista pelas confirmações de algumas espécies ao longo do trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Costa DP, Luizi-Ponzo AP. Introdução: As briófitas do Brasil. In: Forzza RC, Baumgratz JFA, Bicudo CEM, Carvalho JAA, Costa A, Costa DP, et al., editores. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. Rio de Janeiro (RJ): Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2010. p. 61-8.
2. Flora e Funga do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro (BR): Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2023 [citado 10 nov 2023]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
3. Oliveira HC, Peralta DF. Adições à brioflora de musgos acrocápicos (Bryophyta) do Estado do Ceará, Brasil. *Pesq Botanica*. 2015 Mar;67(3):37-50.
4. Silva JMC, Casteleti CHM. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. 1. ed. Belo Horizonte (MG): Fundação SoS Mata Atlântica Conservação Internacional; 2005.
5. Oliveira HC, Bastos CJP. Fissidentaceae (Bryophyta) da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. *Braz J Bot*. 2010 Set;33(3):393-405. doi:10.1590/S0100-84042010000300003
6. Lima JS, Paciencia MLB, Peralta DF. Does the stage of decomposition of fallen logs influence the bryophyte community? Understanding the epixylic bryophytes in a Nebular Forest in Southeastern Brazil. *Acta Bot Bras*. 2023 Jun;37(2):1-12. doi: 10.1590/1617-941x-abb-2023-0024
7. Vána J. Notes on the Jungermanniineae of the world. *Ser Bot*. 1996 Dec;67(1):99-107.
8. Pócs T. Tropical Forest bryophytes. In: Smith AJE. *Bryophyte ecology*. 1. ed. New York (USA): Chapman and Hall; 1982.
9. Samuelsson J, Ingelög T. Den levande döda veden-bevarande och nyskapande i naturen. 1. ed. Uppsala (SW): Swedish University of Agricultural Sciences; 1996.
10. Magnusson H. Epixylic lichens and bryophytes in young managed forest: Substrate preferences and amounts of dead wood. *Swed Univ Agric Sci*. 2010 Nov;3(1):1-23.
11. Richards PW. The ecology of the tropical forest bryophytes. In: Schuster RM, editor. *New manual of Bryology*. 2. ed. Nichinan (MI): The Hattori Botanical Laboratory; 1984.

12. Mattila P, Koponen T. Diversity of the bryophyte flora and vegetation on Rotten wood in rain and montane forests in northeastern Tanzania. *Trop Bryol.* 1999 Dec;16(1):39-164. doi: 10.11646/bde.16.1.13
13. Gradstein SR, Churchill SP, Salazar-Allen N. Guide to the bryophytes of Tropical America. 1. ed. New York (US): New York Botanical Garden, Memoirs of The New York Botanical Garden; 2001.
14. Söderström L. Sequence of bryophytes and lichens in relation to substrate variables of decaying coniferous wood in Northern Sweden. *Nord J Bot.* 1988 Feb;8(1):89-97. doi: 10.1111/j.1756-1051.1988.tb01709.x
15. Sastre-De Jesús I. Estudios preliminares sobre comunidades de briofitas em troncos em descomposição em el bosque subtropical lluvioso de Puerto Rico. *Trop Bryol.* 1992 Dez;6(1):181-91. doi: 10.11646/BDE.6.1.21
16. Germano SR, Pôrto KC. Ecological analyses of epixylic bryophytes in relation to the decomposition of the substrate (municipality of Timbaúba, Pernambuco, Brazil). *Cryptogam Bryol.* 1997 Nov;18(2):143-50.
17. Silva MPP, Pôrto KC. Composição e riquezas de briófitas epíxilas em fragmentos florestais da Estação Ecológica de Murici, Alagoas. *Rev Bras Biociênc.* 2007 Nov;5(2):243-5.
18. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE). Ceará em mapas. IPECE [Internet]; 12 fev 2007 [citado em 07 nov 2023]. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/lista/index.htm>
19. Araújo FS, Rodal MJ, Barbosa MR. Análise das variações da biodiversidade do bioma Caatinga: suporte a estratégias regionais de conservação. 1. ed. Brasília (BR): Ministério do Meio Ambiente; 2005.
20. Lima, EC. Serras do Ceará. *Rev Casa Geogr Sobral.* 1999 Feb;1(1):1-13.
21. Abreu GMC, Oliveira HC. Contribuições à brioflora do Estado do Ceará, Brasil. *Encycl Biosfera.* 2019 Jun;16(29):18-34. doi: 10.18677/EnciBio_2019A141
22. Figueiredo MA. A cobertura vegetal do Ceará (Unidade Fitogeográficas). 1. ed. Fortaleza (CE): Iplance; 1997.
23. Cunha, BB, Araújo RCP. Avaliação das pressões e ameaças ambientais sobre o Parque Nacional de Ubajara-Ceará: Uma perspectiva da efetividade de gestão. *Prodema.* 2014 Abr;8(1):46-66.
24. Nascimento JLX, Sales-Júnior LGS, Sousa AMBA, Minns J. Avaliação rápida das potencialidades ecológicas e econômicas do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, usando aves como indicadores. *Ornithologia.* 2005 Jun;1(1):33-42.
25. Gradstein SR, Costa DP. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. 1. ed. New York (US): Memoirs of the New York Botanical Garden; 2003.
26. Sharp AJ, Crum HA, Eckel PM. The moss flora of Mexico. 1. ed. New York (US): Botanical Garden Pr Dept; 1994.
27. Bordin J, Yano O. Fissidentaceae (Bryophyta) do Brasil. 1. ed. São Paulo (BR): Boletim do Instituto de Botânica; 2013.
28. Buck WR. Pleurocarpous mosses of the west Indies. 1. ed. New York (US): New York Memoirs of The New York Botanical Garden; 1998.
29. Crandall-Stotler B, Stotler RE, Long DG. Morphology and classification of the Marchantiophyta. In: Goffinet B, Shaw AJ, editores. *Bryophyte biology.* New York (US): Cambridge University Press; 2009.
30. Goffinet B, Shaw AJ. *Bryophyte biology.* 2. ed. Cambridge (UK): University Press; 2009.
31. R Core Team (2023) R: A Language and environment for statistical computing. Vienna (AT): R Foundation for Statistical Computing; 2014.
32. Crawley MJ. The R book. 2. ed. United Kingdom (US): John Wiley & Sons; 2013.
33. Patil I. ggplot2' Based plots with statistical details. R package version 4.3. R core Team; 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/web/packages/ggstatsplot/ggstatsplot.pdf>
34. Hadley W. *ggplot2* Elegant graphics for data analysis. 2. ed. Texas (USA): Springer Nature; 2015.
35. Clarke KR. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aust J Ecol.* 1993 Mar;18(1):117-43. doi: 10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x
36. Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Legendre RKP, McGlinn D, Minchin PR, et al. vegan: Community ecology package. R package version 4.3. R Core Team; 2022. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=vegan>
37. Frahm JP. Manual of tropical bryology. 1. ed. Alemanha (UE): Tropical Bryology; 2003.
38. Vanderpoorten A, Goffinet B. Introduction to bryology. 1. ed. New York (USA): Cambridge University Press; 2009.
39. Vitt DH, Crandall-Stotler B, Wood AJ. Bryophytes, survival in a dry world through tolerance and avoidance. In: Rajakaruna N, Boyd RS, Harris TBV, editores. *Plant ecology and evolution in harsh environments.* New York (US): Nova Science Publishers Inc; 2014. p. 267-95.
40. Pôrto KC, Silveira MFG, Almeida PS. Briófitas da caatinga estação experimental do Ipa, Caruaru – PE. *Acta Bot Bras.* 1994;8(1):77-85. doi: 10.1590/S0102-33061994000100008

41. Batista WVSM, Pôrto KC, Santos ND. Distribution, ecology, and reproduction of bryophytes in a humid enclave in the semiarid region of northeastern Brazil. *Acta Bot Bras.* 2018 Jun;32(2):303-13. doi: 10.1590/0102-33062017abb0339
42. Siqueira SMC, Costa PS, Souza EB, Oliveira HC. Briófitas de um remanescente de Mata Atlântica no Município de Ubajara, CE, Brasil. *Hoehnea.* 2011 Nov;38(4):597-608. doi: 10.1590/S2236-89062011000400006
43. Oliveira HC, Alves MH. Adições à brioflora do Estado do Ceará, Brasil. *Rodriguésia.* 2007 Mar;58(1):01-11. doi: 10.1590/2175-7860200758101
44. Schuster RM. Na annotated synopsis of genera and subgenera de Lejeuneaceae. Introduction; annotated keys subfamilies and genera. 1. ed. Stuttgart (GE): Nova Hedwigia; 1963.
45. Oliveira HC, Bastos CJP. Musgos pleurocárpicos da Chapada da Ibiapaba, Ceará, Brasil. *Acta Bot Bras.* 2009 Set;24(1):193-204. doi: 10.1590/S0102-33062010000100019
46. Lopes SDF, Ramos MB, Almeida GRD. The role of mountains as refugia for biodiversity in brazilian Caatinga: Conservationist implications. *Trop Conserv Sci.* 2017 Jan;10(1):1-12. doi: 10.1177/1940082917702651
47. Gradstein SR. Bryophyte diversity of the Tropical Rainforest. *Arch Sci Genève.* 1995 Mai;48(1):91-6.
48. Costa DP, Peralta DF. Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia.* 2015 Dec;66(4):1063-71. doi: 10.1590/2175-7860201566409
49. Evangelista M, Valente EB, Câmara PEGS, Souza AM, Cerqueira AHG. Família Sematophyllaceae Sensu Stricto Broth. No estado da Bahia. *Pesq Botânica.* 2020 Nov;75(3):253-75.
50. Brito RM, Pôrto KC. Guia de estudos de briófitas: briófitas do Ceará. 1. ed. Fortaleza (CE): UFC; 2000.
51. Yano O, Pôrto KC. Diversidade das briófitas das matas serranas do Ceará, Brasil. *Hoehnea.* 2006 Nov;33(1):7-39.
52. Glime JM. Bryophyte ecology. United States: Michigan Technological University; Botanical Society of America; International Association of Bryology; 2009. Disponível em: www.bryoevol.mtu.edu
53. Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 2000 Feb;403(1):853-8.
54. Brooks TM, Mittermeier RA, Mittermeier CG. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conserv Biol.* 2002 Ago;16(4):909-23.
55. Pereira MS, Silva FCE, Cardoso HCB, Rocha LFB. Levantamento florístico de espécies nativas e exóticas na Universidade Federal de Campina Grande, campus de Cajazeiras. *Encycl Biosfera.* 2012 Nov;8(15):1820-9.
56. Varão LF, Cunha IPR, Peralta DF. Levantamento de briófitas do distrito Bananal, município de Governador Edison Lobão, Maranhão, Brasil. *Rev Biol Ciênc Terra.* 2011;11(2):88-92.
57. Maes D, Isaac NJB, Harrower CA, Collen B, Van Strien AJ, Roy DB. The use of opportunistic data for IUCN Red List assessments. *Biol J Linn Soc.* 2015 Jul;115(3):690-706. doi: 10.1111/bij.12530
58. Costello MJ, Wilson S, Houlding B. Predicting total global species richness using rates of species description and estimates of taxonomic effort. *Syst Biol.* 2012 Ago;61(5):871-83. doi: 10.1093/sysbio/sy080
59. Ballejos J, Bastos CJP. Musgos acrocárpicos do Parque Estadual das Sete Passagens, Brasil. *Rev Bras Bot.* 2010 Jun;33(2):355-70. doi: 10.1590/S0100-84042010000200016
60. Bastos CJP, Yano O, Bosas-Bastos SBV. Briófitas de campos rupestres da Chapada Diamantina, Estado da Bahia, Brasil. *Rev Bras Bot.* 2000 Dez;23(4):359-70. doi: 10.1590/S0100-84042000000400002
61. Yano O, Câmara AS. Briófitas de Manaus, Amazonas, Brasil. *Acta Amazon.* 2005 Set;34(3):112-6. doi: 10.1590/S0044-59672004000300010
62. Oliveira HC, Souza AM, Valente EB. Bryophyte flora of the Apodi Plateau, Ceará, Brazil. *Rodriguésia.* 2019 Out;70(3):2-13. doi: 10.1590/2175-7860201970072
63. Berg A, Gärdenfors U, Hallingback T, Norén M. Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden – analyses of data from a national survey. *Biodivers Conserv.* 2002 Feb;11(2):1479-503. doi: 10.1023/A:1016271823892
64. Hofmeister J, Hošek J, Holá E, Novozámská E. Decline in bryophyte diversity in predominant types of central European managed forests. *Biodivers Conserv.* 2015 Jun;24(2):1391-402. doi: 10.1007/s10531-015-0863-2
65. Söderström L. Substrate preference in some forest bryophytes: a quantitative study. *Lindbergia.* 1993 Mar;18(2):19-103.