

LIBIA MAYERLY CIFUENTES GARCÍA

**LEVANTAMENTO DE BRIÓFITAS E INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM UM
REMANESCENTE DA FLORESTA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

Cifuentes García, Libia Mayerly, 1986-
C569L Levantamento de briófitas e interações ecológicas em um
2018 remanescente da Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil / Libia
Mayerly Cifuentes García. – Viçosa, MG, 2018.
vii, 54 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Texto em português e inglês.

Inclui anexos.

Orientador: Pedro Bond Schwartsburd.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Briófito. 2. Musgo. 3. Hepático. 4. Botânica -
Classificação. 5. Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (MG).
6. Mata Atlântica. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Biologia Vegetal. Programa de Pós-Graduação
em Botânica. II. Título.

CDD 22. ed. 588

LIBIA MAYERLY CIFUENTES GARCÍA

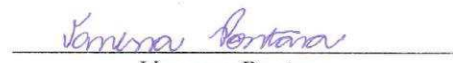
**LEVANTAMENTO DE BRIÓFITAS E INTERAÇÕES ECOLÓGICAS EM UM
REMANESCENTE DA FLORESTA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 19 de julho de 2018.



Jefferson Nunes Fregonezi



Vanessa Pontara



Pedro Bond Schwartsburd
(Orientador)

Dedico,
A Myriam (madre), a Ana de Jesús e Libia
(abuelas), a Clara Rosa (bisabuela) y a todas las
mujeres que me antecedieron. Con infinita
gratitud, en este caminar me reconozco en el amor,
la sabiduría, fuerza, valentía, inspiración y poder
curación que reside en las mujeres de mi sangre.

“ Mas me diga, o que a senhorita admira nos musgos? ”

“A dignidade”. Alma respondeu sem hesitar ”. E também o silêncio e a inteligência.

Gosto do fato de que como área de estudo eles são novos. Não são como outras plantas maiores e mais relevantes, todas elas já analisadas e remexidas por hordas de botânicos. Suponho que também lhes admire a modéstia. Os musgos escondem sua beleza com uma discrição elegante. Em comparação com os musgos, tudo o mais no mundo da botânica parece direto e óbvio demais.

(...) Mas estou adorando ouvir alguém defender a inteligência dos musgos! Soa como se a senhorita estivesse escrevendo uma carta de referência a favor deles.

“Alguém precisa defendê-los, sr. Pike! Eles têm sido muito subestimados, e têm um caráter muito nobre! Na verdade, acho o mundo em miniatura uma dádiva, cuja grandiosidade fica disfarçada, e portanto é uma honra estudá-lo ”.

Elizabeth Gilbert, A assinatura de Todas as Coisas.

AGRADECIMENTOS

A meu pai Fernando e a minha mãe Myriam, pelo amor, apoio e por acreditar em mim;

As minhas irmãs, Diana e Mariana e o meu irmão Estiven, que estão sempre torcendo pelo meu sucesso;

Ao Brasil, por ter-me acolhido e dado a chance de continuar com a minha formação acadêmica e pessoal, estarei infinitamente grata com este belo país por tanto que já me deu!

Ao professor Denilson Fernandes Peralta, por ter me acolhido no Instituto de Botânica de SP, me compartilhado seu tempo, paciência e inúmeros ensinamentos, que tem sido de grande ajuda e inspiração para continuar mergulhando no microcosmos das briófitas;

À orientação e colaboração do professor Pedro Bond Schwartsburd;

A Pedro Manuel Villa, pela ajuda e solidariedade para a realização das análises do segundo capítulo e por todas as assessorias e boas sugestões para plasmar sobre o papel dessa parte da minha dissertação;

Ao meu amigo, Julio Lanazca Vargas, pela amizade, demonstrada de várias formas; pela solidariedade e disposição para me ajudar em campo;

Aos amigos do Herbário VIC da Universidade Federal Viçosa, pela amizade, carinho, colaboração e apoio, especialmente a Nayara Smith, Ronaldo Silva, Genilson Alves, Michael Castro Bonilla e Cristielle Costa;

Aos meus amigos, Nicole Ibagón e José Luis Benavides por me acolher e apoiar e me “mostrar o caminho a Viçosa”;

Ao gerente do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, José Roberto Mendes de Oliveira pela disposição, amabilidade e apoio ao me disponibilizar a logística, transporte e acompanhamento que fizeram possível o desenvolvimento da amostragem desta dissertação;

Aos funcionários do Parque, pelo acompanhamento e amabilidade, especialmente Francisco Javier Oliveira Ramos e Rosmeri Menendes de Paula, que foram uma grata companhia nas jornadas e caminhadas pelo parque;

À Universidade Federal de Viçosa pela infraestrutura e beleza do seu campus, que se converteu na minha segunda casa e o cenário de muitas das mais belas lembranças que levo no meu coração;

Ao Departamento de Biologia Vegetal e ao Programa de Pós-Graduação em Botânica pela oportunidade de conquistar meu título de mestre;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela bolsa concedida;

Ao Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF-MG), pela licença de coleta e transporte de material botânico;

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	5
ARTIGO I: FLORISTIC SURVEY OF BRYOPHYTES IN A REMAINING ATLANTIC FOREST OF SOUTHEASTERN BRAZIL	7
ABSTRACT	8
INTRODUCTION	9
MATERIALS AND METHODS	10
RESULTS	12
DISCUSSION	21
CONCLUSIONS	23
ACKNOWLEDGEMENTS	23
LITERATURE CITED	24
APPENDIX	27
ARTIGO II: DIVERSIDADE E ESTRUTURA DAS BRIÓFITAS ASSOCIADAS COM ASPLENIUM AURITUM, EM UM RESMANESCENTE DA FLORESTA ATLÂNTICA NO SUDESTE DO BRASIL	30
RESUMO	31
ABSTRACT	32
INTRODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	35
RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
MATERIAL SUPLEMENTAR	49
CONCLUSÕES GERAIS	54

RESUMO

CIFUENTES, Libia Mayerly García, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Levantamento de briófitas e interações ecológicas em um remanescente da Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil.** Orientador: Pedro Bond Schwartzburd. Coorientador: Denilson Fernandes Peralta.

Briófitas é um termo genérico para se referir a três grupos de plantas terrestres avasculares: os antóceros, as hepáticas e os musgos, as quais descendem das linhagens de plantas mais antigas que colonizaram o ambiente terrestre. No Brasil, a brioflora é estimada em cerca de 1550 táxons, sendo que a Mata Atlântica constitui a região mais rica em termos da diversidade de briófitas, com 1.337 espécies. Assim, estas plantas são elementos característicos da diversidade e estrutura das comunidades vegetais deste bioma, contribuindo na dinâmica e no funcionamento dele. O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) está inserido no Domínio da Floresta Atlântica, no estado de Minas Gerais, e é composto principalmente por duas fitofisionomias: Floresta Semidecídua e Campos de Altitude. Foram analisadas 514 amostras de briófitas coletadas em oito áreas do PESB, e também 42 parcelas de 10 x 10 cm localizadas em seis localidades deste parque. A listagem florística apresentou 226 táxons, sendo 131 musgos, 94 hepáticas e um antóceros. Os táxons encontrados correspondem a 30% da brioflora de Minas Gerais e 15% no Brasil. Esta dissertação está organizada em uma introdução geral e dois artigos: o artigo I contém a listagem florística, a distribuição brasileira das espécies e o tipo de substrato das briófitas do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, o artigo II apresenta as análises de diversidade e estrutura das briófitas associadas a *Asplenium auritum*, avaliadas em seis localidades do PESB. Este trabalho traz como contribuições, a adição de 190 espécies à lista de espécies reconhecidas para o PESB, a ampliação da distribuição de espécies pouco conhecidas no Brasil, contribui consideravelmente com o acréscimo da coleção de briófitas do herbário VIC e, apresenta a primeira caracterização ecológica das comunidades de briófitas associadas a *A. auritum*. Esses resultados mostram que a área do PESB é prioritária para manutenção e conservação da biodiversidade das briófitas do Brasil.

ABSTRACT

CIFUENTES, Libia Mayerly García, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Floristic survey of bryophytes and ecological interactions in a remaining Atlantic Forest of Southeastern Brazil.** Adviser: Pedro Bond Schwartsburd. Co-adviser: Denilson Fernandes Peralta.

Bryophytes is a generic term to refer to three groups of avascular terrestrial plants: hornworts, liverworts and mosses, which descend from the oldest plant that colonized the terrestrial environment. Bryophytes are a characteristic and important component of the structure in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. This biome has been considered a hotspot of global biodiversity, due to high levels of richness and endemism including mosses and liverworts. The Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) is located in one of the areas of the Atlantic Forest, in Minas Gerais, and is composed by Semideciduous Forest and High-Altitude Fields phytophysionomies. We collected and analyzed 514 specimens of bryophytes, as well as 42 plots of 10 x10 cm in six sites in the PESB. The floristic listing presented 226 taxa, being 131 mosses, 94 liverworts and one hornworts. This diversity represents ca. 30% of the bryoflora of Minas Gerais and 15% of those know for Brazil. This work is organized in a general introduction and two chapters: chapter I presents the floristic listing, the Brazilian distribution of the species and the type of substrate of the bryophytes in the Serra do Brigadeiro State Park, chapter II comprises to analyze of the diversity and structure of the bryophytes associated with *Asplenium auritum*, evaluated in six sites in the PESB. This survey contributes to the knowledge of the briflora of a poorly explored area and adds 190 taxa to the list of species recognized for the PESB. This also helps with the expansion of the distribution of species little known in Brazil and contributes considerably with the addition of the bryophyte collection of the VIC herbarium. Furthermore, this work presents the first ecological characterization of the bryophyte communities associated to *A. auritum*. Finally, our results show that the PESB area is a priority for the maintenance and conservation of bryophyte biodiversity in Brazil.

INTRODUÇÃO GERAL

Briófitas s.l. (sensu lato) é um termo genérico para se referir a três grupos de plantas terrestres avasculares: os antóceros, as hepáticas e os musgos, os quais pertencem, respectivamente, às divisões Anthocerotophyta, Marchantiophyta e Bryophyta (sensu Shaw & Goffinet 2009). A desagregação das briófitas em três grupos diferentes deve-se ao fato de não constituírem uma linhagem monofilética, embora estes organismos compartilhem características fundamentais, como o ciclo de vida com alternância de gerações, em que a fase gametofítica haploide (n) é a dominante, de vida livre e perene, enquanto a fase esporofítica diploide ($2n$) é efêmera e nutricionalmente dependente da primeira (Gradstein et al. 2001).

As briófitas s.l. descendem diretamente das linhagens de plantas mais antigas que colonizaram o ambiente terrestre. Elas já existiam no Devoniano, há 400 milhões de anos, em formas semelhantes às espécies atuais (Frahm 2003). Considera-se as briófitas como um grupo de plantas com características conservadas, com baixas taxas de evolução, que geraram poucas mudanças morfológicas ao longo do tempo (Gradstein et al. 2001). Apesar de ser organismos que expressam grande capacidade para se adaptar a ambientes heterogêneos, respondendo às pressões seletivas por meio de processos de hibridização, poliploidia e diferenciação genética, muitas delas acabaram permanecendo morfológicamente crípticas aos olhos humanos (Shaw & Goffinet 2009).

Diversidade florística das briófitas. As briófitas s.l. compõem o segundo maior grupo de plantas terrestres, ficando atrás apenas das angiospermas, com uma riqueza global que varia entre 15.000 (Costa & Peralta 2015) a 20.000 espécies (The Plant List 2018). A maior porção dessa diversidade encontra-se na região neotropical, com cerca de 4.000 espécies. No Brasil, a brioflora é estimada em cerca de 1500 a 1550 táxons (Gradstein & Costa 2003; Costa & Peralta 2015), dos quais são atualmente conhecidos 880 musgos, 633 hepáticas e 11 antóceros.

A Mata Atlântica constitui a região mais rica do Brasil em termos da diversidade de briófitas s.l., com 71% dos táxons reconhecidos para o país (1.337 spp.), 30% para o neotrópico e 6% para o mundo (Costa 2009). Este domínio apresenta o maior número de espécies endêmicas e ameaçadas dos biomas brasileiros. A região Sudeste tem sido nomeada como o centro de diversidade e endemismo dos musgos e hepáticas no país (Costa & Peralta 2015).

Minas Gerais, com 766 espécies, ocupa a terceira posição, depois do Rio de Janeiro e de São Paulo, cada um com 900 espécies (Costa & Peralta 2015). Estas cifras são susceptíveis a mudanças na medida que novos levantamentos florísticos de áreas pouco exploradas estão sendo realizados e são contabilizadas as novas ocorrências. No estado de Minas Gerais tem-se desenvolvido vários trabalhos de levantamento florístico, em diferentes regiões e biomas. Como resultado desses estudos, na Serra da Canastra, foram encontradas 289 espécies de briófitas s.l. (Carmo & Peralta 2016), enquanto no Parque Estadual do Ibitipoca foram identificadas 209 (Luizi-Ponzo et al. 2013), na Serra do Cipó, 237 táxons (Yano & Peralta 2011a), na Serra de São José, 114 espécies (Yano & Peralta 2011b), na Serra de Grão Mogol, 42 espécies (Yano & Peralta 2009); e na Serra da Piedade, 46 espécies (Yano & Carvalho 1995).

Importância ecológica das briófitas. As briófitas s.l. contribuem na dinâmica e no funcionamento dos ecossistemas onde se desenvolvem. Elas fazem importantes aportes à biomassa global e atuam na ciclagem de carbono e nutrientes por meio do crescimento e decomposição. Além de participar na formação do solo, auxiliam no controle da erosão e na manutenção do seu balanço hídrico (Vanderporter & Goffinet 2009).

Algumas espécies de briófitas estão entre as primeiras plantas que colonizam áreas abertas e perturbadas, podendo ser bons indicadores da qualidade do habitat, já que muitas delas são sensíveis a níveis de umidade na atmosfera, os quais são mais baixos em habitat perturbados, devido à menor sombra e maior evotranspiração (The Plant List 2018). Além disso, as briófitas também oferecem condições propícias de habitat para uma grande variedade de organismos, incluindo microorganismos, invertebrados (afídeos, nematódeos, rotíferos, tardígrados, etc.), pequenos vertebrados e plantas vasculares (Frahm 2003).

Interações ecológicas das briófitas. As variações na morfologia das plantas, mesmo que os diferentes padrões na distribuição das espécies e na estrutura das comunidades, são o produto de interações complexas entre plantas, animais, micróbios e seu ambiente (Ponge 2003). Para as comunidades de briófitas, consideram-se a estrutura e a composição, como o resultado de condições ambientais relacionadas com a disponibilidade de substrato, temperatura e umidade, juntamente com as interações positivas e negativas com outras colônias de briófitas e plantas vasculares (Mulder et al. 2001).

Entre as interações melhor conhecidas das briófitas e outros organismos, destacam-se aquelas que desenvolvem os antóceros, alguns esfágnos e hepáticas (Porella L., Blasia L. e Cavicularia Steph.) com cianobactérias do gênero *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault (Dalton & Chatfield 1985). No entanto, registros da associação de briófitas com plantas vasculares, como as pteridófitas, são escassos. Sylvestre (2001) faz menção ao desenvolvimento da espécie *Asplenium auritum* Sw., sobre rochas e troncos cobertos de briófitas perto de córregos nas florestas brasileiras. Pócs (1982) mencionou briófitas, rupícolas e corticícolas crescendo frequentemente com samambaias da família Hymenophyllaceae.

Desde a perspectiva ontogenética, tanto os gametófitos quanto as plântulas e indivíduos adultos de algumas samambaias têm sido observados desenvolvendo-se em meio à cobertura das briófitas. Em conformidade, tem-se sugerido as briófitas como possíveis facilitadoras da germinação dos esporos e do estabelecimento dos gametófitos das pteridófitas (Dubuisson et al. 2003; Ellyson & Sillett 2003).

Neste trabalho escolheu-se a espécie *Asplenium auritum* para avaliar a relação com a cobertura das briófitas, por se tratar de uma espécie abundante na área de estudo, da qual se observaram diferentes estágios (plântula, juvenil, adultos) se desenvolvendo em meio da cobertura de briófitas. Esta samambaia também tem a característica de apresentar ampla distribuição geográfica e altitudinal desde o nível do mar até cerca de 2000 m de altitude, habitando quase todos os ecossistemas brasileiros (Sylvestre 2001).

A amostragem deste estudo foi feita no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB). Esta área faz parte de um conjunto de serras integrantes da Cadeia da Mantiqueira, chegando aos 1.985 m de altitude em sua cota máxima. De acordo com a classificação de Koeppen (1948), ali predomina o clima mesotérmico médio (CWb), com temperatura média de 18 °C e mínimas inferiores a 0°C nas áreas mais elevadas, e precipitação média anual de 1.500 mm/ano com período seco de junho a agosto (Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro 2007).

O PESB destaca-se por ser uma das escassas áreas de Floresta Atlântica do sudeste brasileiro que ainda está constituída por um remanescente de florestas contínuas de grande extensão (Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro 2007) e que tem-se preservado graças ao relevo acidentado, constituído por escarpas e maciços com grandes áreas de rocha aflorada (Caiafa & Silva 2005).

Sobre o tipo de vegetação que compõe o PESB, há discordâncias entre diferentes autores. Para Veloso et al. (1991), a região é composta por fragmentos secundários de floresta estacional semidecídua, da formação altimontana (Oliveira-Filho & Ratter 1995).

Porém, no Plano de manejo do PESB (2007), ressalta-se que a maior parte da área do parque é recoberta por formações florestais com características ombrófilas, pois não foi observada deciduidade no conjunto dos elementos arbóreos, sendo que a folhagem é mantida graças ao suprimento de água advinda do nevoeiro intenso e as chuvas orográficas que se apresentam ao longo de todo o ano.

Segundo o Plano de Manejo do PESB (2007), a flora da área está ainda incipientemente estudada, pois apenas se conhece uma lista das espécies mais conspícuas do parque; entretanto, espera-se que novas pesquisas possam trazer importantes conhecimentos da diversidade e avanços no planejamento e proteção da mesma. Para o grupo das briófitas, só há o trabalho de Crum (1994), que descreve a nova espécie *Sphagnum leonii* Crum e a publicação de Leoni e Tinte (2004), apresentando a uma lista preliminar de 52 espécies ocorrentes no PESB.

O presente trabalho teve dois objetivos principais: (1) Conhecer a composição florística das briófitas do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, verificando sua distribuição, endemismo e tipo de substrato, (2) avaliar a composição de espécies, a riqueza de espécies e a estrutura das comunidades de briófitas que estão associadas com a cobertura de *Asplenium auritum*.

Tendo em consideração que o presente trabalho teve dois objetivos distintos, a dissertação está apresentada na forma de dois artigos. No primeiro, é apresentada a lista de briófitas s.l. ocorrentes no PESB. O segundo é composto de uma análise dos padrões de diversidade e estrutura das briófitas associadas com *Asplenium auritum*, em seis localidades do PESB. Cada capítulo já está formatado como artigo a ser submetido à publicação em revista científica indexada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benites VM, Schaefer CEGR, Mendonça ES, Martin Neto L (2001) Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no parque estadual da Serra do Brigadeiro (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 25:661–674
- Caiafa A, Silva A (2005) Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais — Brasil. *Rodriguésia* 56:163–173
- Carmo DM, Peralta DF (2016) Survey of bryophytes in Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Brazil. *Acta Botânica Brasilica* 30:254–265
- Costa DP (2009) Briófitas. Em: Stehlmann JR, Forzza RC, Salino A, Cabral M, Costa DP, Kamino LHY (Eds) *Plantas da Floresta Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 13–17
- Costa DP, Peralta DF (2015) Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguesia* 66:1063–1071
- Crum H (1994) *Sphagnum Leonii*. A new species from Minas Gerais. *Pabstia* 5:1–5
- Dalton D, Chatfield J (1985) A new nitrogen-fixing Cyanophyte–Hepatic association: *Nostoc* and *Porella*. *American Journal of Botany* 72:781–784
- Dubuisson J-Y, Hennequin S, Rakotondrainibe F, Schneider H (2003) Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. *Botanical Journal of the Linnean Society* 142:41–63
- Ellyson WJT, Sillett SC (2003) Epiphyte Communities on Sitka Spruce in an Old-Growth Redwood Forest. *The Bryologist* 106:197–211
- Frahm JP (2003) Manual of Tropical Bryology. *Tropical Bryology* 23: 1–196. Board.
- Gradstein S, Churchill S, Salazar-Allen N (2001) Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 1: 1–577
- Gradstein SR, Costa DP (2003) The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1–318
- Koeppen W (1948) *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica, México & Buenos Aires, 1-478
- Leoni LS, Tinte VA (2004) Flora do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brasil: caracterização da vegetação e lista preliminar das espécies. Carangola, MG, Brasil: Fundação Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Carangola, 21–24
- Luizi-Ponzo A, Siviero T, Amorim E, Henriques D, Rocha L, Gomes, H, Paiva L, Rodrigues R, Silva I, Silva A, Ribeiro G, Gomes, C, Campeão A (2013) Briófitas do Parque Estadual do Ibitipoca no Herbário Prof. Leopoldo Krieger. In: *Flora do Parque Estadual di Ibitipoca e seu entorno*, 1ed edn. Editora UFJF, Juiz de Fora, 95–122

- Mulder CPH, Uliassi DD, Doak DF (2001) Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98:6704–6708
- Newmaster SG, Belland RJ, Arsenault A, Vitt DH, Stephens TR (2005) The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity: Estimating bryophyte diversity. *Diversity and Distributions* 11:57–72
- Oliveira-Filho A, Ratter J (1995) A study of the origin of Central Brazilian Forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Journal of Botany* 52:141–194
- Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (2007) Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, 1-89
- Pócs T (1982) Tropical Forest Bryophytes. Em: Smith AJE (Ed) *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London, New York, 59–103
- Ponge J-F (2003) Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. *Soil Biology and Biochemistry* 35:935–945
- Shaw A, Goffinet B (2009) *Bryophyte Biology*, second edition. Cambridge University Press, Cambridge, 1-581
- Sylvestre L (2001) Revisão taxonômica das espécies da família Aspleniaceae A.B. Frank ocorrentes no Brasil. Tesis Doutoral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1-457
- The Plant List (2018) Version 1.1. Publicado online; <http://www.theplantlist.org/> Acessado em: 2018-5-20
- Vanderporter A, Goffinet B (2009) *Introduction to Bryophytes*. Cambridge University Press, New York, 1-329
- Veloso H, Rangel-Filho A, Lima J (1991) Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1-123
- Yano O, Carvalho A (1995) Briófitas da Serra da Piedade, Minas Gerais, Brasil. In *Anais do 9o Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*:15–25
- Yano O, Peralta DF (2011a) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Briófitas (Anthocerotophyta, Bryophyta e Marchantiophyta). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 29:135–211
- Yano O, Peralta DF (2011b) Bryophytes from Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo*, 21:141–172
- Yano O, Peralta DF (2009) Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais. Briófitas (Bryophyta e Marchantiophyta). *Boletim da Universidade de São Paulo*, 27:1–26

**Artigo I: Floristic survey of bryophytes in a remaining Atlantic Forest of
Southeastern Brazil.**

Normas: Checklist

**Libia Mayerly Cifuentes-García^{1*}, Pedro Bond Schwartzburd¹ and Denilson
Fernandes Peralta²**

1 Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Departamento de Biologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica, CCB2,
3º andar, Avenida P.H. Rolfs s/n, Campus Universitário, CEP 36570-900, Viçosa, MG,
Brazil

2 Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Briologia, Caixa Postal 68041, 04045-
972 São Paulo, SP, Brasil.

Author for correspondence: libiacifuentes1986@gmail.com

ABSTRACT

Bryophytes are a characteristic and important component of the structure in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. They have high levels of richness and endemism in this biome, but this bryoflora could be seriously threatened as a result of the intense reduction of this formation ecosystem. Studies of bryophytes in the Atlantic Forests of Minas Gerais state are scarce. The aim was present a detailed floristic survey of the bryophytes of the Serra do Brigadeiro State Park, including an assessment of species richness, as well as information on substrate preference of each species, and its geographical distributions in Brazil. We found 226 taxa of bryophytes s.l.: one hornwort, 131 mosses and 94 liverworts. This diversity represents ca. 30% of the bryoflora of Minas Gerais and 15% of those know for Brazil. Twenty-one of the bryophytes species are endemic to Brazil, whereas twenty-three species are recorded for the first time in Minas Gerais. The bryoflora showed preference for corticolous substrate (53%) and rupicolous (28%). The data obtained in this study show that the Serra do Brigadeiro state park is an important area for conservation of diversity of Brazilian bryophytes and for the conservation and maintenance of endemics species, rare or moderate distribution in Brazil.

KEY WORDS

Mosses; liverworts; Atlantic Forest; Minas Gerais; endemism; substrate; conservation

INTRODUCTION

Bryophytes s.l. (*sensu lato*) is a name for avascular plants characterized by a life cycle featuring alternating haploid and diploid generations with a dominant gametophyte (Vanderporter & Goffinet 2009), and an unbranched sporophyte with a single sporangium. Currently, there are three lineages of bryophytes: mosses (Bryophyta in the strict sense), liverworts (Marchantiophyta), and hornworts (Anthocerotophyta).

These plants are, in number, the second largest group of land plants with ca. 15,000 (Frahm 2003) to 20,000 species (The Plant List 2018). In Brazil, 1,500 to 1,524 taxa have been recorded (Gradstein & Costa 2003, Costa & Peralta 2015), and the country has the highest rates of endemism, 25% of its bryoflora are endemic to the country (Costa & Peralta 2015).

Bryophytes s.l. are a characteristic and important component of the structure in the Atlantic Forest of Southeastern Brazil. This biome has been considered a hotspot of global biodiversity, due to high levels of richness and endemism (Stehmann et al. 2009), including mosses and liverworts. However, this bryoflora could be seriously threatened as a result of the accelerated reduction of the Atlantic Forests (Costa & Gomes 2003), thus, many species could disappear without being previously known by science.

Studies of bryophytes in the state of Minas Gerais are scarce, and considered insufficient, due to the size of the state. Costa (2009) points out the need of floristic surveys and guides to enhance the knowledge of this group. The main works, were done in the Brazilian Savannah (Cerrado biome), such as in Serra da Canastra (Yano & Carvalho 1995, Carmo & Peralta 2016), in Serra do Cipó National Park (Yano & Peralta 2011a, Sousa & Câmara 2015), in Serra de São José (Yano & Peralta 2011b), and in the Ibitipoca State Park (Luizi-Ponzo et al. 2013).

The Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) is located in one of the areas of the Atlantic Forest that still comprises large tracts of continuous forest (Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro 2007). The park has a variety of geographical, climatic and phytophysiological conditions, and, consequently, it harbors a high quality and quantity of microhabitats, with a great variation in the availability of nutrients, a key factor in the diversity patterns of bryophytes (Pócs 1982, Newmaster et al. 2005). For these reasons, it is assumed that this area could harbor a diverse, endemic

and threatened community of bryophytes, with the possibility the new species records for the state of Minas Gerais.

Despite its relevance, the bryoflora of the Serra do Brigadeiro state park is still poorly known. There are only three papers citing bryophytes collected in the PESB: Crum (1994), describing a new species *Sphagnum leonii* Crum., Leoni & Tinte (2004) listing 52 species that occur in the area and Castro et al. (2011) listing to the herbarium species. Herbarium collections include ca. 80 specimens deposited in SP and 40 specimens at RB (Herbaria acronyms follow Index Herbariorum), most of them collected by Lucio de Souza Leoni in the 1990's.

In this paper, we present a detailed floristic survey of the bryophytes of the Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), including an assessment of species richness, as well as information on substrate preference of each species, and its geographical distributions at the national level.

MATERIALS AND METHODS

Study site. The Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB) is a protected area with state administration located among the municipalities of Ervália, Fervedouro, Sericita, Araçuaia, Miradouro, Pedra Bonita, Muriaé and Divino, Minas Gerais state, Brazil. The PESB covers an area of 14,985 ha between the geographical coordinates 20° 33' to 21° 00' S and 42° 40' to 40° 20' W (Figure 1). The vegetation in the PESB is composed of secondary fragments inserted in the area of Atlantic Forest biome (Caiafa & Silva 2005) and has two types vegetal formations according with IBGE (2012): (1) Semi-Deciduous Forest from the altomontana formation and (2) high-altitude fields (campos de altitude).

Floristic surveys. Specimens were collected during four field expeditions that were taken from May 2017 to April 2018, along eight pre-existent trails located in the northern, central and southern areas of the park (approximate coordinates plotted in Fig. 1). Collecting effort was intended to cover the range of habitats and microhabitats available for bryophytes, like soil, trunks, lianas, shrubs, rocks, in semi-deciduous forest and high-altitude fields, between 1000 to 1540 m of the elevation, following Frahm's recommendations (2003). Specimens were deposited at VIC herbarium, with duplicates

in SP. Sampling was permitted by the Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais (IEF).

Bryophyte identification. For the samples identification were used methods that including the preparation of slides and observation in stereo and optical microscope, using keys and specialized literature according to each family (Yano & Peralta 2011a, Frahm 1991, Sharp et al. 1994, Yano & Carvalho 1995, Gradstein, Churchill, et al. 2001, Gradstein & Costa 2003, Bordin & Yano 2013). The majority of the samples were identified to species level, 14 samples could only be identified genera level, because they are different of those recognized.

Our classification follows Söderström et al. (2016) for Anthocerotophyta and Marchantiophyta and Goffinet et al. (2009) for Bryophyta. The taxa are listed in alphabetical order by families, genera, and species, including the Brazilian geographical distribution proposed by Valente & Pôrto (2006), who classify species as Endemic, Rare, Moderate or Wide on the distribution in Brazilian states (Flora do Brasil 2020 2018, Santos et al. 2017, Carmo & Peralta 2016, Costa & Peralta 2015, Yano & Peralta 2011a and Gradstein & Costa 2003).

Species classification according to the substrate types follows Robbins (1952): (1) corticolous, species that grow on living trunks and branches; (2) epiphyllous, those that grow on leaves, (3) epixylic, on dead or decaying trunk; (4) rupicolous, on stones and (5) terrestrial, on the ground.

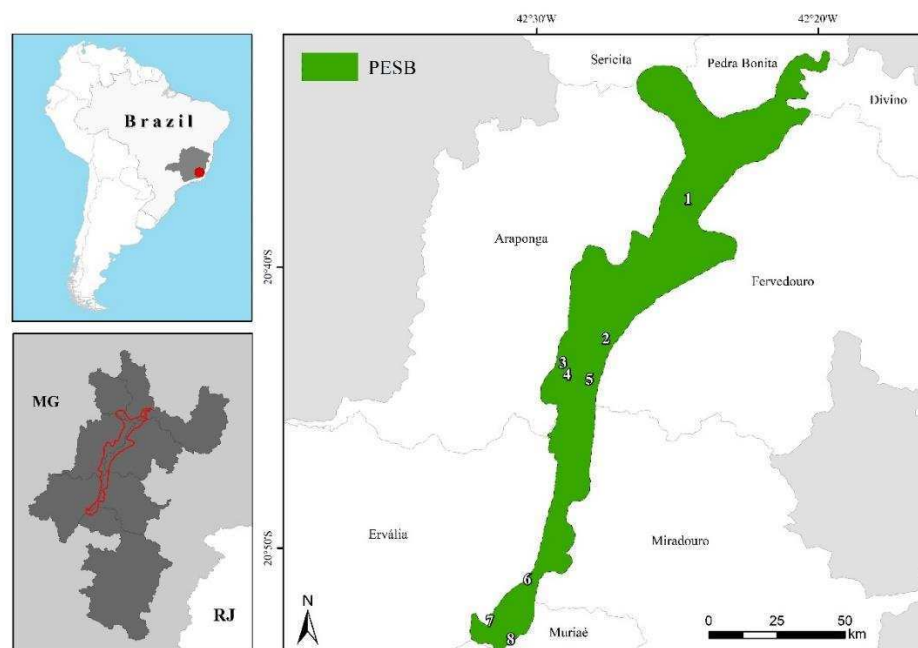


Figure 1. Location map of Serra do Brigadeiro State Park (PESB) in Minas Gerais state, Brazil. Areas samples in this survey: (1) Trilha do Laje do Ouro, (2) Trilha do Carvão, (3) Trilha do Pico do Grama, (4) Trilha da Lajinha, (5) Trilha da Pedra do Pico do Pato, (6) Trilha do Cruzeiro do Careço, (7) Trilha do Itajurú and (8) Trilha do Avião.

RESULTS

We collected and analyzed 514 specimens, corresponding to 212 taxa of bryophytes s.l.: one hornwort, 122 mosses (32 families, 63 genera), and 89 liverworts (20 families, 42 genera) (Table 1). These taxa comprise 206 species, 3 varieties and 3 morpho-species (taxa identified only to general level). In addition, we included 9 mosses species and 5 liverworts cited by Leoni & Tinte (2004).

The richest families of Marchantiophyta were Lejeuneaceae with 36 species (36%), Plagiochilaceae with 10 (11 %), and Lepidoziaceae with 6 (6%). For Bryophyta, the richest families were Leucobryaceae with 17 species (13%), Sematophyllaceae with 12 (10%), and Pilotrichaceae with 9 (7%). The most representative genera in the liverworts were Plagiochila (Fig. 8 and 14, appendix) and Lejeunea, with 10 species each, and for mosses, Campylopus, with 11 species, and Fissidens (Fig. 6, appendix), with 9, were the most speciose genera (Table 1).

Regarding substrate colonization, 124 taxa are from corticolous substrates, 65 are rupicolous, 27 are terrestrial, 10 are epixylic, and 7 are epiphyllous.

Concerning their Brazilian distribution, 96 taxa have wide distribution, 87 moderate distributed, and 27 are rare. The remaining taxa were identified only to genus. Twenty-one of the bryophyte species are endemic to Brazil, including 16 species of mosses and 5 liverworts, whereas twenty-three species (10%) are recorded for the first time in the Minas Gerais (Table 1).

Table 1. List of bryophyte species found in Serra do Brigadeiro State Park with their substrate and geographic distribution in Brazil. Subst. = substrate: C = corticolous, E = epixylic, EP = epiphyllous and T = terrestrial. Distribution in Brazil states: EN = Endemic, RA = Rare, MO = Moderate and W = Wide. Voucher information corresponds to the collecting series of Libia Mayerly Cifuentes (LMC) and Lúcio Sousa Leoni (LSL)
* = New record for Minas Gerais State.

<i>Taxa</i>	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
Anthocerotophyta				
Anthocerotaceae				
<i>Anthoceros punctatus</i> L.	T	AM,BA,CE,ES,MG,MT,PB,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC 659
Bryophyta				
Bartramiaceae				
<i>Breutelia</i> cf. <i>subtomentosa</i> (Hampe) A.Jaeger	R	ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LSL 417
<i>Breutelia tomentosa</i> (Sw. ex Brid.) A. Jaeger	T	BA,MG,SP,RS,SC	MO	LMC350
<i>Leiomela bartramioides</i> (Hook.) Paris	C-R	MG,RJ,SP	RA/EN	LMC351
<i>Philonotis sphaerocarpa</i> (Hedw.) Brid.	R-T	AM,BA,CE,MG,MT,RJ,SC,SP	MO	LMC479
<i>Philonotis uncinata</i> (Schwägr.) Brid.	R	AC,AM,AP,BA,CE,DF,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PB,PI,PR,RJ,RO,RS,SC,SP,TO	W	LMC514
Brachytheciaceae				
<i>Meteoridium remotifolium</i> (Müll.Hal.) Manuel	C	BA,ES,GO,MG,MT,PB,PE,PR,RJ,RS,RR,SC,SP	W	LSL 2178
<i>Rhynchostegium serrulatum</i> (Hedw.) A.Jaeger	T-C	PR,RS,MG	RA	LMC659
<i>Squamidium brasiliense</i> Broth.	T-R	BA,ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC704
<i>Zelometeorium patens</i> (Hook.) Manuel	C-R	ES,MG,MT,RJ,SP	MO	LMC410
<i>Zelometeorium patulum</i> (Hedw.) Manuel	C-R	AC,AL,AM,AP,BA,CE,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP,TO	W	LMC759
Bryaceae				
<i>Brachymenium hornschuchianum</i> Mart.	C	BA,ES,MG,PR,RJ,RS,SP	MO/EN	LMC484
<i>Brachymenium patulum</i> (Müll. Hal.) Schimp. ex Besch.	C	ES,MG,SP	RA	LMC502
<i>Bryum argenteum</i> Broth.	R	AL,AM,BA,CE,DF,ES,GO,MA,MG,MS,MT,PB,PE,PR,RJ,RN,RS,SC,SP	W	LMC479
<i>Bryum cellulare</i> Hook.	R			LMC479
<i>Bryum subapiculatum</i> Hampe	T	BA,GO,MG,RJ,SP	MO/EN	LMC477
<i>Bryum</i> sp.	C			LMC556
<i>Rhodobryum subverticillatum</i> Broth.	R	BA,MG,PA,PE,RJ,SC,SP	MO	LMC352
* <i>Rosulabryum canariense</i> (Brid.) Ochyra	T	MT	RA	LMC495
<i>Rosulabryum densifolium</i> (Brid.) Ochyra	T-R	BA,DF,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC677
Calymperaceae				
<i>Octoblepharum albidum</i> Hedw.	R	AC,AL,AM,AP,BA,CE,ES,DF,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PB,PE,PI,PR,RJ,RN,RO,RS,RR,SE,SC,TO	W	LMC491
<i>Syrrhopodon brasiliensis</i> W.D.Reese	C	ES,MG,SP	RA/EN	LMC554
<i>Syrrhopodon gaudichaudii</i> Mont.	C	AM,AP,BA,ES,DF,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ,RO,RS,SC,SP,TO	W	LMC536
<i>Syrrhopodon incompletus</i> Schwägr.	E	AC,AM,AP,BA,DF,GO,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ,RO,RR,SC,SP,TO	W	LMC690
* <i>Syrrhopodon leprieuri</i> Mont.	R	AC,AM,AP,BA,MT,PA,RO,RR	MO	LMC446
<i>Syrrhopodon prolifer</i> Schwägr.	C-T-R-E	AL,AM,AP,BA,CE,DF,ES,GO,MG,MT,PA,PE,PI,PR,RJ,RO,RS,SC,SE,SP,TO	W	LMC552
<i>Syrrhopodon tortilis</i> Hampe	R	MG,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC605
Cryphaeaceae				
<i>Schoenobryum concavifolium</i> (Griff.) Gangulee	C	AC,AM,BA,ES,DF,MG,MS,MT,PE,PR,RJ,RO,RS,SC,SP	W	LMC485

<i>Taxa</i>	<i>Subs.</i>	<i>Distribution in Brazilian states</i>	<i>Status</i>	<i>Voucher</i>
Daltoniaceae				
<i>Calypstrochaeta setigera</i> (Mitt.) W.R.Buck	C	AC, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC594
Dicranaceae				
<i>Dicranella guilleminiana</i> (Mont.) Mitt.	T	MG, RJ, SP	RA	LSL 2811
<i>Holomitrium arboreum</i> Mitt.	T	AM, BA, ES, GO, MG, MT, PA, PE, PR, RJ, RO, RR, RS, SP	W	LMC696
<i>Holomitrium crispulum</i> Mart.	R	AM, BA, ES, GO, MG, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC504
<i>Leucoloma tortellum</i> (Mitt.) A. Jaeger	C	AM, CE, MG, MT, PA, PR, RO, RR, SP	W	LSL 2811
* <i>Leucoloma triforme</i> (Mitt.) A. Jaeger	T-C	ES, PR, RJ, SP	RA/EN	LMC559
Entodontaceae				
<i>Entodon argyreus</i> (Besch.) Besch.	R			LMC650
Fissidentaceae				
<i>Fissidens asplenioides</i> Hedw.	R	BA, MG, MT, PB, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC409
* <i>Fissidens dissitifolius</i> Sull.	C	BA, SP, PR	RA	LMC716
<i>Fissidens elegans</i> Brid.	R	AC, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP	W	LMC580
<i>Fissidens hornschurchii</i> Mont.	C-R	AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PI, RJ, RO, RS, SC, SP	W	LMC725
<i>Fissidens pellucidus</i> Hornsch	C	AC, AM, BA, CE, ES, DF, GO, MG, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RS, RO, RR, SC, SP, TO	W	LMC760
<i>Fissidens saprophilus</i> Broth.	C	MG, PR, RS, SP	MO	LMC539
<i>Fissidens scariosus</i> Mitt.	T	BA, ES, MA, MG, PA, PB, PE, PR, RJ, RO, RS, SC, SP	W	LMC507
<i>Fissidens zollingeri</i> Mont.	R	AC, AL, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MT, MS, PB, PE, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SE, SP, TO	W	LMC756
Hookeriaceae				
* <i>Crossomitrium epiphyllum</i> (Mitt.) Müll. Hal.	C	BA, SP	RA	LMC646
* <i>Crossomitrium saprophilum</i> Broth.	R	SP	RA	LMC667
Hypnaceae				
<i>Chryso-hypnum diminutivum</i> (Hampe) W.R.Buck	C-T-R	AC, AM, AP, BA, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RO, RR, RS, SC, SP, TO	W	LMC492
<i>Chryso-hypnum elegantulum</i> (Hook.) Hampe	R	AC, AM, AP, BA, DF, GO, MG, MS, MT, PR, RJ, RS, SC, SP		LMC680
<i>Mittenothamnium reptans</i> (Hedw.) Cardot	C	ES, MG, MT, PE, PR, RJ, RN, RS, SC, SP	W	LMC424
Hypopterygiaceae				
<i>Hypopterygium tamariscinum</i> (Hedw.) Brid.	C	BA, ES, MA, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC439
* <i>Lopidium concinnum</i> (Hook.) Wilson	C-R	ES, MG, PA, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC600
Lembophyllaceae				
<i>Orthostichella pachygastrella</i> (Müll. Hal. ex Ångstr.) B.H. Allen & Magill	C	MG, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC428
<i>Pilotrichella flexilis</i> (Hedw.) Ångström	C	AP, BA, ES, MG, MS, MT, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC557
Leucobryaceae				
<i>Campylopus aemulans</i> (Hampe) A. Jaeger	R	ES, GO, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC393
<i>Campylopus arctocarpus</i> (Hornsch.) Mitt.	T	BA, ES, GO, MG, MT, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC399
<i>Campylopus griseus</i> (Hornsch.) A. Jaeger	C	ES, MG, PI, PR, RJ, RS, SC, SP,	W	LSL 2025

<i>Taxa</i>	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
<i>Campylopus filifolius</i> (Hornsch.) Mitt. var. <i>humile</i>	C-T	BA,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC397
<i>Campylopus filifolius</i> (Hornsch.) Mitt. var. <i>filifolius</i>	C	BA,CE,PE	RA	LMC522
<i>Campylopus gastro-alaris</i> (Müll.Hal.) Paris	C	AM,GO,MG,PA	MO	LMC540
<i>Campylopus julaceus</i> A.Jaeger	R	BA,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC497
<i>Campylopus lamellinervis</i> (Müll.Hal.) Mitt.	T	BA,ES,MG,PE,PI,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC482
<i>Campylopus pilifer</i> Brid.	R	AL,AM,BA,CE,DF,ES,MG,MT,PA,PE,PR,RJ, RR,RS,SP	W	LMC570
<i>Campylopus savannarum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	C	AM,BA,CE,ES,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PE,PI, PR,RJ,RO,RR,SE,SP,TO	W	LMC516
<i>Campylopus</i> sp.	R			LMC505
<i>Leucobryum</i> cf. <i>albicans</i> (Schwägr.) Lindb.	C	BA,E,ES,DF,MG,MT,PA,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LSL 5037
<i>Leucobryum clavatum</i> Hampe	C-T	BA,DF,GO,MG,MT,PR,RJ,RS,SC,SP	W/EN	LMC372
<i>Leucobryum crispum</i> Müll. Hal.	T	AM,AP,BA,CE,ES,DF,GO,MT,MGO,PA,PR, RJ,RO,RS,RR,SC,SP,TO	W	LMC559
<i>Leucobryum laevifolium</i> Broth.	R	AM,MG,MT,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC576
<i>Pilopogon guadalupensis</i> (Brid.) J.- P.Frahm	R	BA,ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC375
Meteoriaceae				
<i>Papillaria callocholorosa</i> Müll. Hal.	C			LMC647
Mniaceae				
<i>Plagiomnium rhynchophorum</i> (Hook.) T.J.Kop.	C-T-R	AP,ES,GO,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC353
Neckeraceae				
<i>Neckera ehrenbergii</i> Müll. Hal.	C			LMC588
<i>Neckeropsis disticha</i> (Hedw.) Kindb.	C	AC,AM,BA,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ, RO,RS,RR,SC,SP,TO	W	LMC642
* <i>Porotrichodendron superbum</i> (Taylor) Broth.	R	PR, RS, SC	RA	LMC657
<i>Porotrichum lancifrons</i> (Hampe) Mitt.	R	ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC447
<i>Porotrichum longirostre</i> (Hook.) Mitt.	C-R	MG,MS,MT,PE,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC413
Orthodontiaceae				
<i>Hymenodon aeruginosus</i> (Hook.f. & Wilson) Müll.Hal.	C-R	ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC564
Orthotrichaceae				
* <i>Groutiella apiculata</i> (Hook.) H.A.Crum & Steere	C	BA,ES,MA,MS,MT,PA,PE,PR,RJ,SC,SP	W	LMC354
<i>Groutiella tomentosa</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	C	AM,BA,MT,PA,PE,RJ,RO,SE,SP	MO	LMC355
<i>Macrocoma tenuis</i> (Hook. & Grev.) Brid.	C	DF,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC437
<i>Macromitrium microstomum</i> (Hook. & Grev.) Schwägr.	C	MG,PR,RJ,SP	MO	LMC485
<i>Macromitrium punctatum</i> (Hook. & Grev.) Brid.	C	AM,AP,BA,CE,ES,GO,MG,PR,RJ,RS,SP	W	LMC487
<i>Macromitrium richardii</i> Schwägr.	C	AM,BA,DF,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC549
<i>Macromitrium podocarpi</i> Müll. Hal.	C	AC,AM,BA,CE,ES,MA,MT,PA,PE,PR,RJ,RO, RR,SE,SP	W	LMC641
<i>Schlotheimia appressifolia</i> (Hornsch.) Wijk & Margad.	C	BA,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC640
<i>Schlotheimia jamesonii</i> (Arn.) Brid.	C	AC,BA,DF,ES,GO,MA,MG,MS,PE,PR,RJ,RS, SC,SP	W	LMC641

<i>Taxa</i>	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
<i>Schlotheimia tecta</i> Hook. f. & Wilson	C	CE,ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LSL1918
Phyllogoniaceae				
<i>Phyllogonium viride</i> Brid	C-R	AL,BA,CE,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC366
Pilotrichaceae				
<i>Cyclodictyon albicans</i> (Hedw.) Kuntze	R	CE,GO,MG,MS,MT,PE,PR,RJ,RS,SP	W	LMC590
<i>Cyclodictyon limbatum</i> (Hampe) Kuntze	C	MG,PR,RJ,RS,SC,SP,	MO	LMC501
* <i>Lepidopilum caudicaule</i> (Müll.Hal.) Broth.	C-R	PE,RJ,RS,SC	RA/EN	LMC436
<i>Lepidopilum muelleri</i> (Hampe) Mitt.	C-R	AL,MG,PE,RJ,RS,SP	MO	LMC762
<i>Lepidopilum scabrissetum</i> (Schwägr.) Steere	R	AC,AL,AM,AP,BA,MG,MT,PE,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP	W	LMC758
<i>Thamniopsis incurva</i> (Hornsch.) W.R. Buck	T-E	AM,BA,ES,MG,PA,PB,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC561
<i>Thamniopsis langsdorffii</i> (Hook.) W.R. Buck	C-T-R	CE,ES,MG,PR,RJ,RN,RS,SC,SP	W	LMC724
* <i>Trachyxiphium aduncum</i> (Mitt.) W.R. Buck	T	RJ,RS,SP,	RA	LMC562
<i>Trachyxiphium saxicola</i> (R.S. Williams) Vaz-Imbassahy & Costa	C-R	AL,MG,MT,RJ,RN,RS	MO	LMC501
Polytrichaceae				
<i>Pogonatum campylocarpum</i> (Müll. Hal.) Mitt.	T	MG,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC542
<i>Polytrichum angustifolium</i> Mitt.	R-T	ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO/EN	LMC357
<i>Polytrichum commune</i> L. ex Hedw.	R	AM,BA,DF,ES,GO,MG,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP	W	LMC391
<i>Polytrichum juniperinum</i> Willd. ex Hedw.	R	BA,DF,ES,GO,MG,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP,TO	W	LMC356
Pottiaceae				
<i>Hyophila involuta</i> (Hook.) A. Jaeger	R	AL,AM,BA,ES,CE,DF,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PB,PE,PI,PR,RJ,RO,RS,RR,SP	W	LMC478
<i>Tortella humilis</i> (Hedw.) Jenn.	R	BA,DF,ES,GO,MA,MG,MS,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC480
Prionodontaceae				
<i>Prionodon densus</i> (Hedw.) Müll.Hal.	C	ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC543
Pylaisiadelphaceae				
<i>Isopterygium subbrevisetum</i> (Hampe) Broth.	C	AC,AM,AP,BA,CE,MG,PA,,PR,RJ,RO,RR,SC,SP	W	LMC708
<i>Isopterygium tenerum</i> (Sw.) Mitt.	C	AC,AM,BA,CE,DE,ES,GO,MA,MG,MS,MT,P A, PB,PE,PI,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP,TO	W	LMC706
* <i>Pylaisiadelpha tenuirostris</i> (Bruch & Schimp.) W.R. Buck	E	MS	RA	LMC685
<i>Wijkia flagellifera</i> (Broth.) H.A. Crum	C	BA,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC591
Racopilaceae				
<i>Racopilum tomentosum</i> (Hedw.) Brid.	C-R	CE,DF,GO,MG,MT,PE,PR,RJ	MO	LMC434
Rhacocarpaceae				
<i>Rhacocarpus inermis</i> (Müll.Hal.) Lindb. var. <i>inermis</i>	R	ES,MG,RJ,RS,SC	MO/EN	LMC639
<i>Rhacocarpus purpurascens</i> (Brid.) Müll. Hal.	R	ES,MG,RJ,PR,RS,SC	MO	LSL1922
Rhizogoniaceae				
<i>Pyrrhobryum spiniforme</i> (Hedw.) Mitt.	C-T-E	AM,BA,ES,MG,MT,PE,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SP	W	LMC718

<i>Taxa</i>	<i>Subs.</i>	<i>Distribution in Brazilian states</i>	<i>Status</i>	<i>Voucher</i>
Sematophyllaceae				
<i>Aptychopsis estrellae</i> (Hornsch.) Ångström	C	AL,BA,CE,DF,MG,PA,PR,RJ,RS,SC,SP	W/EN	LMC517
<i>Aptychopsis pyrrophylla</i> (Müll.Hal.) Wijk & Margad.	R-E	AM,BA,ES,MG,RJ,SP	MO/EN	LMC692
<i>Aptychopsis subpungifolia</i> (Broth.) Broth.	C	BA,GO,MG,PE,SP	MO/EN	LMC527
<i>Brittonodoxa subpinnata</i> (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva	C-R	AC,AL,AM,BA,CE,ES,DF,GO,MG,MS,MT, PA,PE,PR,RJ,RS,RR,RO,SC,SP,TO	W	LMC459
<i>Microcalpe subsimplex</i> (Hedw.) W.R. Buck	C-R-T	AC,AL,AM,AP,BA,CE,DF,ES,GO,MA,MG, MS,MT,PA,PE,PI,PR,RJ,RO,RR,RS,SC,SE,SP, TO	W	LMC585
<i>Sematophyllum pectinatum</i> (Herzog) Schäf.-Verw.	C-R			LMC510
<i>Sematophyllum</i> cf. <i>reitzii</i> E.B. Bartram	C-R			LMC467
<i>Sematophyllum subdepressum</i> (Hampe) Broth.	C-R	MT,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC526
<i>Sematophyllum swartzii</i> (Schwägr.) W.H.Welch & H.A.Crum	C-T	BA,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC529
<i>Vitalia cuspidifera</i> (Mitt.) E.A.S.Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck	R	AM,BA,CE,DF,GO,MG,MS,MT,RJ,SC,SP	W	LMC732
<i>Vitalia galipensis</i> (Müll. Hal.) P.E.A.S.Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck	E	BA,CE,ES,DF,GO,MA,MG,MS,PA,PR,RJ,RS, SC,SP,TO	W	LMC717
Sphagnaceae				
<i>Sphagnum gracilescens</i> Müll. Hal.	R	AM,BA,CE,ES,DF,MG,PR,RJ,RS,SCSP	W/EN	LMC373
<i>Sphagnum leonii</i> H.A.Crum	T	MG	RA/EN	LSL2900
<i>Sphagnum</i> cf. <i>perichaetiale</i> Hampe	R	AM,AP,CE,ES,DF,MG,MS,MT,PA,PB,PE,PR, RJ,RO,RR,RS,SC,SE,SP	W	LMC655
<i>Sphagnum</i> cf. <i>sparsum</i> Hampe	R	BA,PR,RJ,SP	MO	LMC569
<i>Sphagnum</i> cf. <i>subsecundum</i> Nees	T	BA,ES,DF,GO,MG,MT,PR,RJ,RO,RS,SC,SP, TO	MO	LMC700
Stereophyllaceae				
<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R.Buck & Ireland	C	AM,BA,ES,MG,MS,MT,PA,PE,PB,RJ,SP,RO	W	LMC754
Thuidiaceae				
<i>Pelekium schistocalyx</i> (Müll.Hal.) A. Touw	C-T	AC,AM,DF,GO,MA,MS,MG,PA,PE,PR,RJ,RS, RR,RO,SC,SP	W	LMC638
<i>Thuidium bifidum</i> Soares. & Câmara	T	GO,MG,RJ,RS,SC,SP	MO/EN	LMC671
<i>Thuidium delicatulum</i> (Hedw.) Schimp.	C-T	AM,BA,GO,MG,MT,PA,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC550
<i>Thuidium tomentosum</i> Schimp.	C-R-T	AL,AM,BA,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ, RO,RR,RS,SC,SP	W	LMC407
Marchantiophyta				
Adelanthaceae				
<i>Szygiella rubricaulis</i> (Nees) Grolle	C-R	BA,MG,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC546
Aneuraceae				
<i>Aneura pinguis</i> (L.) Dumort.	E	AL,AM,ES,MG,MS,PA,PR,RJ,SC,SP	W	
<i>Riccardia chamedryfolia</i> (With.) Grolle	C	DF,ES,GO,MG,MT,PR,RJ,RS,SP	MO	LMC501
<i>Riccardia digitiloba</i> (Spruce ex Steph.) Pagán	E	AC,AM,BA,CE,ES,MG,MS,MT,PE,RJ,SP	W	LMC596
<i>Riccardia emarginata</i> (Steph.) Hell	T	BA,MG,RJ,SP	RA/EN	LMC568

<i>Taxa</i>	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
<i>Riccardia metzgeriiformis</i> (Steph.) R.M.Schust.	R-T	AM, MG, RJ, PR, SP, SC	MO	LMC658
<i>Riccardia regnellii</i> (Aongström.) Hell	R	BA, ES, MG, MT, PE, RJ, RN, RS, SC, SP	W/EN	LMC465
Balantiopsidaceae				
<i>Neesioscyphus bicuspidatus</i> (Steph.) Grolle	T	MG	RA	LMC669
<i>Neesioscyphus argillaceus</i> (Nees) Grolle	T	ES, GO, MG, MT, RJ, SP	MO	LMC676
Calypogeiaceae				
<i>Calypogeia peruviana</i> Nees & Mont.	T	AC, AL, AM, BA, DF, GO, MG, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC568
Cephaloziaceae				
<i>Fuscocephaloziopsis crassifolia</i> (Lindenb. & Gottsche) Váňa & L. Söderstr	C	BA, ES, MG, PR, RJ, RS, SP	MO/EN	LMC558
<i>Odontoschisma variabile</i> (Lindenb. & Gottsche) Trevis.	C	AM, BA, GO, MG, RJ, SP	MO	LMC558
* <i>Cephaloziopsis intertexta</i> (Gottsche) R.M. Schust.	R	BA, GO, MS, RJ, SP	MO	LMC581
Dumortieraceae				
<i>Dumortiera hirsuta</i> (Sw.) Nees	R-T	AC, AM, DF, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC420
Frullaniaceae				
<i>Frullania brasiliensis</i> Raddi	C	BA, CE, DF, ES, GO, MG, PE, RJ, RS, SC, SP	W	LMC360
<i>Frullania caulisequa</i> (Nees) Nees	C	AC, AL, BA, CE, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PB, PE, RJ, RR, PR	W	LMC546
<i>Frullania ericoides</i> (Nees) Mont.	C	AC, AL, AM, BA, CE, ES, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LMC462
<i>Frullania riojaneirensis</i> (Raddi) Spruce	C	BA, CE, ES, DF, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RS, SC, SE, SC, SP	W	LMC456
<i>Frullania setigera</i> Steph.	R	ES, MG, PR, RJ, RS, SC, SP,	MO	LSL1922
Jungermanniaceae				
<i>Jungermannia amoena</i> Lindenb. & Gottsche	T	ES, MG, PA, PI, RJ, SC, SP	MO	LMC669
Lejeuneaceae				
<i>Acrolejeunea emergens</i> (Mitt.) Steph.	C	AC, AM, BA, CE, ES, DF, GO, MA, MG, MS, MT, PA, RJ, RO, RR, SP	W	LMC473
<i>Anoplolejeunea conferta</i> (C.F.W.Meissn.) A.Evans	C	AL, BA, ES, MG, PA, PB, PE, PR, RJ, RR, RS, SC, SP	W	LMC 536
<i>Bryopteris diffusa</i> (Sw.) Nees	C	AM, AL, BA, CE, ES, MG, MT, PA, PB, PE, PR, RJ, RS, SC, SP	W	LSL5038
<i>Bryopteris filicina</i> (Sw.) Nees	C-R	AL, AM, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RR, RS, SC, SP	W	LMC378
<i>Cheilolejeunea acutangula</i> (Nees) Grolle	C	AL, AM, BA, DF, ES, GO, MG, MT, PA, PE, RJ, RR, RS, SC, SP	W	LMC574
<i>Cheilolejeunea clausa</i> (Nees & Mont.) R.M.Schust.	R	AM, AL, BA, CE, ES, GO, MG, MS, MT, PA, PB, PR, RJ, RO, SP	RA	LMC710
<i>Cheilolejeunea comans</i> (Spruce) R.M.Schust.	C	AM, BA, ES, MG, SP	MO	LMC699
<i>Cheilolejeunea filiformis</i> (Sw.) W. Ye, R.L. Zhu & Gradst.	C-T	BA, ES, MG, SC, SP	MO	LMC464
<i>Cheilolejeunea rigidula</i> (Nees ex Mont.) R.M. Schust.	R	AC, AL, AM, AP, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MG, MT, MS, PB, PE, PR, RJ, RO, RR, SC, SE, SP, TO	W	LCM709
* <i>Drepanolejeunea anoplantha</i> (Spruce) Steph.	EP	AM, BA, CE, ES, PB, RJ, RS, SP	MO	LMC463
<i>Drepanolejeunea granatensis</i> (J.B.Jack & Steph.) Bischl.	EP	MG, RJ, SP	RA	LMC537

Taxa	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
<i>Frullanooides tristis</i> (Steph.) van Slageren	C	BA,CE,ES,DF,GO,MG,PE	MO	LMC457
* <i>Lejeunea bermudiana</i> (A.Evans) R.M.Schust.	EP	AC, ES, PA, RJ, SP	MO	LMC438
<i>Lejeunea caulicalyx</i> (Steph.) E.Reiner & Goda	EP	AC,AL,BA,DF,ES,MT,MS,RJ,PA,PB,PR,RO,SP		LMC723
<i>Lejeunea cristulata</i> (Steph.) E.Reiner &	R	BA,ES,MG,PB,PR,RJ,RS,SC,SP	W/EN	LMC715
<i>Lejeunea deplanata</i> Nees	C	BA,MS		LMC276
<i>Lejeunea flava</i> (Sw.) Nees	E	AC,AL,AM,BA,CE,DF,ES,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PB,PE,PR,RJ,RR,RS,SC,SE,SP,TO	W	LMC736
<i>Lejeunea laetevirens</i> Nees & Mont.	C-R	AC,AL,AM,AP,BA,CE,DF,ES,GO,MA,MS,MT,PA,PB,PE,PR,RJ,RN,RR,RS,SC,SE,SP	W	LMC411
<i>Lejeunea oligoclada</i> Spruce	EP	AL,BA,ES,MG,PE,PR,RJ,SC	MO/EN	LMC438
<i>Lejeunea</i> cf. <i>setiloba</i> Spruce	C-EP	AM,BA,CE,DF,MA,MG,MS,RJ,RS,SP	W	LMC531
<i>Lopholejeunea nigricans</i> (Lindenb.) Schifffn.	C	AC,AL,AM,BA,CE,DF,ES,GO,MA,MG,MS,MT,PA,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC711
<i>Marchesinia brachiata</i> (Sw.) Schifffn.	C	BA,CE,ES,MG,MT,PE,PR,RJ,RR,RS,SC,SE,SP	W	LMC492
<i>Mastigolejeunea</i> sp.	R			LMC682
<i>Neurolejeunea breutelii</i> (Gottsche) A.Evans	R	BA,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC508
<i>Odontolejeunea lunulata</i> (Weber) Schifffn.	C	AC,AM,BA,CE,ES,MG,MT,PA,PE,PR,RJ,RO,RS,SP,	W	DPC4143
* <i>Prionolejeunea aemula</i> (Gottsche) A.Evans	EP	AM,BA,MT,PA,PE,RJ,RR,SE,SP	MO	LMC416
* <i>Prionolejeunea denticulata</i> (Weber) Schifffn.	EP	AM,BA,PA,PE,RJ,RO,RS,SP	MO	LMC411
* <i>Prionolejeunea mucronata</i> (Sande Lac.) Steph.	EP	SP	RA	LMC409
<i>Schiffneriolejeunea polycarpa</i> (Nees) Gradst.	C	AC,AL,AM,BA,CE,ES,DF,GO,MG,MS,MT,PA,RJ,RO,RS,SC,SE,SP	W	LMC483
* <i>Taxilejeunea asthenica</i> (Spruce) Steph.	C	BA,SP	RA	LMC404
<i>Taxilejeunea pterigonia</i> (Lehm. & Lindenb.) Schifffn.	C-R	ES,MG,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC726
* <i>Taxilejeunea serpillifolioides</i> (Radd) D.P. Costa	R	BA,ES,RJ,SC,SP	MO/EN	LMC363
Lepidoziaceae				
<i>Bazzania stolonifera</i> (Sw.) Trevis.	EP	BA,ES,GO,MG,RJ,SP	MO	LMC689
<i>Kurzia brasiliensis</i> (Steph.) Grolle	R	AC,AP,BA,ES,DF,GO,MG,MT,RJ,RO,RS,SC,SP	W	LMC605
<i>Lepidozia cupressina</i> (Sw.) Lindenb.	C	BA,MG, PE, RJ, SP	MO	LMC606
<i>Lepidozia inaequalis</i> (Lehm. & Lindenb.) Lehm. & Lindenb.	C	BA,MG,PR,RJ,SC,SP	MO	LMC537
<i>Telaranea diacantha</i> (Mont.) Engel & Merr.	C-E-R-T	AC,AM,BA,DF,ES,GO,PA,PE,PR,RJ,RS,SP	W	LMC554
<i>Telaranea nematodes</i> (Gottsche ex Austin)	R	AC,AM,BA,CE,DF,ES,GO,MG,MS,MT,RJ,RR,RS,SC,SE,SP	W	LMC465
Lophocoleaceae				
<i>Cryptolophocolea martiana</i> (Nees)	C-E-R-T	AM,AP,BA,ES,MG,PA,PE,PR,RJ,SC,SE,SP	W	LMC404
<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	C-E-R-T	AC,AM,ES,GO,MG,RJ,RS,SP	MO	LMC501
<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	C-E	ES,MG,RJ,RS,SP	MO	LMC537
Marchantiaceae				
<i>Marchantia chenopoda</i> L.	R	MG,MS,MT,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC419
<i>Marchantia papillata</i> Raddi	R-T	AM,DF,ES,GO,MG,MS,MT,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC494

<i>Taxa</i>	Subs.	Distribution in Brazilian states	Status	Voucher
Metzgeriaceae				
<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	C-R	BA,CE,ES,GO,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC369
<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	C-R	ES,MG,PR,RJ,RS,SP	MO	LMC750
* <i>Metzgeria fruticola</i> Spruce	R	AL,RJ,RS	RA	LMC739
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	C	AC,BA,CE,ES,GO,MG,PB,PE,PR,RJ,RS,SC,S P	W	LMC644
* <i>Metzgeria hegewaldii</i> Kuwah.	C	RS	RA	LMC458
<i>Metzgeria myriopoda</i> Lindb.	C	ES,MG,PE,RJ,RS,SC,SP	MO	LSL1910
Monocleaceae				
<i>Monoclea gottschei</i> Lindb.	R	AM,ES,MG,PE,PR,RJ,RS,SP	MO	LMC468
Noterocladaceae				
<i>Noteroclada confluens</i> Taylor ex Hook. & Wilson	T	DF, ES, GO, MG, PR, RJ, RS, SC, SP	MO	LMC669
Pallaviciniaceae				
<i>Pallavicinia lyellii</i> (Hook.) S.F.Gray	T	AC,AM,BA,CE,ES,DF,GO,MA,MG,MS,MT,P A,RJ,RS,SC,SP	W	LMC672
<i>Symphyogyna aspera</i> Steph.	R-T	AM,BA,CE,DF,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PE,PR, RJ,RS,SC,SE,SP	W	LMC469
<i>Symphyogyna brasiliensis</i> (Nees) Nees & Mont.	R-T	BA,CE,DF,ES,GO,MG,MT,PR,RJ,RO,RR,RS, SC,SP	W	LMC703
<i>Symphyogyna podophylla</i> (Thunb.) Mont. & Nees	R-T	BA, CE, ES, MG, PR, RJ, SP	MO	LMC421
Plagiochilaceae				
<i>Plagiochila adianthoides</i> (Sw.) Lindenb.	R	BA,ES,GO,MG,RJ,SP	MO	LMC426
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.	C-E	AM,BA,ES,MG,PA,RJ,SP	MO	LMC532
<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont.	C-R	AC,BA,CE,DF,ES,GO,MG,PE,PR,RJ,RS,SC, SE,SP	W	LMC764
<i>Plagiochila martiana</i> (Nees) Lindenb.	C	AC,AL,BA,CE,DF,ES,GO,MG,MS,MT,PA,PE, PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC518
<i>Plagiochila patentissima</i> Lindenb.	C-R	BA,CE,ES,MG,PB,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC733
<i>Plagiochila patula</i> (Sw.) Lindenb.	C	AC,BA,MG,PA,PE,PR,RJ,SP	MO	LMC601
<i>Plagiochila rutilans</i> Lindenb.	C-R	AC,AM,AP,BA,CE,ES,MG,MT,PA,PE,PR,RJ, RR,RS,SC,SP	W	LMC500
<i>Plagiochila simplex</i> (Sw.) Lindenb.	R	AM,BA,ES,MG,MT,PA,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC412
<i>Plagiochila subplana</i> Lindenb.	R	AM,AP,BA,ES,MG,MS,PA,PE,RJ,RR,SC,SP	W	LMC725
Porellaceae				
<i>Porella brasiliensis</i> (Raddi) Schiffn.	C-R	GO,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC492
<i>Porella reflexa</i> (Lehm. & Lindenb.) Trevis.	R	AM,ES,MG,PA,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC712
<i>Porella swartziana</i> (Weber) Trevis.	C-R	ES,GO,MG,PE,PR,RS,SP	MO	LMC430
Radulaceae				
<i>Radula angulata</i> Steph.	C	ES,GO,MG,PE,PR,RJ,RS,SC,SP,	W	LSL1919
<i>Radula mammosa</i> Spruce	C	AM,RJ,SP	RA	LMC536
<i>Radula nudicaulis</i> Steph.	C-R	ES,MG,PR,RJ,RS,SP	MO	LMC444
<i>Radula recubans</i> Taylor	C-R	AL,BA,ES,MG,PA,PB,PE,PR,RJ,RS,SC,SP	W	LMC583
<i>Radula sinuata</i> Gottsche ex Steph.	C	BA,ES,MG,PR,RJ,RS,SC,SP	MO	LMC539
<i>Radula javanica</i> Gottsche	R	AC,AM,BA,CE,ES,GO,MS,MG,MT,PA,PB,P R,RJ,RO,RS,SC,SP		LMC721
Trichocoleaceae				
* <i>Leiomitria flaccida</i> (Spruce) J.B.Jack & Steph.	C	BA,PR,RJ,SP	MO	LMC367

DISCUSSION

Bryophyte species richness and Brazilian distribution. The high diversity of bryophyte species in the mountain ecosystems of the Neotropics has been related to the large variety of microhabitats and conditions of constant humidity that facilitates the co-occurrence of numerous species (Gradstein et al. 2008). The bryophytes found in this survey of the Serra do Brigadeiro state park correspond to ca. 30% of the species estimated for the state of Minas Gerais and 15% of those known for Brazil (Costa & Peralta 2015). In our list, we added 190 species over what was previously recorded by Leoni & Tinte (2004). The difference in species number is large, and the number of families and genera recorded are different, with 53 families and 106 genera versus 26 families and 40 genera listed in Leoni & Tinte (2004). In their list, these authors included the endemic species *Sphagnum leoni*, whose type locality is Serra do Brigadeiro State Park, but this list registers other six species that are doubtful records for the Brazilian bryophytes species and these were not considered in our list.

Comparing these results with other surveys in the state, our results indicate a high diversity of bryophytes in the PESB. Yano & Peralta (2011a) described 237 species in Serra do Cipó State Park, Luizi-Ponzo et al. (2013) found 209 taxa in Ibitipoca State Park, and Carmo & Peralta (2016) recorded 289 species in Serra de Canastra National State Park.

Concerning species richness within each of the divisions of the bryophytes s.l, the richness of mosses was greater than that of liverworts. This fact is common in high mountain ecosystems rather than in lowlands (Gradstein et al. 2001b) and this is consistent with results provided in other studies in high altitude areas (Yano & Peralta 2011a, 2011b, Luizi-Ponzo et al. 2013, Carmo & Peralta 2016). The predominance of mosses is explained by Costa et al. (2015) as a result of their life forms and the morphology of their gametophyte, which increases the ability to colonize open environments such as rock outcrops, exposed soils, and banks; these microhabitats are abundant in the Serra do Brigadeiro State Park due to the wide altitudinal range presented in this area.

The Lejeuneaceae family had the highest specific richness in the bryoflora of the PESB, with 36% the species. This comes as no surprise, as Lejeuneaceae (Fig. 4, appendix) is the largest family of liverworts in Brazil and in the tropics (Gradstein et al. 2001b, Gradstein & Costa 2003). Another species-rich family was Leucobryaceae (11%), a group reported by Yano & Peralta (2011a) and Carmo & Peralta (2016) as having the

greatest richness in high altitudes areas in Minas Gerais. The predominance of Leucobryaceae has been attributed to the acrocarpous growth habit of their gametophyte. Furthermore, they have hyalocysts cells in the leaves (Campylopus, Fig. 5, appendix), and alar cells at the basal angles of the leaves, which can store large amounts of water and thus can thrive in more exposed areas (Frahm 2003), a common habitat in the PESB.

On the other hand, we found that 10% the bryoflora analyzed in the Park are Brazilian endemic species, 12% rare, 37% have moderate distribution. The mosses species *Leiomela bartramioides*, *Leucoloma triforme*, *Lepidopilum caudicaule*, *Pylaisiadelphina brasiliensis* and liverwort *Riccardia emarginata* are endemic and have rare distribution, while *Polytrichum angustifolium* (Fig. 12, appendix) , *Rhacocarpus inermis* var. *inermis* (Fig. 15, appendix) and liverwort *Lejeunea oligoclada* are endemic and have moderate distributions. These results supply evidence that the PESB provides microhabitats of high quality and quantity, with moisture and nutrients available for these species; these variables have been pointed as determinants of diversity patterns in this group of plants (Pócs 1982, Newmaster et al. 2005).

Substrate colonization. In the PEBS, bryophytes species showed a preference for corticolous substrate (53%). The preference for the corticolous substrate could be explained by two reasons: (1) the epiphytic habit is widely available in tropical forests (Santos & Costa 2008), (2) the corticolous colonization is facilitated by the elevated moisture in tropical environments, which provides ideal microclimatic conditions for the development of these plants (Frahm 2003). In other consulted works, Sousa & Câmara (2015) and Carmo & Peralta (2016) observed a preference for corticolous substrates and they attributed it to the first reason indicated above, but concluded that ecological studies were needed to verify their hypothesis.

The abundance of species with rupicolous substrate (28%) could be explained as a result of the abundant naked surfaces mainly in the rocky outcrops and in the streams. This result is in agreement with study carried by Santos & Costa (2008) in the Atlantic Forest, who also reported low number of terrestrial species and consider this circumstance as the result of the existence of a litter on the forest ground that makes difficult growth of the bryophytes.

On the other hand, epiphyllous species were scarce at our study site (3%), in contrast with published data for preserved areas of Atlantic forest in Rio Janeiro, where epiphyllous species were abundant (Oliveira-Silva et al. 2002, Santos & Costa 2008). The latter authors suggest that the presence of this type of bryophytes in tropical ecosystems

is a sign of the good state of conservation of the area because these plants are more vulnerable to environmental disturbances. Then low representativeness of epiphyllous in the PEBS could be relate to different anthropic pressures, such as deforestation, wood extraction, unsustainable tourism (Plano de manejo PESB - Parque Estadual da Serra do Brigadeiro 2007). Nevertheless, climatic characteristics of the semi-deciduous forest, where seasonality with dry period from June to August could be negatively affect communities of epiphyllous that are so sensitive to environmental changes. Then, it is advisable to confirm these assumptions through studies focused on the specific habitats that these plants occupy, such as humid and shady places of the interior of the forest (Gradstein et al. 2001).

CONCLUSIONS

The data obtained in this study show that PBS is an important area for conservation of the diversity of Brazilian bryophytes and for the conservation and maintenance of species that are endemics, rare or have a moderate distribution in Brazil.

Our floristic survey of the bryophytes in the PESB contributes to the knowledge of the floristic diversity of the park's phytophysionomies, with the verification of their distribution, endemism and substrate types. It also contributes with the enrichment of the collection of bryophytes in the VIC Herbarium, where the samples are available for future studies on other aspects of Brazilian bryophytes.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the CAPES for providing scholarships by the first author. We thank the director of the park Mr. José Roberto Mendes de Oliveira and other park staff, for logistics, provides transport and assistance during sampling. Thanks so much to park staff Francisco Javier Oliveira Ramos and Rosmeri Menendes de Paula, who assisted in the collection and transport. We greatly appreciate the help to field of Julio Lanazca Vargas and Nayara Smith and the contributions to manuscript of Rodrigo Bernal.

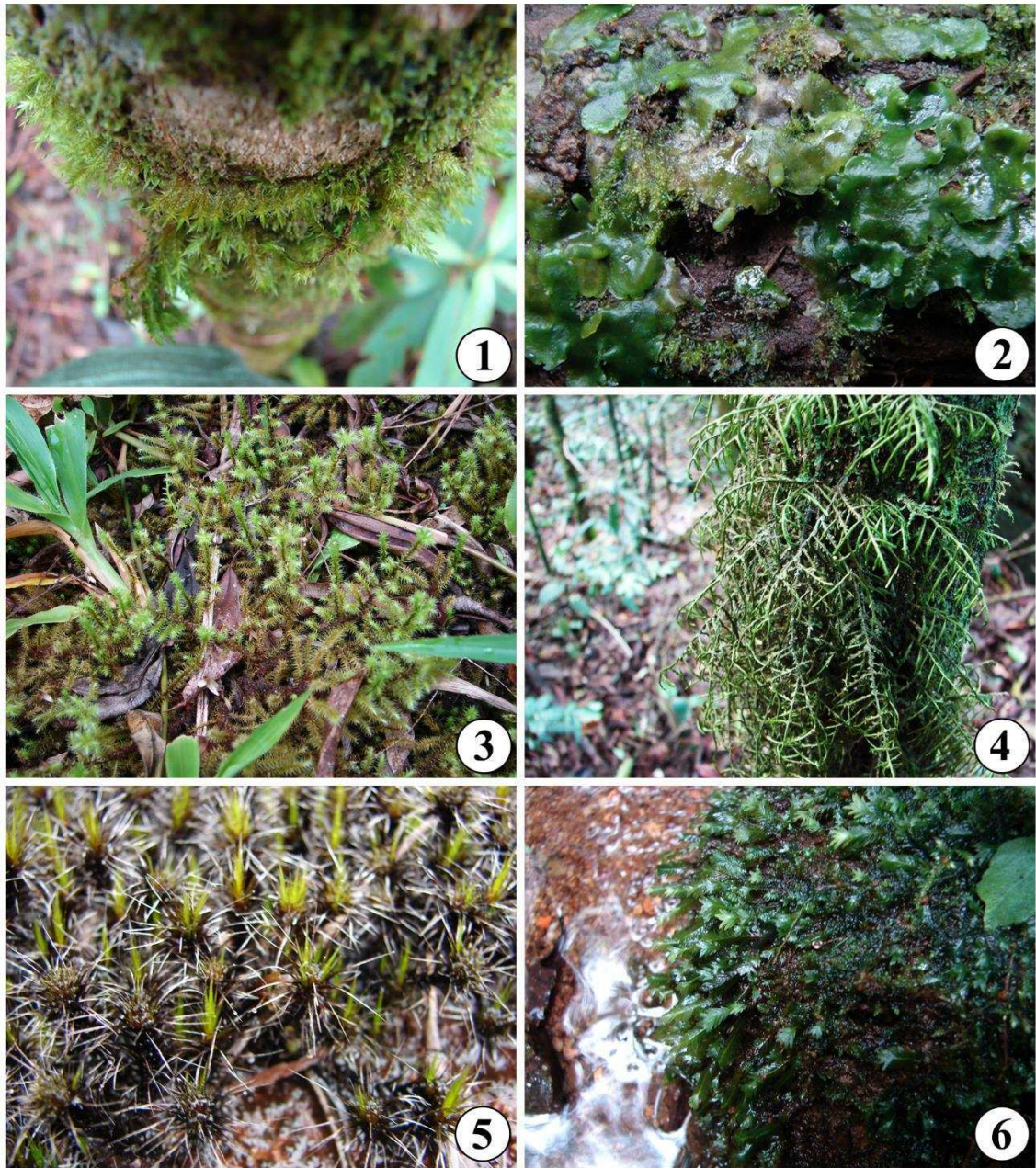
LITERATURE CITED

- Bordin J, Yano O (2013) Fissidentaceae (Bryophyta) do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 22:1–72
- Caiafa A, Silva A (2005) Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais — Brasil. *Rodriguésia* 56:163–173
- Carmo DM, Peralta DF (2016) Survey of bryophytes in Serra da Canastra National Park, Minas Gerais, Brazil. *Acta Botânica Brasilica* 30:254–265
- Costa DP (2009) Briófitas. In: Stehlmann JR, Forzza RC, Salino A, Cabral M, Costa DP, Kamino LHY (Eds) *Plantas da Floresta Atlântica*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 13–17
- Castro TA, Leoni LS, Rocha MJ (2011) Briófitas do Herbário “Guido Pabst”- GFJP, Carangola – MG. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 1-6
- Costa DP, Peralta DF (2015) Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66:1063–1071
- Costa DP, Santos ND, Rezende MA de, Buck WR, Schäfer-Verwimp A (2015) Bryoflora of the Itatiaia National Park along an elevation gradient: diversity and conservation. *Biodiversity and Conservation* 24:2199–2212
- Crum H (1994) *Sphagnum Leonii*. A new species from Minas Gerais. *Pabstia* 5:1–5
- Flora do Brasil 2020 em construção (2018). Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Accessed on: 2018-5-20.
- Frahm JP (1991) Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Flora neotropica*, Monograph 54:1–237
- Frahm JP (2003) Manual of Tropical Bryology. *Tropical Bryology* 23: 1–196.
- Goffinet B, Buck W, Shaw A (2009) Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta. In: *Bryophyte Biology*, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, 56–138.
- Gradstein SR, Churchill SP, Salazar-Allen N (2001a) Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 1: 1–577.
- Gradstein SR, Griffin III D, Morales M, Nadkarni N (2001b) Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde, Costa Rica. *Caldasia* 23:203–212
- Gradstein SR, Costa DP (2003) The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1–318.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (2012) Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro.

- Leoni LS, Tinte VA (2004) Flora do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais, Brasil: caracterização da vegetação e lista preliminar das espécies. Carangola, MG, Brasil: Fundação Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Carangola, 21-24
- Luizi-Ponzo A, Siviero T, Amorim E, Henriques D, Rocha L, Gomes, H, Paiva L, Rodrigues R, Silva I, Silva A, Ribeiro G, Gomes, C, Campeão A (2013) Briófitas do Parque Estadual do Ibitipoca no Herbário Prof. Leopoldo Krieger. In: Flora do Parque Estadual di Ibitipoca e seu entorno, 1ed edn. Editora UFJF, Juiz de Fora, 95–122
- Newmaster SG, Belland RJ, Arsenault A, Vitt DH, Stephens TR (2005) The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity: Estimating bryophyte diversity. *Diversity and Distributions* 11:57–72
- Oliveira-Silva MIMN, Mila AI, Yano O (2002) Aspectos ecológicos de briófitas em áreas preservadas de mata atlântica, Rio Janeiro, Brasil. *Tropical Bryology* 22: 77-102
- Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (2007) Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, 1-89
- Pócs T (1982) Tropical Forest Bryophytes. In: Smith AJE (Ed) *Bryophyte Ecology*. Chapman and Hall, London, New York, 59–103
- Robbins RG (1952) Bryophyte ecology of a dune area in New Zealand. *Vegetatio Acta Geobotanica* 4:1–31
- Santos ND, Costa DP (2008) A importância de Reservas Particulares do Patrimônio Natural para a conservação da brioflora da Mata Atlântica: um estudo em El Nagual, Magé, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:359–372
- Santos ED, Carmo D, Peralta DF (2017) Bryophytes of the cloud forest of Pico do Marumbi State Park, Paraná, Brazil. *Check List* 13:959–986
- Sharp AJ, Crum H, Eckel P (1994) The Mosses flora of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 69: 1–1113.
- Söderström L, Hagborg A, Konrat M von, Bartholomew-Began S, Bell D, Briscoe L, Brown E, Cargill DC, Costa DP da, Crandall-Stotler BJ, Cooper E, Dauphin G, Engel J, Feldberg K, Glenney D, Gradstein SR, He X, Hentschel J, Ilkiu-Borges AL, Katagiri T, Konstantinova NA, Larraín J, Long D, Nebel M, Pócs T, Puche F, Reiner-Drehwald E, Renner M, Sass-Gyarmati A, Schäfer-Verwimp A, Segarra-Moragues J, Stotler RE, Sukkharak P, Thiers B, Uribe J, Vána J, Wigginton M, Zhang L, Zhu R-L (2016) World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59:1–828
- Sousa RV, Câmara PEAS (2015) Survey of the bryophytes of a gallery forest in the National Park of Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 29:24–29

- Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP da, Kamino L (Eds) (2009) Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 3-501
- The Plant List (2018) Version 1.1. Published on the Internet; <http://www.theplantlist.org/>
Accessed on: 2018-5-20.
- Valente E de B, Pôrto KC (2006) Hepáticas (Marchantiophyta) de um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Jibóia, Município de Santa Teresinha, BA, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 20:433–441
- Vanderporter A, Goffinet B (2009) *Introduction to Bryophytes*. Cambridge University Press, New York, 6-329
- Yano O, Carvalho A (1995) Briófitas da Serra da Piedade, Minas Gerais, Brasil. In *Anais do 9o Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*:15–25
- Yano O, Peralta DF (2011a) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Briófitas (Anthocerotophyta, Bryophyta e Marchantiophyta). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 29:135–211
- Yano O, Peralta DF (2011b) Bryophytes from Serra de São José, Tiradentes, Minas Gerais, Brasil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 21:141–172

APPENDIX



Figures 1-6. 1. *Aptychopsis estrellae* (Hornsch.) Ångström. 2. *Aneura pinguis* (L.) Dumort. 3. *Breutelia tomentosa* (Sw. ex Brid.) A. Jaeger. 4. *Bryopteris filicina* (Sw.) Nees. 5. *Campylopus pilifer* Brid. 6. *Fissidens asplenioides* Hedw.



Figures 7-12. 7. *Frullania brasiliensis* Raddi. 8. *Plagiochila adianthoides* (Sw.) Lindenb. 9. *Plagiommium rhynchophorum* (Hook.) T.J.Kop. 10. *Sphagnum* cf. *subsecundum* Nees. 11. *Hypopterygium tamarisci* (Sw.) Brid. ex Müll.Hal. 12. *Polytrichum angustifolium* Mitt.



Figures 13-18. 13. *Thamniopsis langsdorffii* (Hook.) W.R. Buck. 14. *Plagiochila corrugata* (Nees) Nees & Mont. 15. *Rhacocarpus inermis* (Müll.Hal.) Lindb. var. *inermis*. 16. *Squamidium brasiliense* Broth. 17. *Syrhopodon gaudichaudii* Mont. 18. *Prionodon densus* (Hedw.) Müll.Hal.

**Artigo II: Diversidade e estrutura das briófitas associadas com *Asplenium auritum*,
em um resmanescente da Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil**

Normas: Cryptogamie, Bryologie

Libia Mayerly Cifuentes-García¹ e Pedro Bond Schwartsburd¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde,
Departamento de Biologia Vegetal, Programa de Pós-Graduação em Botânica, Av. P.H.
Rolf, s/n, Campus Universitário, CCB2, 3º andar, CEP: 36570-900, Viçosa, MG, Brazil

Author for correspondence: libiacifuentes1986@gmail.com

RESUMO: Para as comunidades de briófitas tropicais, consideram-se a estrutura e a composição de espécies, como o resultado de condições ambientais juntamente com as interações bióticas. As briófitas são elementos característicos da diversidade e estrutura das comunidades vegetais da Floresta Atlântica, ainda que sejam limitados os estudos que analisam como as relações bióticas e filtros ambientais moldam estas comunidades. Neste contexto, tem-se indicando a samambaia *Asplenium auritum* Sw, crescendo em associação com a cobertura de briófitas. Desta forma, abordaram-se as seguintes questões: Como é o padrão da composição e riqueza de espécies das comunidades de briófitas associadas a *A. auritum*? Como é a distribuição da cobertura de espécies de briófitas das comunidades que se desenvolvem com *A. auritum*? A riqueza de espécies das comunidades de briófitas é afetada pela cobertura de *A. auritum*? Avaliaram-se as comunidades de briófitas que estão associadas com a *A. auritum*, em seis localidades do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Minas Gerais, usando parcelas de 10 x 10 cm. A composição florística está representada por 22 famílias, 37 gêneros e 65 táxons. As formas de vida dominantes são: trama (42%) e tapete (28%). A riqueza acumulada em relação às unidades amostrais apresenta tendências similares entre diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*. A análise de escalamento multidimensional não-métrico não mostrou diferenças entre a composição florística das comunidades de briófitas com relação aos diferentes níveis de cobertura da samambaia. *Plagiochila rutilans*, *Racopilum tomentosum* e *Chrysohypnum diminutivum* constituem as espécies mais dominantes. A altitude e cobertura da samambaia não têm efeitos significativos sobre riqueza dos dois principais grupos taxonômicos. A cobertura de briófitas tem efeitos significativos sobre a riqueza de grupos taxonômicos ($p < 0,01$). Estes resultados sugerem que a altitude e a cobertura de *A. auritum*, não afetam a riqueza de espécies, composição de espécies e a cobertura das comunidades de briófitas, indicando possivelmente que a cobertura das briófitas favorece o desenvolvimento da samambaia. Ainda que, a cobertura das espécies de briófitas é a variável que prevê variações na riqueza de espécies da comunidade avaliada e presumivelmente poderia dirigir as propriedades da montagem de espécies nestas comunidades.

Palavras-chave: Cobertura de briófitas, cobertura de *Asplenium auritum*, filtros ambientais, relações bióticas, estruturação de comunidades.

ABSTRACT: For tropical bryophyte communities, species structure and composition are considered as the result of environmental conditions together with biotic interactions with other bryophytes colonies and vascular plants. Bryophytes are a characteristic component of the diversity and structure of the Atlantic Forest of southeastern Brazil. Studies that analyze how biotic relationships and environmental filters structure these communities are scarce. In this context, the *Asplenium auritum* Sw fern has been indicated, growing in association with the bryophyte coverage. We therefore addressed the following questions: How is the pattern of species composition and richness of the bryophyte communities associated with *A. auritum*? How is the coverage distribution of bryophyte species of communities developing with *A. auritum*? Is the species richness of bryophyte communities affected by *A. auritum*? We analyzed the bryophytes in six sites in the Serra do Brigadeiro State Park (Minas Gerais state) using plots of 10 x 10 cm, and characterized their communities in terms of their different fern coverage levels and elevation. Sixty-six bryophyte taxa were identified (22 families, 37 genera). Weft (42%) and mat (28%) are the most representative life form of bryophytes species. The accumulated richness in relation to sample units shows similar trends between different coverage levels of *A. auritum*. NMDS does not show differences for the floristic composition with different fern coverage levels. *Plagiochila rutilans*, *Racopilum tomentosum* and *Chrysohypnum diminutivum* are dominant species. The elevation and fern coverage levels do not have significant effects on the richness of the two major taxonomic groups. Bryophytes coverage has significant effects on the richness of taxonomic groups ($p < 0.01$). Our results suggest that the elevation and fern coverage levels do not affect species richness, species composition and coverage of bryophyte communities, it possibly indicate that bryophyte coverage favors the development of the fern. Although the coverage of bryophytes species is the variable that predicts variations in the species richness of the evaluated community and presumably could direct the properties of the species assembly in these communities.

Key words: Bryophytes coverage, *Asplenium auritum* coverage, environmental filters, assembly communities.

INTRODUÇÃO

Prever como múltiplos modeladores determinam a estruturação de comunidades de plantas, ao longo de gradientes ambientais e escalas espaço-temporais, é uma das questões mais importantes em ecologia e biologia da conservação (Götzenberger et al. 2012). Dois processos principais são considerados na estruturação das comunidades vegetais: filtros ambientais (ex., altitude, substratos de crescimento, tipo de habitats) e similaridade limitante (ex., relações bióticas). A similaridade limitante na ecologia de comunidades propõe que a baixa sobreposição de nicho entre duas espécies dadas permitirá a continuidade da coexistência se elas possuírem características distintas (ex., atributos estruturais e funcionais), pois espécies com características muito similares devem se excluir por causa da competição (Götzenberger et al. 2012). Sob a filtragem do habitat, as restrições ambientais desempenham um papel importante na estruturação de comunidades, resultando no estabelecimento de espécies funcionalmente semelhantes (ex., Mudrák et al. 2016). Quando as restrições ambientais são os principais modeladores, as espécies funcionalmente similares podem limitar a presença umas das outras na comunidade, resultando no estabelecimento de espécies funcionalmente divergentes através da similaridade limitante (Götzenberger et al. 2012).

Para as comunidades de briófitas tropicais, consideram-se a estrutura e a composição de espécies das comunidades, como o resultado de condições ambientais relacionadas com a disponibilidade de substrato, temperatura e umidade, juntamente com as interações positivas e negativas com outras comunidades de briófitas e plantas vasculares (Mulder et al. 2001). Por exemplo, altitude, tipos de substratos e microhabitats têm sido reconhecidos como importantes preditores da diversidade de espécies de briófitas tropicais (Santos & Costa 2010, Santos 2011, Peñaloza-Bojacá et al. 2018). No entanto, a natureza das interações bióticas têm sido pouco estudadas e os mecanismos que afetam a estrutura de muitas comunidades de briófitas ainda são desconhecidos (Zamfir & Goldberg 2000). Assim, a coexistência de um alto número de espécies de briófitas no interior das florestas tropicais têm-se explicado como o resultado da baixa competição inter-específica e da alta especialização nos diferentes microhabitats, como por exemplo as superfícies das folhas e os diferentes estratos dos troncos das árvores (Andersson & Gradstein 2005).

A Mata Atlântica é uma das florestas tropicais com maior diversidade biológica e endemismos do mundo, devido a isto é reconhecida como um dos 34 hotspots que existem a nível global (Myers et al. 2000, Stehmann et al. 2009). No entanto, os remanescentes de vegetação nativa que compõem este bioma, estão reduzidos a cerca de 20% da sua

cobertura original e encontra-se em diferentes estágios de regeneração (MMA, 2010), embora eles sejam importantes na manutenção da biodiversidade, com uma relação positiva entre biodiversidade e funcionamento ecossistêmico (Magnago et al. 2015). Um dos elementos característicos e importantes da diversidade e estrutura destas florestas está constituído pelas briófitas (Costa & Gomes, 2003). Estudos desenvolvidos na floresta Atlântica do sudeste brasileiro têm demonstrado a influência de filtros ambientais locais (características físicas e químicas dos substratos, temperatura ambiente e disponibilidade de água) sobre a cobertura das espécies de briófitas e na composição de espécies destas comunidades (Santos 2011, Batista & Santos 2016).

No entanto, são limitados os estudos que analisam como as relações bióticas e filtros ambientais moldam, simultaneamente, às comunidades de briófitas na Mata Atlântica. Neste contexto, alguns trabalhos vêm indicando uma relação das comunidades rupícolas e corticícolas de briófitas com algumas samambaias. Por exemplo, Sylvestre (2001) faz menção ao desenvolvimento da espécie *Asplenium auritum* Sw (Aspleniaceae), sobre rochas e troncos cobertos de briófitas localizados perto de córregos no interior de florestas brasileiras. Por outro lado, Pøcs (1982), observou briófitas, tanto rupícolas quanto corticícolas, crescendo frequentemente associadas com samambaias da família Hymenophyllaceae. Outros autores reportaram o desenvolvimento tanto dos gametófitos quanto das plântulas e indivíduos adultos das samambaias em meio à cobertura das briófitas (Dubuisson et al. 2003, Ellyson & Sillett 2003). Em conformidade, tem-se sugerido que as briófitas sejam potenciais facilitadoras da germinação de esporos e do estabelecimento dos gametófitos de algumas pteridófitas.

Neste trabalho avaliaram-se a riqueza, composição e cobertura das comunidades de briófitas com relação à variabilidade da altitude e a influência da cobertura da espécie *Asplenium auritum*, em áreas de Floresta Estacional Semidecídua localizadas no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), Minas Gerais, Brasil. Desta forma, abordaram-se as seguintes questões: (1) Como é o padrão da composição e riqueza de espécies das comunidades de briófitas associadas a *A. auritum*? (2) Como é a distribuição da cobertura de espécies de briófitas das comunidades que se desenvolvem com *A. auritum*? (3) A riqueza de espécies das comunidades de briófitas é afetada pela cobertura de *A. auritum*? Tendo em consideração que a distribuição de briófitas nas florestas tropicais é afetada tanto por filtros ambientais locais, como por interações bióticas (Mulder et al. 2001, Batista & Santos 2016), espera-se que a riqueza de espécies, composição de espécies e a

cobertura das comunidades de briófitas do PESB variem com relação à altitude e à cobertura de *A. auritum*.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo. O Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), destaca-se como uma das escassas florestas da Mata Atlântica Mineira, que ainda estão constituídas por remanescentes de florestas contínuas de grande extensão, ocupando uma área de 14.985 há, localizadas nas coordenadas geográficas: 20° 33' a 21° 00' S e 42° 40' a 40° 20' W (Figura 9, material suplementar). O PESB abrange áreas nos municípios de Ervália, Fervedouro, Sericita, Araponga, Miradouro, Pedra Bonita, Muriaé e Divino. Segundo a classificação de Koeppen (1948), ali predomina o clima mesotérmico médio (CWb), com temperatura média de 18 °C e mínimas inferiores a 0°C nas áreas mais elevadas, e precipitação média anual de 1.500 mm/ano com período seco de junho a agosto (Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro 2007).

O trabalho foi desenvolvido nas coberturas de Floresta Estacional Semidecídua do PESB (Oliveira-Filho & Ratter 1995) e abrange seis trilhas distribuídas nos setores norte, centro e sul do PESB (Figura 9, material suplementar). Estas áreas correspondem-se com coberturas vegetais localizadas principalmente nas encostas montanhosas entre 1000 e 1360 m, sendo que a vegetação predominante caracteriza-se por apresentar fragmentos secundários em diferentes estágios de sucessão (Caiafa & Silva 2005), onde predominam solos Cambissolos Háplicos e Húmicos (Benites et al. 2001).

Amostragem. Realizou-se a amostragem durante quatro expedições feitas à área do PESB, entre maio de 2017 e abril de 2018. Na campanha de maio 2017, fez-se uma primeira prospecção no sector centro do PEBS, no intuito de identificar a amplitude da distribuição altitudinal das populações de *Asplenium auritum* e corroborar a identidade taxonômica da espécie. Na campanha de outubro, conseguiu-se constatar a presença da espécie de samambaia apenas em duas trilhas do setor centro do PEBS, e iniciou-se a prospecção nos setores norte e sul do Parque, o que permitiu corroborar que a samambaia se distribui entre 1000 e 1360 m de altitude. Já nas campanhas realizadas em dezembro 2017 e abril de 2018, efetuaram-se as medições e coletas, tendo em consideração que nesta época do ano se apresenta alta umidade na região.

Assim, em cada uma das seis trilhas onde se identificou a presença de populações de *A. auritum*, estabeleceram-se transectos de 300 m ao longo dos locais. No centro de cada substrato ocupado pela samambaia se estabeleceu uma parcela de 10 × 10 cm (Figura 1 e 4, material suplementar), a qual estava dividida em 25 subparcelas de igual tamanho, e mensuraram-se as seguintes variáveis (modificado de García-Cancel et al. 2013): a porcentagem de cobertura de *A. auritum*, a qual foi posteriormente representada em quatro categorias de cobertura (25, 50, 75 e 100%); para as briófitas, registraram-se a identidade taxonômica e a porcentagem de cobertura de cada. Todas as briófitas foram coletadas para sua posterior re-identificação no herbário.

Identificação das espécies. Para identificar as amostras das briófitas coletadas foram feitas lâminas semipermanentes para a observação em estereomicroscópio e microscópio óptico e se utilizaram chaves e literatura especializada (Yano & Peralta 2011, Frahm 1991, Sharp et al. 1994, Yano & Carvalho 1995, Gradstein, Churchill, et al. 2001, Gradstein & Costa 2003, Bordin & Yano 2013). A maioria das amostras foram identificadas até espécie, porém 11 amostras puderam ser identificadas até gênero apenas. Utilizou-se o sistema de classificação de Söderström et al. (2016) para Marchantiophyta e o de Goffinet et al. (2009) para Bryophyta (stricto sensu). As amostras estão depositadas no herbário VIC com duplicatas no SP (Acrônimos dos herbários seguem Index Herbariorum).

A classificação adotada para definir as formas de vida segue Mägdefrau (1982), com modificações de Richards (1984): tufo = gametófitos com caulídeos verticais e escassa ramificação; trama = gametófitos rastejando sobre o substrato, aderidos bem próximo a ele pelos rizoides; tapete = gametófitos que formam capas rastejantes sobre o substrato frequentemente pouco aderido nele por meio dos rizoides; flabelado = gametófitos com filídios arranjados em duas fileiras laterais, surgindo vertical ao substrato; pendente = gametófitos com os caulídeos principais longos e providos de ramificações laterais curtas; dendróide = gametófitos eretos com o caulídeo conformado em rosetas com ramificação apical; e taloso = tramas conformadas pelos gametófitos talosos de hepáticas e antóceros.

Análises de dados. Analisou-se as diferenças na riqueza de espécies de briófitas sob diferentes níveis de cobertura da espécie *A. auritum* e entre os dois grandes grupos taxonômicos (musgos e hepáticas), usando a abordagem de rarefação baseado no número de amostras (Colwell et al. 2012). Curvas de riqueza de espécies foram construídas com

o primeiro número de Hill (riqueza de espécies, $q = 0$), para ambas as curvas de rarefação e extrapolação baseadas no número de unidades amostrais ($n=39$, se excluíram das análises, quatro amostras que não apresentaram cobertura de briófitas) (Chao et al. 2014; Colwell et al. 2012; Jost 2007). Extrapolações foram feitas a partir de dados de presença/ausência, sendo maiores que o dobro do tamanho da amostra (Colwell et al. 2012). As curvas de rarefação/extrapolações com intervalos de confiança de 95% foram calculadas usando o pacote "iNEXT" (Hsieh et al. 2016).

Usou-se uma análise de escalamento multidimensional não-métrico (NMDS) baseado em dados de presença/ausência com distância euclidiana, para comparar a composição de espécies entre comunidades de briófitas sob diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*. O NMDS foi aplicado usando a função metaMDS do pacote 'vegan' (Oksanen et al. 2017). Também realizamos uma análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA, 9.999 permutações), para determinar as possíveis diferenças na composição de espécies entre comunidades, usando a rotina adonis disponível no pacote 'vegan' (Oksanen et al. 2017).

Aplicou-se uma análise de covariância (ANCOVA), avaliando a riqueza de espécies (variável resposta), em função da altitude, cobertura das briófitas e cobertura de *A. auritum* como variável explicativa contínua, e a distribuição de níveis de cobertura de *A. auritum* como variável explicativa categórica com quatro níveis (25, 50, 75, 100%). Os modelos usados para testar os efeitos da cobertura de *A. auritum* como variável explicativa contínua não levaram em consideração variável explicativa categórica para evitar redundâncias na análise. Finalmente, avaliou-se a distribuição da cobertura de espécies de briófitas a través da construção de curvas de dominância-diversidade como método para classificar a dominância das espécies da área de estudo de forma decrescente, desde as espécies mais dominantes às menos dominantes (Magurram 2004). Cada espécie está presente no eixo "x", e sua cobertura sobre o eixo "y".

RESULTADOS

A composição florística nas unidades amostrais avaliadas na área do PEBS está representada por 22 famílias, 37 gêneros e 65 táxons (Tabela 1, material suplementar). Lejeuneaceae (6 gêneros), Brachytheciaceae (3 gêneros) e Sematophyllaceae (3 gêneros), constituem as famílias melhor representadas, quanto ao número de gêneros. Os gêneros

mais representativos, em termos de riqueza de espécies, são *Plagiochila* (Dumort.) Dumort., com cinco espécies e *Lejeunea* Lib., com três espécies e oito morfoespécies (= espécies identificadas somente até nível genérico).

A riqueza de espécies para as hepáticas é maior (35 espécies) do que para os musgos (31 espécies). As formas de vida dominantes são: trama com 27 espécies (42%), tapete com 18 (28%), flabelado e tufo com 6 (9%), respetivamente. Enquanto que as espécies mais frequentes nas amostras são *Plagiomnium rhynchophorum* (Hook.) T.J.Kop., *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid., as quais são registradas em cinco dos seis transectos amostrados, e *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort, a qual é encontrada em quatro transectos (Tabela 1, material suplementar).

A riqueza acumulada em relação às unidades amostrais apresenta tendências similares entre diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*, sem diferenças significativas ($P < 0,05$). As curvas de acumulação de espécies apresentaram tendência à estabilização da assíntota aproximadamente a partir das 50 unidades amostrais com diferentes níveis de cobertura de *A. auritum* (Figura 1). Em relação à composição florística o NMDS mostra que não existem diferenças (Permanova, $F_{3,70} = 0,97$, $p > 0,49$) entre as comunidades de briófitas com diferentes níveis de cobertura de *A. auritum* (Figura 2).

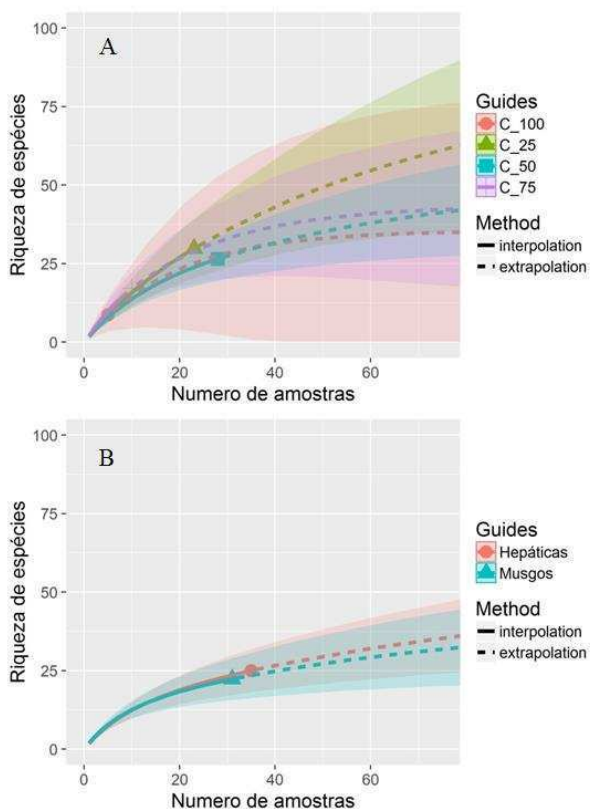


Figura 1. Curvas de rarefacção com extrapolação baseadas no número de unidades amostrais com diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*. (A), e por grupos taxonômicos (B). As linhas sólidas representam as espécies observadas na interpolação e as linhas tracejadas as espécies estimadas baseadas em extrapolação. Áreas coloridas ao redor das curvas representam intervalos de confiança de 95%.

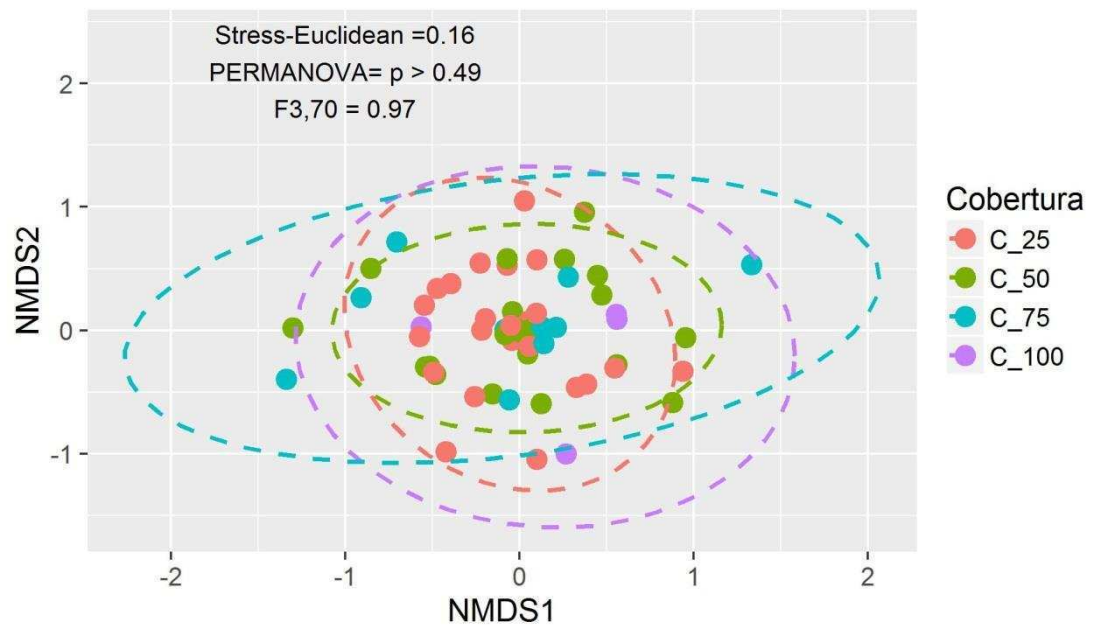


Figura 2. Análise de escalamento multidimensional não-métrica (NMFDS) baseado em dados de presença/ausência com distância euclidiana, representando a composição de espécies entre as amostras avaliadas sob diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*.

A distribuição da cobertura de espécies de briófitas a través da curva de dominância-diversidade mostra que *Plagiochila rutilans* Lindenb. é a espécie mais dominante na área de estudo (197% de cobertura), seguida por *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid. (147%) e *Chrysohypnum diminutivum* (Hampe) W.R.Buck (122%), as quais acumulam os maiores valores de cobertura nos seis transectos avaliados. Por outro lado, *Lejeunea cf. setiloba* Spruce, *Lejeunea sp. 1*, *Prionolejeunea sp. 2*, *Telaranea diacantha* (Mont.) Engel & Merr. constituem as espécies com os valores mais baixos de cobertura apresentada nas amostras, com apenas 1%, respectivamente (Figura 3).

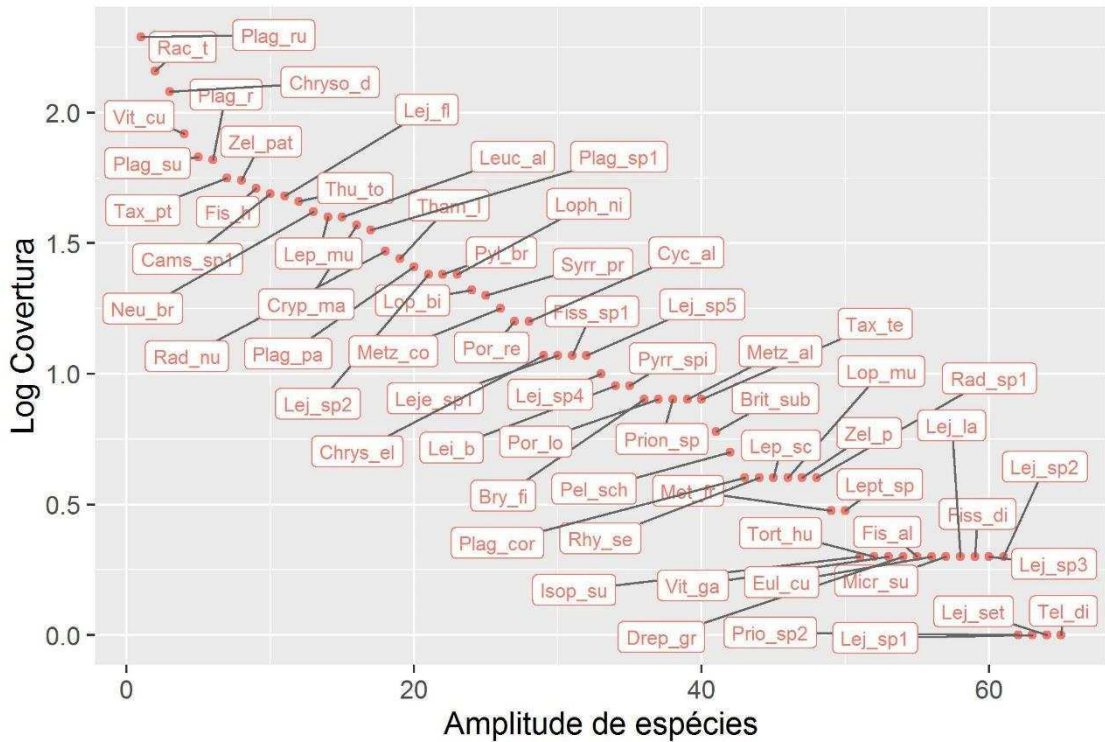


Figura 3. Curva de dominância-diversidade, apresentando a distribuição da cobertura de espécies de briófitas (eixo "y") a través da composição de espécies (cada espécie está presente no eixo "x"), de forma decrescente, desde as espécies mais dominantes às menos dominantes.

Observou-se que a altitude (Ancova, $F_{1,70} = 0,42$, $p > 0,47$) e cobertura da samambaia (Ancova, $F_{1,70} = 0,50$, $p > 0,92$) não têm efeitos significativos sobre riqueza dos dois principais grupos taxonômicos (Fig. 4). No entanto, a cobertura de briófitas tem efeitos significativos sobre a riqueza de grupos taxonômicos (Fig. 4, Ancova, $F_{1,70} = 3,15$, $p < 0,01$). Por outro lado, quando se analisa o efeito da altitude sobre a riqueza nos níveis de cobertura da samambaia não se observam diferenças significativas (Ancova, $F_{1,3} = 2,15$, $p > 0,14$).

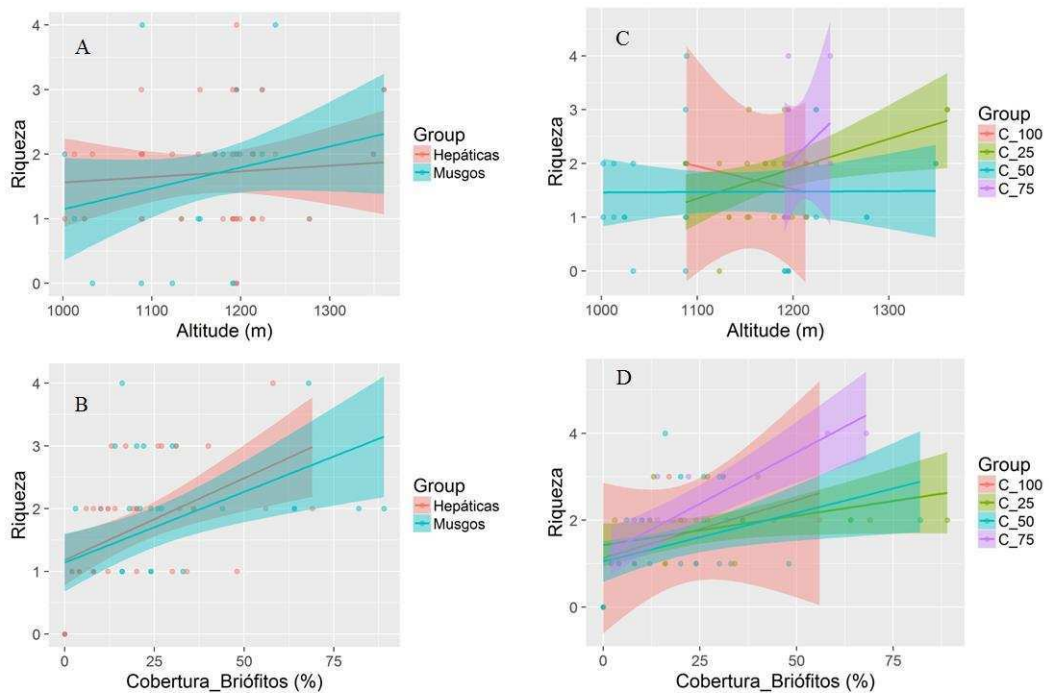


Figura 4. Análise de covariância (ANCOVA), avaliando a riqueza de espécies (variável resposta), em função da altitude (A e C), cobertura dos briófitos (B e D) como variável explicativa contínua, por grupos taxonômicos e a distribuição de níveis de cobertura de *A. auritum* como variável explicativa categórica com quatro níveis de cobertura (25, 50, 75, 100%).

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo mostram uma alta riqueza de espécies de briófitas (65) registradas em uma área menor que 50 m² amostrados, a qual está em concordância com a premissa de que no interior das florestas tropicais é comum uma alta diversidade de espécies de briófitas (Andersson & Gradstein 2005). Neste sentido, as principais famílias amostradas foram Lejeuneceae (17% do total de espécies), Plagiochilaceae (14%) e Sematophyllaceae (8%), também são indicadas entre as mais representativas em termos do número de espécies nas florestas da Mata Atlântica do sudeste do Brasil (Gradstein & Costa 2003, Costa & Peralta 2015).

Por outro lado, o registro de uma maior riqueza de espécies para as hepáticas (35 espécies) do que para os musgos (31 espécies), concorda com os resultados de outros estudos feitos na Floresta Atlântica do sudeste brasileiro, que avaliaram o efeito do gradiente altitudinal sobre a composição e riqueza de espécies de briófitas. Santos (2011,

2016) relacionam o predomínio das hepáticas com uma maior disponibilidade de umidade e substratos, que propiciam o estabelecimento delas, nas faixas mais baixas e intermediárias do gradiente altitudinal avaliado por estes autores (1.000-1.500 m, Santos 2016, e 10-1070 m Santos 2011).

Vários estudos têm demonstrando que a altitude e suas variáveis associadas, atuam como filtros para as comunidades de briófitas, alterando atributos delas e das espécies nas florestas tropicais (Frahm & Gradstein 1991, Kessler 2000, Costa & Lima 2005, Santos & Costa 2010, Santos 2011). Este fato é contrastante com os resultados de este trabalho, em que a altitude parece ter pouca importância para explicar a composição e a riqueza de espécies, pois se observa alta similaridade na composição de espécies ao longo do gradiente altitudinal (figura 4 A e B), mesmo que a riqueza também é mantida, o que poderia sugerir que esta variável não constitui um filtro ambiental para as comunidades avaliadas. Esta situação possivelmente esteja relacionada com a estreita amplitude altitudinal (1000–1360 m) que avaliou-se, a qual esteve condicionada pela distribuição altitudinal de *A. auritum* na área do PEBS, em adição a outras características intrínsecas da área como a topografia, que pode ter forte influência sobre a estruturação das comunidades de briófitas (Santos 2011).

As formas de vida estabelecidas para as briófitas estão diretamente relacionadas à disponibilidade de luz e umidade no ambiente (Mägdefrau 1982). Neste contexto, a alta representatividade das espécies tipo trama (42%) e tapete (28%) encontradas em este estudo, podem explicar-se em relação a capacidade que elas têm para reter consideráveis quantidades de água por longos períodos de tempo, pela ação da capilaridade, o que as favorece para proliferar em áreas com alta intensidade luminosa, elevada umidade do ar e com períodos de tempo seco, como aqueles microhabitats amostrados dentro do PEBS. Santos & Costa (2008), encontraram um alto número de espécies tipo trama e tapete ocorrendo como corticícolas e rupícolas nos micro-habitats de borda de floresta e córrego, como é o caso das áreas amostradas neste trabalho.

As análises feitas através das curvas de acumulação indicaram que houve suficiência amostral para a variável riqueza, sendo que a amostragem aporta uma representação razoável da riqueza para a área avaliada, em congruência com a tendência à estabilização da assíntota ($n=50$) próxima com a quantidade de amostras avaliadas nesta amostragem ($n=39$) (Figura 1). Os nossos resultados também sugerem que a riqueza acumulada com relação às unidades amostrais não é afetada pelos diferentes níveis de cobertura de *A. auritum*, mesmo que os resultados obtidos para o NMDS, onde não houve

um gradiente de composição florística nos diferentes níveis de cobertura de *A. auritum* (Figura 3), ao não existir diferenças significativas entre as comunidades de briófitas sob diferentes níveis de cobertura da samambaia.

Os resultados deste estudo permitem presumir que a cobertura e a riqueza de espécies das briófitas poderiam estar favorecendo o estabelecimento e crescimento de *A. auritum*, graças as condições de umidade mantida pelas briófitas, o que auxiliaria o desenvolvimento de gemas adventícias ao longo do estolão da samambaia, com a consequente formação de plantas em diferentes fases de desenvolvimento (Figuras 2, 3 e 6, material suplementar).

Segundo Sylvestre (2001), ao favorecer-se a propagação vegetativa da samambaia, teria lugar a proliferação de populações que formam um tapete quase contínuo e mesmo como se conseguiu constatar neste estudo, uma alta densidade de esporófitos férteis de diferentes tamanhos e em alguns casos ainda apresentando características dos primeiros estágios de desenvolvimento (folhas recortadas). A presença desta heteromorfia poderia interpretar-se como um desenvolvimento precoce da fase reprodutiva, possivelmente estimulada pela interação com a cobertura de briófitas. No entanto, está é uma hipótese que precisa ser corroborada com estudos focados na ecologia e biologia reprodutiva de *A. auritum*.

Estes resultados são contrastantes com os obtidos por Roux et al. (2014), que observaram uma forte influência da cobertura de espécies sobre a montagem das comunidades de plantas em ecossistemas de tundra. Fato que estes autores explicam através do efeito da competição por recursos entre estas espécies dominantes, com outras espécies que fazem parte da montagem da comunidade.

Por outro lado, a cobertura das espécies de briófitas apresenta uma relação positiva com a riqueza de espécies, indicado que aumentos na cobertura de espécies propiciam uma maior riqueza nas comunidades avaliadas (figura 4). Estes resultados concordam com os achados por Sanaei et al. (2018), em que a cobertura vegetal aumenta a riqueza de espécies e a diversidade de Shannon, relação que estes autores explicam como consequência da alta densidade da vegetação que produz diferenciação de nicho e, portanto, promove a coexistência de espécies e implica um processo de facilitação de nicho entre espécies raras e abundantes (Carrión et al. 2017).

Assim, as comunidades de briófitas avaliadas neste trabalho, estão conformadas por espécies como *Plagiochila rutilans*, *Racopilum tomentosum* e *Chrysohypnum*

diminutivum com altos valores de cobertura (figura 3), as quais possuem uma série de características morfológicas-ecológicas que provavelmente estariam gerando condições de micro-habitat que favoreceriam a coexistência de um alto numero de espécies que apresentam menores valores de cobertura (por exemplo: *Telaranea diacantha*, *Prionolejeunea* sp.1, *Lejeunea* sp 2) e que poderiam ser mais sensíveis as mudanças ambientais, portanto, desenvolvem-se em estreita associação com as primeiras (Figura 3).

Este pressuposto pode-se relacionar com o fato de que para as briófitas é relevante manter uma alta densidade (cobertura), pois se favorece um maior crescimento dos brotos o que reduz a evotranspiração e sugere um processo de facilitação, principalmente em habitats com disponibilidade de agua intermitente (Zamfir e Goldberg 2000). Por conseguinte, a cobertura das espécies de briófitas é a variável que prevê variações na riqueza de espécies da comunidade avaliada e presumivelmente poderia dirigir as propriedades da montagem de espécies nelas. Neste sentido, Sanaei et al. (2018), sugerem a cobertura vegetal como um indicador ecológico sustentável ou um mecanismo que vincula a alta diversidade de espécies com a alta produção de biomassa para os ecossistemas em geral.

Plagiochila rutilans, *Racopilum tomentosum* e *Chrysohypnum diminutivum* (Tabela 1, material suplementar) foram as espécies mais dominantes nas comunidades avaliadas e apresentam características eco-morfológicas relacionadas ao incremento da superfície de absorção de agua, quanto a resistência a dessecação (Glime 2006), que favorecem a colonização de habitats mais expostos e a sobrevivência aos períodos de seca (Küschner e Parolly 2005).

Plagiochila rutilans caracteriza-se pelo arranjo súcubo dos filídios (margem ventral do filídio se sobrepõe à margem apical), este arranjo aumenta o movimento e orientação da absorção da agua (Glime 2006). *Racopilum tomentosum* apresenta uma fileira de filídios dorsal (Figura 8, material suplementar), além de possuir um ápice longamente pilífero em todos os filídios (laterais e dorsais) os quais podem modificar o formato e ângulo de inserção no caulídeo, ficando enrugados quando estão desidratados. *Chrysohypnum diminutivum* apresenta papilas nos ângulos distais das células dos filídios (Figura 7, material suplementar), característica que previne a dessecação (Austrheim et al. 2005).

Finalmente, os resultados deste estudo sugerem que a altitude a cobertura de *A. auritum*, contrario com o nosso pressuposto inicial, não afetam a riqueza de espécies,

composição de espécies e a cobertura das comunidades de briófitas, o que poderia indicar possivelmente que a cobertura das briófitas esteja favorecendo o desenvolvimento da samambaia, promovendo, assim, a coexistência de espécies dissimiles com pouca sobreposição de nicho, embora este suposto devesse confirmar por meios mais diretos.

Ainda que, a cobertura das espécies de briófitas é a variável que prevê variações na riqueza de espécies da comunidade avaliada e presumivelmente poderia dirigir as propriedades da montagem de espécies nestas comunidades. Em concordância com Roux et al. (2014), que apontam que em muitos casos, a identificação das espécies que preveem variações na composição da comunidade não é direta e fica ainda mais difícil em sistemas com redes de interação complexas, em que uma seleção a priori de interações bióticas a serem incluídas nos modelos é muito desafiadora sem conhecimento ecológico detalhado do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

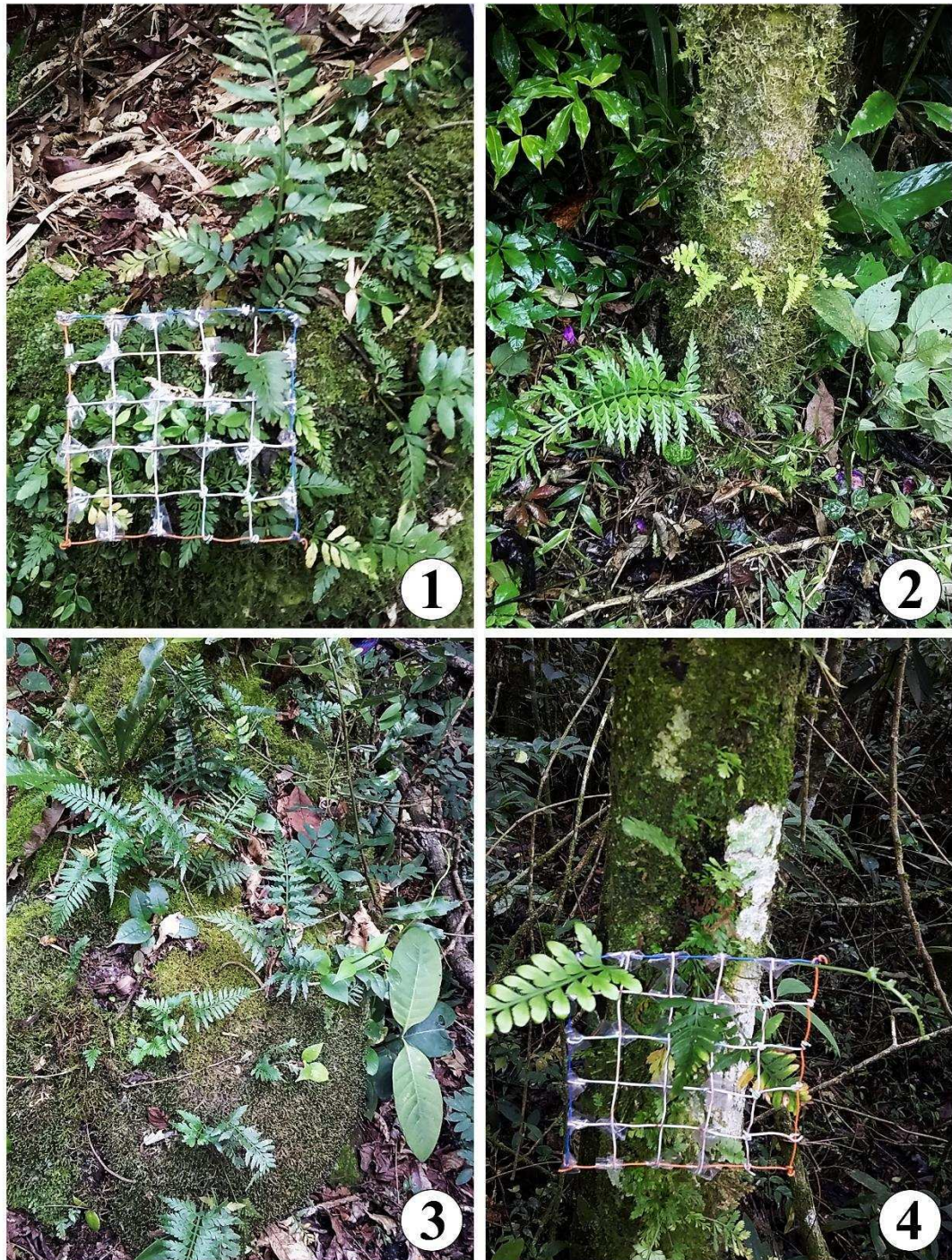
- Andersson MS, Gradstein SR (2005) Impact of management intensity on non-vascular epiphyte diversity in cacao plantations in western Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 14:1101–1120
- Austrheim G, Hassel K, Myrnes L (2005) The Role of Life History Traits for Bryophyte Community Patterns in Two Contrasting Alpine Regions. *The Bryologist* 108:259–271
- Batista WWSM, Santos ND (2016) Can regional and local filters explain epiphytic bryophyte distributions in the Atlantic Forest of southeastern Brazil? *Acta Botânica Brasilica* 30:462–472
- Benites VM, Schaefer CEGR, Mendonça ES, Martin Neto L (2001) Caracterização da matéria orgânica e micromorfologia de solos sob Campos de Altitude no parque estadual da Serra do Brigadeiro (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 25:661–674
- Bordin J, Yano O (2013) Fissidentaceae (Bryophyta) do Brasil. *Boletim do Instituto de Botânica* 22:1–72
- Caiafa A, Silva A (2005) Composição florística e espectro biológico de um campo de altitude no Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais — Brasil. *Rodriguésia* 56:163–173
- Carrión JF, Gastauer M, Mota NM, Meira-Neto JAA (2017) Facilitation as a driver of plant assemblages in Caatinga. *Journal of Arid Environments* 142:50–58

- Chao A, Gotelli NJ, Hsieh TC, Sander EL, Ma KH, Colwell RK, Ellison AM (2014) Rarefaction and extrapolation with Hill numbers: A framework for sampling and estimation in species diversity studies. *Ecol. Monogr.* 84, 45–67.
- Costa D, Gomes, A (2003) Briófitas da Reserva Natural da Vale do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo, Brasil. *Bol Mus Biol Mello Leitao (NSér)* 16:21–38
- Costa DP, Lima FM (2005) Moss diversity in the tropical rainforests of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 28:671–685
- Costa DP, Peralta DF (2015) Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguesia* 66:1063–1071
- Colwell RK, Chao A, Gotelli NJ, Lin SY, Mao CX, Chazdon RL, Longino JT (2012) Models and estimators linking individual-based and sample based rarefaction, extrapolation and comparison of assemblages. *J. Plant Ecol.* 5: 3–21.
- Dubuisson J-Y, Hennequin S, Rakotondrainibe F, Schneider H (2003) Ecological diversity and adaptive tendencies in the tropical fern *Trichomanes* L. (Hymenophyllaceae) with special reference to climbing and epiphytic habits. *Botanical Journal of the Linnean Society* 142:41–63
- Ellyson WJT, Sillett SC (2003) Epiphyte Communities on Sitka Spruce in an Old-Growth Redwood Forest. *The Bryologist* 106:197–211
- Frahm J-P (1991) Dicranaceae: Campylopodioideae, Paraleucobryoideae. *Flora Neotropica Monograph* 54:1–237
- Frahm J-P, Gradstein SR (1991) An Altitudinal Zonation of Tropical Rain Forests Using Bryophytes. *Journal of Biogeography* 18:669
- García-Cancel JG, Meléndez-Ackerman EJ, Olaya-Arenas AM, Flores NP, Tremblay RL. (2013). Associations between *Lepantes rupestris* Orchids and bryophyte presence in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Caribbean Naturalist* 4:1-14
- Glime J (2006) *Bryophyte Ecology*, Michigan Technological University, 1-54
- Goffinet B, Buck W, Shaw A (2009) Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta. In: *Bryophyte Biology*, 2nd edition. Cambridge University Press, Cambridge, 56–138
- Götzenberger L, Bello F de, Bråthen KA, Davison J, Dubuis A, Guisan A, Lepš J, Lindborg R, Moora M, Pärtel M, Pellissier L, Pottier J, Vittoz P, Zobel K, Zobel M (2012) Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects. *Biological Reviews* 87:111–127
- Gradstein SR, Churchill SP, Salazar-Allen N (2001a) Guide to the bryophytes of tropical America. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 1: 1–577.
- Gradstein SR, Griffin III D, Morales M, Nadkarni N (2001b) Diversity and habitat differentiation of mosses and liverworts in the cloud forest of Monteverde, Costa Rica. *Caldasia* 23:203–212

- Gradstein SR, Costa DP (2003) The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 87: 1–318.
- Hsieh TC, Ma KH, Chao A (2016) iNEXT: iNterpolation and EXTrapolation for species diversity. R package version 2.0.12. <https://cran.r-project.org/web/packages/iNEXT/iNEXT.pdf>.
- Jost L (2007) Partitioning diversity into independent alpha and beta components. *Ecology* 88, 2427–2439.
- Kessler M (2000) Altitudinal zonation of Andean cryptogam community. *Journal of Biogeography* 27:275–282
- Koeppen W (1948) *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica, México & Buenos Aires, 1-478
- Mägdefrau K (1982) Life forms of bryophytes. Em: AJ Smith, editor. *Bryophyte ecology*. London:Chapman and Hall; 45–58
- Magurran A E (2004) *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Science, 1-256
- Mudrák O, Janeček Š, Götzenberger L, Mason NWH, Horník J, Castro I de, Doležal J, Klimešová J, Bello F de (2016) Fine-scale coexistence patterns along a productivity gradient in wet meadows: shifts from trait convergence to divergence. *Ecography* 39:338–348
- Magnago LFS, Magrach A, Laurance WF, Martins SV, Meira-Neto JAA, Simonelli M, Edwards DP (2015) Would protecting tropical forest fragments provide carbon and biodiversity cobenefits under REDD+? *Global Change Biology*. Mulder CPH, Uliassi DD, Doak DF (2001) Physical stress and diversity-productivity relationships: The role of positive interactions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98:6704–6708
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, and Kent J (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Oliveira-Filho A, Ratter J (1995) A study of the origin of Central Brazilian Forests by the analysis of plant species distribution patterns. *Journal of Botany* 52:141–194
- Oksanen J, Blanchet FG, Friendly M, Kindt R, Legendre P, McGlinn D, Minchin PR, O'Hara RB, Simpson GL, Solymos P, et al. (2017) *Vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.0-7
- Peñaloza-Bojacá GF, Oliveira BA de, Araújo CAT, Fantecelle LB, Santos ND dos, Maciel-Silva AS (2018) Bryophytes on Brazilian ironstone outcrops: Diversity, environmental filtering, and conservation implications. *Flora* 238:162–174
- Plano de manejo PESB- Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (2007) Governo do Estado de Minas Gerais. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD, 1-89
- Roux PC, Pellissier L, Wisz MS, Luoto M (2014) Incorporating dominant species as proxies for biotic interactions strengthens plant community models (M Heard, Ed.). *Journal of Ecology* 102:767–775

- Sanaei A, Ali A, Chahouki MAZ, Jafari M (2018) Plant coverage is a potential ecological indicator for species diversity and aboveground biomass in semi-steppe rangelands. *Ecological Indicators* 93:256–266
- Santos N (2011) Distribuição espacial de briófitas na Floresta Atlântica, Sudeste do Brasil. Tesis doutoral, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1-149
- Santos E (2016) Briófitas em floresta nebulosa do Parque Estadual Pico do Murumbi, Paraná, Brasil. Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1-159
- Santos ND, Costa DP (2008) A importância de Reservas Particulares do Patrimônio Natural para a conservação da brioflora da Mata Atlântica: um estudo em El Nagual, Magé, RJ, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22:359–372
- Santos N, Costa D (2010) Altitudinal zonation of liverworts in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. *The Bryologist* 113:631–645
- Sharp AJ, Crum H, Eckel P (1994) The Mosses flora of Mexico. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 69: 1–1113.
- Richards PW (1984) The ecology of tropical forest bryophytes. *New Manual of Bryology*. 2:1233–1270.
- Söderström L, Hagborg A, Konrat M von, Bartholomew-Began S, Bell D, Briscoe L, Brown E, Cargill DC, Costa DP da, Crandall-Stotler BJ, Cooper E, Dauphin G, Engel J, Feldberg K, Glenny D, Gradstein SR, He X, Hentschel J, Ilkiu-Borges AL, Katagiri T, Konstantinova NA, Larraín J, Long D, Nebel M, Pócs T, Puche F, Reiner-Drehwald E, Renner M, Sass-Gyarmati A, Schäfer-Verwimp A, Segarra-Moragues J, Stotler RE, Sukkharak P, Thiers B, Uribe J, Váña J, Wigginton M, Zhang L, Zhu R-L (2016) World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59:1–828
- Stehmann JR, Forzza RC, Salino A, Sobral M, Costa DP da, Kamino L (Eds) (2009) Plantas da Floresta Atlântica. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 3-501
- Sylvestre L (2001) Revisão taxonômica das espécies da família Aspleniaceae A.B. Frank ocorrentes no Brasil. Tesis Doutoral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1-457
- Yano O, Carvalho A (1995) Briófitas da Serra da Piedade, Minas Gerais, Brasil. In *Anais do 9o Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, 15–25
- Yano O, Peralta DF (2011) Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Briófitas (Anthocerotophyta, Bryophyta e Marchantiophyta). *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 29:135–211
- Zamfir M, Goldberg DE (2000) The effect of initial density on interactions between bryophytes at individual and community levels. *Journal of Ecology* 88:243–255

MATERIAL SUPLEMENTAR



Figuras 1-4 *Asplenium auritum* crescendo com a cobertura de briófitas. 1 e 4. Parcela de 10x10 cm, usada para estimar a cobertura de briófitas e a cobertura de *A. auritum*. 2 e 3 Indivíduos de *A. auritum* crescendo na base de caule de árvore e em rocha, respectivamente.



Figuras 5-8. 5. Parcela de 10 x 10 cm, usada para estimar cobertura de briófitas e de *A. auritum*. 6. *A. auritum* com folhas jovens. 7. *Chryso-hypnum diminutivum* (Hampe) W.R.Buck, formando tapetes sobre o substrato. 8. *Racopilum tomentosum* (Hedw.) Brid. mostrando a forma de vida tipo tapete.

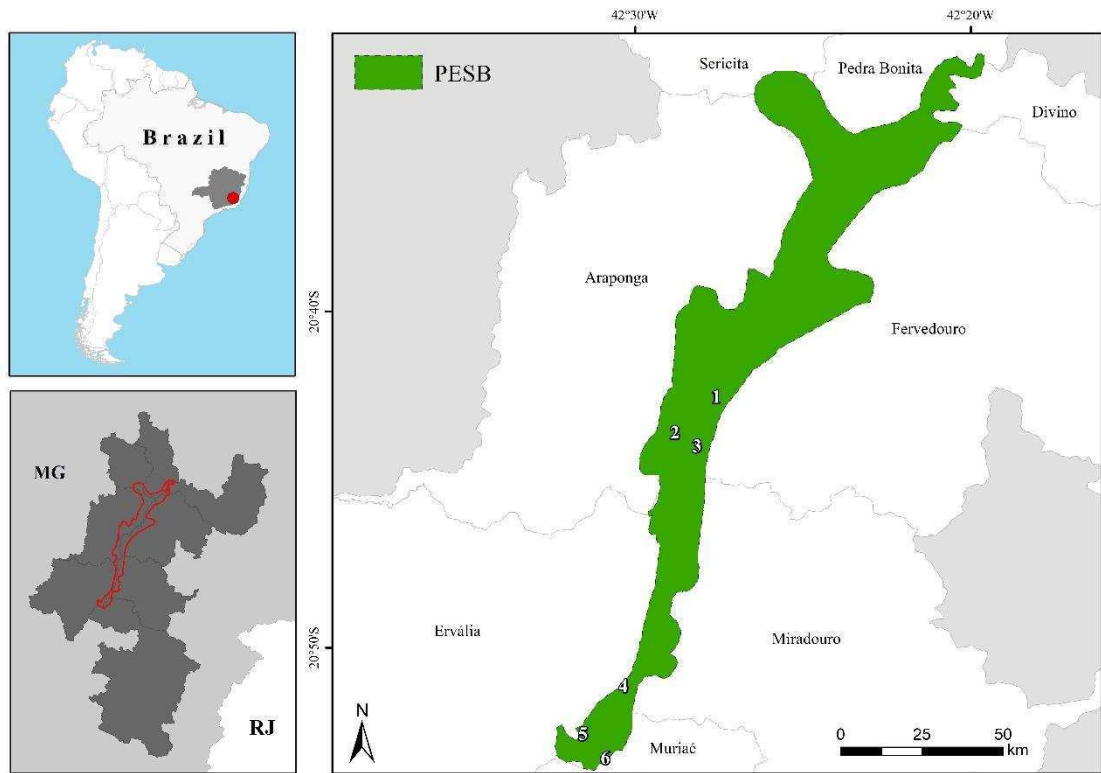


Figura 9. Mapa de localização do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro (PESB), no estado de Minas Gerais, Brasil. Áreas amostradas neste estudo: (1) Trilha do Carvão, (2) Trilha do Pico do Grama, (3) Trilha da Pedra do Pico do Pato, (4) Trilha do Cruzeiro do Careço, (5) Trilha do Itajurú e (6) Trilha do Avião.

Tabela 1. Lista das espécies de briófitas encontradas nas áreas avaliadas do PESB com as formas de vida. Freq. = frequência de aparição em cada transepto amostrado. Numeros de coleção que correspondem a numeração de Libia Mayerly Cifuentes (LMC). S.V = sem voucher.

Divisão/Família	Espécies	Formas de vida	Freq.	Voucher
Bryophyta (sensu strictu)				
Bartramiaceae	Leiomela bartramioides (Hook.) Paris Rhynchostegium serrulatum (Hedw.)	Tufo	2	LMC716
Brachytheciaceae	A.Jaeger	Tapete	1	LMC754
	Zelometeorium patens (Hook.) Manuel	Pendente	1	LMC 724
	Zelometeorium patulum (Hedw.) Manuel	Pendente	1	LMC 759
Calymperaceae	Syrrhopodon cf. prolifer Schwägr.	Tufo	1	LMC 717
Fissidentaceae	Fissidens aff. allionii Broth.	Flabelado	1	LMC 760
	Fissidens dissitifolius Sull.	Flabelado	1	LMC 716
	Fissidens hornschurchii Mont.	Flabelado	1	LMC 728
	Fissidens sp.1	Flabelado	2	LMC 756
Hypnaceae	Chryso-hypnum diminutivum (Hampe) W.R.Buck	Tapete	3	LMC 740
	Chryso-hypnum elegantulum (Hook.) Hampe	Tapete	1	LMC 761
	Isopterygium subbrevisetum (Hampe) Broth.	Tapete	1	LMC 708
	Leucobryaceae	Campylopus sp.1 Leucobrym albidum (Brid. ex P. Beauv.) Lindb.	Tufo	1
Mniaceae	Plagiomnium rhynchophorum (Hook.) T.J.Kop.	Tufo	1	LMC 757
	Trama	5	LMC 740	
Neckeraceae	Porotrichum longirostre (Hook.) Mitt.	Dendróide	1	LMC 755
Pilotrichaceae	Cyclodictyon albicans (Hedw.) Kuntze	Trama	1	LMC 756
	Lepidopilum muellerii (Hampe) Mitt.	Tapete	1	LMC 762
	Lepidopilum scrabisetum (Schwägr.) Steere	Tapete	1	LMC 758
	Thamniopsis langsdorffii (Hook.) W.R. Buck	Tapete	3	LMC 737
	Pottiaceae	Tortella humilis (Hedw.) Jenn.	Tufo	1
Racopilaceae	Racopilum tomentosum (Hedw.) Brid.	Tapete	5	LMC 761
	Pyrrhobryum spiniforme (Hedw.) Mitt.	Tufo	1	LMC 718
Sematophyllaceae	Brittonodoxa subpinnata (Brid.) W.R. Buck, P.E.A.S.Câmara & Carv.-Silva	Tapete	1	LMC 735
	Microcalpe subsimplex (Hedw.) W.R. Buck	Tapete	1	LMC 731
	Pylaisiadelpha brasiliensis H.A.Crum	Tapete	1	LMC 706
	Vitalia cuspidifera (Mitt.) P.E.A.S.Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck	Tapete	1	LMC 732

Divisão/Família	Espécies	Formas de vida	Freq.	Voucher
	<i>Vitalia galipensis</i> (Müll. Hal.) P.E.A.S.Câmara, Carv.-Silva & W.R. Buck	Tapete	1	LMC 717
Stereophyllaceae	<i>Eulacophyllum cultelliforme</i> (Sull.) W.R.Buck & Ireland	Trama	1	LMC 754
Thuidiaceae	<i>Pelekium schistocalyx</i> (Müll.Hal.) A. Touw	Tapete	1	LMC 739
	<i>Thuidium tomentosum</i> Schimp.	Tapete	1	LMC 745
Marchantiophyta				
Lejeuneaceae	<i>Bryopteris filiciana</i> (Sw.) Nees	Pendente	1	LMC 713
	<i>Drepanolejeunea</i> cf. <i>granatensis</i> (J.B.Jack & Steph.) Bischl.	Tapete	1	LMC 714
	<i>Lejeunea</i> cf. <i>setiloba</i> Spruce	Trama	1	LMC 733
	<i>Lejeunea</i> cf. <i>flava</i> (Sw.) Nees	Trama	1	LMC 736
	<i>Lejeunea</i> cf. <i>laetenvirens</i> Nees & Mont.	Trama	1	LMC 716
	<i>Lejeunea</i> sp.1	Trama	1	LMC 725
	<i>Lejeunea</i> sp.2	Trama	1	LMC 715
	<i>Lejeunea</i> sp.3	Trama	1	LMC 754
	<i>Lejeunea</i> sp.4	Trama	2	LMC 729
	<i>Lejeunea</i> sp.5	Trama	1	LMC 723
	<i>Lejeuneaceae</i> sp.1	Trama	1	S.V
	<i>Lejeuneaceae</i> sp.2	Trama	1	S.V
	<i>Leptolejeunea</i> sp.	Trama	1	LMC 726
	<i>Lopholejeunea</i> cf. <i>nigricans</i> (Lindenb.) Schiffn.	Trama	1	LMC 711
	<i>Neurolejeunea breutelii</i> (Gottsche) A.Evans	Tapete	2	LMC 758
	<i>Prionolejeunea</i> sp.1	Trama	1	LMC 708
	<i>Prionolejeunea</i> sp.2	Trama	1	LMC 722
	<i>Taxilejeunea pterigona</i> (Lehm. & Lindenb.) Schiffn.	Trama	2	LMC 706
	<i>Taxilejeunea</i> cf. <i>terricola</i> (Spruce) Steph.	Trama	1	LMC 710
Lepidoziaceae	<i>Telaranea diacantha</i> (Mont.) Engel & Merr.	Trama	1	LMC 718
Lophocoleaceae	<i>Cryptolophocolea martiana</i> (Nees)	Trama	3	LMC 738
	<i>Lophocolea bidentata</i> (L.) Dumort.	Trama	4	LMC 711
	<i>Lophocolea muricata</i> (Lehm.) Nees	Trama	1	LMC 716
Metzgeriaceae	<i>Metzgeria albinea</i> Spruce	Talosa	1	LMC 756
	<i>Metzgeria conjugata</i> Lindb.	Talosa	2	LMC 757
	<i>Metzgeria</i> cf. <i>fruticola</i> Spruce	Talosa	1	LMC 739
Plagiochilaceae	<i>Plagiochila corrugata</i> (Nees) Nees & Mont.	Pendente	1	LMC 764
	<i>Plagiochila rutilans</i> Lindenb.	Trama	2	LMC 764
	<i>Plagiochila</i> cf. <i>patentissima</i> Lindenb.	Trama	1	LMC 733
	<i>Plagiochila</i> cf. <i>subplana</i> Lindenb.	Trama	1	LMC 725
	<i>Plagiochila</i> sp.1	Trama	2	LMC 726

Divisão/Família	Espécies	Formas de vida	Freq.	Voucher
	<i>Porella reflexa</i> (Lehm. & Lindenb.)			
Porellaceae	Trevis.	Tapete	1	LMC 712
Radulaceae	<i>Radula nudicaulis</i> Steph.	Flabelado	3	LMC 746
	<i>Radula</i> sp.1	Flabelado	1	LMC 721

CONCLUSÕES GERAIS

Os dados obtidos neste trabalho mostram a relevância do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro como uma área chave para a conservação da diversidade das briófitas brasileiras, ao conter uma brioflora altamente representativa da Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil, abrigando alto número de espécies endêmicas, raras e com distribuição moderada.

Entre as contribuições mais destacáveis desta pesquisa estão o registro de 190 espécies pela primeira vez para a área do PESB; das quais, vinte três (10%) são consideradas novas ocorrências para o Estado de Minas Gerais, ampliando desta forma a distribuição de espécies pouco conhecidas no Brasil.

Graças ao esforço de amostragem feito no desenvolvimento desta dissertação se conseguiu acrescentar consideravelmente o acervo da coleção de briófitas do Herbário VIC, que passou de ter apenas de 15 excicatas, a possuir ca de 700 amostras que ficaram disponíveis para futuros estudos das briófitas no Brasil.

Este trabalho também apresenta a primeira avaliação das interações bióticas entre as comunidades de briófitas e uma espécie de samambaia em um remanescente de Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil

Desta maneira, em termos de relevância, esta pesquisa fornece importantes informações sobre um grupo de plantas pouco explorado na região, as quais são componentes expressivos da diversidade, estrutura e função dos remanescentes da Floresta Atlântica no Sudeste do Brasil.