

GLEDSOON JULIO DA SILVA

Revisão e Conservação do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais.

São Paulo
2023

GLEDSOON JULIO DA SILVA

Revisão e Conservação do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Ambientais, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de MESTRE em BIODIVERSIDADE VEGETAL E MEIO AMBIENTE, na Área de Concentração de Plantas Avasculares e Fungos em Análises Ambientais.

ORIENTADOR: DR. DENILSON FERNANDES PERALTA

Ficha Catalográfica elaborada pelo **NÚCLEO DE BIBLIOTECAS E MAPOTECAS**

Silva, Gledson Julio da
S586r Revisão e conservação do gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o
Brasil / Gledson Julio da Silva - - São Paulo, 2022.
63p.; il.

Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Pesquisas Ambientais da Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2023.
Bibliografia.

1. Taxonomia. 2. Endemismo. 3. Campos de Altitude. I. Título.

CDU: 582.34

BANCA EXAMINADORA

Dr. Denilson Fernandes Peralta (orientador)

Dra. Adriana de Mello Gugliotta

Dr. Hermeson Cassiano Oliveira

"Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution"
-Theodosius Hryhorovych Dobzhansky-

Agradecimentos

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação de Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente do Instituto de Pesquisas Ambientais por permitir a realização deste estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq 130184/2020-9) pela bolsa concedida durante o período do Mestrado.

Aos curadores dos herbários pela disponibilização das amostras para este estudo.

Ao meu orientador, Dr. Denilson Fernandes Peralta, por todo o aprendizado que me foi passado desde o começo dessa jornada.

Aos meus amigos e colegas de pós-graduação do laboratório, que tornaram o caminho mais leve com companheirismo e compartilhamento de conhecimento.

Aos meus pais e família, que sempre me apoiaram e permaneceram me incentivando nos estudos e em toda essa jornada.

A todos que tornaram isso possível,

Muito obrigado!

Resumo: Revisão e Conservação do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil

As briófitas apresentam um grande número de espécies sendo o segundo maior grupo de plantas, ficando atrás apenas das angiospermas. Contam com 3 divisões e possuem papel fundamental na formação de micro-habitats, estabilização de solos e rochas expostas, possuem a capacidade de reter substâncias nocivas ou tóxicas, além de possuírem usos econômicos e medicinais, também podem ser utilizados como indicadores ambientais, entre outros. Estima-se que existam aproximadamente 12.800 espécies em todo o mundo e o Brasil sozinho abriga cerca de 11% desse total. *Breutelia* é um gênero de musgo amplamente distribuído principalmente pelas Américas, África e Austrália. No Brasil são descritas 6 espécies antes desta revisão. Elas ocupam áreas elevadas do sul e sudeste do território, principalmente nas montanhas da Mata Atlântica que se estendem de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, abrangendo principalmente as Serras do Mar e da Mantiqueira, além da Cadeia do Espinhaço. Para esta revisão do gênero foram analisadas 184 amostras dos herbários: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES incluindo os espécimes tipo das espécies. Para a análise de conservação utilizamos o software GeoCAT com as coordenadas obtidas das amostras analisadas dos mesmos herbários e de repositórios online como SpeciesLink, GBIF e a Flora e Funga do Brasil seguindo as normas da UICN. Neste trabalho, reconhecemos a existência de cinco espécies de *Breutelia* no Brasil, sendo quatro endêmicas e uma nova espécie. A nova espécie *Breutelia* sp. nov. surge com uma morfologia diferente das demais e com características que nunca foram descritas para o gênero, como a falta de papilas ou um número bastante reduzido delas e uma inserção do filídio totalmente adpressa em algumas populações. Além disso, estamos propondo a sinonímia de duas espécies, além de confirmar a sinonímia de outras seis espécies. No estudo focado na conservação das espécies, chegamos a uma classificação preocupante em relação ao estado das espécies endêmicas, onde todas foram classificadas como "EN - Em perigo de extinção". O trabalho produziu pranchas para todas as espécies, assim como uma chave de identificação para o território. Os resultados estão expostos nos capítulos 1 e 2 denominados respectivamente Revisão do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil; e Status de conservação das espécies de *Breutelia* ocorrentes no Brasil.

Palavras-chave: Taxonomia, Endemismo, Campos de Altitude, Mata Atlântica.

Abstract: Revision and Conservation of the Genus *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) for Brazil

Bryophytes represent a large number of species, being the second largest group of plants, second only to angiosperms. They comprise three divisions and play a fundamental role in the formation of microhabitats, soil and exposed rock stabilization, and have the ability to retain harmful or toxic substances. They also have economic and medicinal uses, and can serve as environmental indicators, among other functions. It is estimated that there are approximately 12,800 species worldwide, with Brazil alone harboring around 11% of this total. *Breutelia* is a moss genus widely distributed mainly in the Americas, Africa, and Australia. Prior to this revision, six species were described in Brazil. They occupy elevated areas in the southern and southeastern territory, mainly in the mountains of the Atlantic Forest, extending from Minas Gerais to Rio Grande do Sul, encompassing the Serras do Mar and Mantiqueira, as well as the Cadeia do Espinhaço. For this genus revision, 184 herbarium specimens were analyzed, including those from the following herbaria: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC, and VIES, including the type specimens. For conservation analysis, we used the GeoCAT software with coordinates obtained from the analyzed samples from the same herbaria and from online repositories such as SpeciesLink, GBIF, and the Flora e Funga do Brasil, following the IUCN guidelines. In this study, we recognized the existence of five *Breutelia* species in Brazil, including four endemic species and one new species. The new species, *Breutelia* sp. nov., exhibits a distinct morphology from the others and features that have never been described for the genus, such as the absence or greatly reduced number of papillae and a completely adpressed insertion of the leaf in some populations. Furthermore, we propose the synonymization of two species and confirm the synonymy of six other species. In the conservation-focused study, we arrived at a concerning classification regarding the status of endemic species, where all were classified as "EN - Endangered". The study produced illustrations for all species, as well as an identification key for the territory.

Keywords: Taxonomy, Endemism, Campos de Altitude, Atlantic Forest.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
OBJETIVOS	12
MATERIAL E MÉTODOS	12
RESULTADOS	14
CAPÍTULO 1: REVISÃO DO GÊNERO <i>BREUTELIA</i> (BARTRAMIACEAE, BRYOPHYTA) PARA O BRASIL	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO	18
MATERIAL E MÉTODOS	20
Área de estudo	20
Análise morfológica	21
Tratamento das amostras	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
Chave para identificação das espécies brasileiras de <i>Breutelia</i>	22
Tratamento taxonômico	23
<i>Breutelia grandis</i>	23
<i>Breutelia microdonta</i>	26
<i>Breutelia subtomentosa</i>	29
<i>Breutelia tomentosa</i>	34
<i>Breutelia sp. nov.</i>	39
CAPÍTULO 2: STATUS DE CONSERVAÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>BREUTELIA</i> OCORRENTES NO BRASIL	42
RESUMO	43
ABSTRACT	44
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	49

Área de Estudo	49
Método de amostragem das espécies e coordenadas	50
Categoria e Critérios de classificação	50
Critério B – cálculo do EOO e AOO com auxílio do <i>GeoCAT</i>	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
<i>Breutelia tomentosa</i> (Sw. Ex Brid.) A. Jaeger	54
RECOMENDAÇÕES	54
CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXO	63

Introdução Geral

O termo "briófita sensu lato" é utilizado para designar organismos vegetais clorofilados de porte reduzido, que não possuem vasos condutores, flores ou frutos (Glime, 2017). Essas plantas podem ser encontradas em diversos ambientes, sendo mais abundantes em áreas úmidas e tropicais devido à sua dependência de água líquida para realizar o metabolismo e o desenvolvimento (Gradstein *et al.*, 2001).

Dentre as plantas, as briófitas apresentam grande diversidade de espécies, sendo o segundo maior grupo, com aproximadamente 15.000 a 25.000 espécies, ficando atrás apenas das plantas com flores com um número em torno de 350.000 espécies (Glime, 2017). Encontram-se organizadas em três divisões denominadas Anthocerotophyta Rothm. ex Stotler & Crand.-Stotler, que agrega os antóceros, Bryophyta Schimp., onde estão inseridos os musgos, e Marchantiophyta Stotler & Crand.-Stotler, as hepáticas (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Estudos indicam o monofiletismo das briófitas, com musgos e hepáticas formando um clado irmão chamado Setaphytas, enquanto os antóceros estão mais próximos das plantas vasculares. (Glime, 2017; Puttick *et al.*, 2018). A presença ou ausência de estômatos é uma característica importante na configuração das divisões filogenéticas das briófitas. Historicamente, as hepáticas eram consideradas mais basais por não possuírem essa estrutura. No entanto, estudos mais recentes e aprofundados (Harris *et al.*, 2020) sobre os estômatos a nível molecular indicam que o ancestral comum provavelmente possuía estômatos e que a ausência deles nas hepáticas é uma perda secundária, enquanto as outras linhagens mantêm essa característica.

A divisão Bryophyta possui um maior número de espécies e complexidade morfológica em comparação aos outros grupos, principalmente devido às características encontradas em seus esporófitos (Glime, 2017). Essas plantas podem ser encontradas em uma diversidade maior de ambientes, pois apresentam maior resistência à luz solar em comparação aos outros dois grupos. Estima-se que existam cerca de 12.800 espécies em todo o mundo (Gradstein *et al.*, 2001), sendo que o Brasil abriga aproximadamente 1.613 delas, correspondendo a cerca de 11% do total global (Flora do Brasil, 2022).

Breutelia é um gênero de musgo dentro da família Bartramiaceae que contém plantas robustas, dioicas, que ocorrem em montanhas principalmente pelas Américas, África subsaariana e Austrália. No mundo, são aproximadamente 93 espécies (Matteri, 1973; Griffin, 1988; Virtanen, 2000). Na América existem 47 espécies, porém os autores sempre enfatizam a

necessidade de revisão para diversas espécies conhecidas apenas pelo material tipo (Allen & Griffin, 1999; Griffin, 1984b; Allen, 2002).

No Brasil a primeira revisão foi de Griffin (1984b) onde o autor trata de 5 espécies do gênero para a região que ocorrem nas montanhas do sul e sudeste, entre Santa Catarina e Minas Gerais (Griffin, 1984b). Atualmente o gênero é encontrado até o Rio Grande do Sul e conta com 6 espécies. Essas informações são provenientes da publicação de 2020 do projeto REFLORA da Flora e Funga do Brasil, projeto no qual revisamos e atualizamos as informações da família Bartramiaceae (Peralta, D.F. *et al.*, 2020). É a mais recente revisão que o gênero obteve para o território.

No Brasil, *Breutelia* é encontrada no bioma de Mata Atlântica, porém nas grandes altitudes. Nesses locais as vegetações estão expostas a diferentes intempéries ambientais formando um sistemas a parte (Safford, 1999). O Campo de Altitude é o tipo de vegetação onde são encontradas, iniciam-se a partir de 1.500 m de altitude e estão dispostos na Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e na Cadeia do Espinhaço principalmente (Gomes *et al.*, 2006; Vasconcelos, 2011; Safford, 1999). Abrigam táxons que também ocorrem nos Andes devido à similaridade ambiental (Santos & Costa, 2010) e, devido a essa equivalência, pode ser citado como os páramos brasileiros (Safford, 1999) e com características de “vegetação alpina” (Gomes *et al.*, 2006).

Objetivos

- Revisar as espécies de musgo dentro do gênero *Breutelia* existentes no Brasil;
- Localizar espécies com nomes inválidos ou sinônimos;
- Produzir chave para identificação das espécies brasileiras de *Breutelia*;
- Confeccionar pranchas com imagens das espécies;
- Averiguar o estado de conservação das espécies de *Breutelia* brasileiras.

Material e Métodos

O presente estudo foi realizado a partir da análise dos materiais tipo e espécimes herborizados para todas as 6 espécies reportadas para o Brasil, incluindo seus sinônimos e nomes duvidosos. As principais bibliografias que tratam do gênero *Breutelia* e são a base para este estudo são: Matteri (1973), Griffin (1979), Griffin (1984b), Churchill & Linares (1995a, b), Allen & Griffin (1999), Virtanen (2000), Gradstein *et al.* (2001), Allen (2002) e Virtanen (2003).

Também visualizamos e estudamos plantas em seu habitat natural para melhor entender as características e morfologia do gênero em campo. Visitamos o Parque Nacional de Itatiaia que engloba parte da Serra da Mantiqueira na região sudeste, entre o Rio de Janeiro e Minas Gerais.

A análise morfológica foi focada nas características dos materiais tipo, descrições originais, chaves e comentários existentes na literatura (Mitten, 1869; Sehnem, 1976; Griffin, 1984b; Allen & Griffin, 1999; Allen, 2002). As principais características observadas foram os tamanhos das plantas, formatos dos filídios, presença de células alares, posições dos filídios em relação aos caulídios e as variações morfológicas entre espécimes. Os esporófitos também foram analisados quando presentes, descrevendo os tipos de dentes do peristômio e caracterizando cápsulas e caliptras, bem como os esporos quando presentes.

Foram confeccionadas lâminas semi-permanentes das amostras e as análises foram realizadas no laboratório do Núcleo de Pesquisa em Briologia do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA). Para isso, usamos o microscópio óptico e lupa para observar e medir as características macro e microscópicas usando uma lâmina milimetrada. As lâminas semi-permanentes foram confeccionadas usando a gelatina glicerínada de Kisser para futuras consultas ao material analisado (Glime, 2015).

A chave para o reconhecimento das espécies brasileiras foi construída a partir do software Xper3 (<https://www.xper3.fr/>), no qual listamos as principais características morfológicas diagnósticas observadas nas espécies de *Breutelia* e alimentamos o programa com as informações. Para fins de organização e simplicidade da chave a maioria dos caracteres foi descrita de forma binária.

Para as pranchas usamos fotografias feitas por câmera acoplada ao microscópio, fotografando as características diagnósticas. As imagens foram tratadas no programa CombineZP, combinando fotos em diversos planos, visando montar uma imagem com foco em várias profundidades e a prancha foi montada no programa Adobe Photoshop.

Para a análise de conservação das espécies de *Breutelia* do Brasil incluímos todas as espécies encontradas no território brasileiro (Griffin, 1984b; Peralta, D.F. *et al.*, 2020). As coordenadas utilizadas foram extraídas das exsicatas de plantas herborizadas provenientes do SpeciesLink (<http://specieslink.net>), GBIF (<http://gbif.org>) e Flora e Funga do Brasil (Peralta, D.F. *et al.*, 2020), que incluem os seguintes herbários: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE,

SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES. Os espécimes usados, com sua coordenada, identificação e coletor estão disponíveis em anexo.

Para a análise de status de conservação, todas as coordenadas passaram por um filtro, onde localidades muito vagas ou que não representavam o local correto de coleta descrito foram excluídas. Amostras antigas, mas com descrição precisa do local de coleta, foram incluídas utilizando coordenadas aproximadas do Google Earth ®. Foi usado o padrão de 2 km² de cada amostra proposto pela UICN (UICN, 2022).

Resultados

Os resultados foram apresentados em dois capítulos nesta dissertação: Capítulo 1 - Revisão do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil, e Capítulo 2 - Status de conservação das espécies de *Breutelia* ocorrentes no Brasil.

Capítulo 1

Revisão do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil

Gledson Julio da Silva^{1*}

Denilson Fernandes Peralta¹

¹ Núcleo de Pesquisa em Briologia, Instituto de Pesquisas Ambientais, 04301-902, São Paulo, SP, Brasil.

*Autor correspondente: ed.julio08@gmail.com

Resumo: Revisão do Gênero *Breutelia* (Bartramiaceae, Bryophyta) para o Brasil

Breutelia é um gênero de musgo amplamente distribuído principalmente pelas Américas, África e Austrália. Esses musgos são caracterizados como acrocárpicos, terrícolas, robustos e tomentosos, formando tufo. Possuem filídios geralmente lanceolados e acuminados, com uma única costa, e apresentam células papilosas mais frequentemente nas extremidades dos filídios. Todas as espécies do gênero são dióicas. No Brasil são descritas seis espécies antes desta revisão. Elas ocupam áreas elevadas a partir de 1500 metros do sul e sudeste do território, principalmente nas montanhas da Mata Atlântica que se estendem de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, abrangendo principalmente as Serras do Mar e da Mantiqueira, além da Cadeia do Espinhaço. Para esta revisão do gênero foram analisadas 184 amostras dos herbários: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES incluindo os espécimes tipo das espécies. Estamos reconhecendo cinco espécies para o território brasileiro: *Breutelia tomentosa*, *Breutelia grandis*, *Breutelia microdonta*, *Breutelia subtomentosa* e *Breutelia sp. nov.*, sendo as últimas quatro endêmicas do Brasil. Uma nova espécie *Breutelia sp. nov.* está sendo descrita com base nas características eleitas como diagnósticas para separar as espécies dentro do gênero. A nova espécie surge com uma morfologia diferente das demais e com características que nunca foram descritas para o gênero, como a falta de papilas ou um número bastante reduzido delas e uma inserção do filídio totalmente adpressa em algumas populações. Além disso, estamos propondo a sinonímia de duas espécies, além de confirmar a sinonímia de outras seis espécies.

Palavras-chave: Taxonomia; Acrocárpico; Campos de Altitude; Mata Atlântica.

Abstract: Revision of the *Breutelia* Genus (Bartramiaceae, Bryophyta) for Brazil

Breutelia is a widely distributed genus of mosses found predominantly in the Americas, Africa, and Australia. These mosses are characterized as acrocarpous, terrestrial, robust, and tomentose, forming tufts. They typically have lanceolate and acuminate leaf tips with a single costa, and papillose cells are more frequently found at the leaf tips. All species in the genus are dioicous. Before this revision, six species were described in Brazil. They inhabit high-altitude areas starting from 1500 meters in the southern and southeastern regions of the country, primarily in the mountains of the Atlantic Forest, spanning from Minas Gerais to Rio Grande do Sul, including the Serra do Mar, Serra da Mantiqueira, and the Cadeia do Espinhaço. For this genus revision, 184 samples from the herbaria AAU, ALCB, BA, CAS, CUVIC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCC, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC, and VIES were analyzed, including the type specimens of the species. We recognize five species for the Brazilian territory: *Breutelia tomentosa*, *Breutelia grandis*, *Breutelia microdonta*, *Breutelia subtomentosa*, and a new species, *Breutelia* sp. nov., with the latter four being endemic to Brazil. A new species, *Breutelia* sp. nov., is being described based on characteristics chosen as diagnostic for species delimitation within the genus. The new species exhibits a distinct morphology and features that have never been described in the genus, such as the absence or greatly reduced number of papillae and a completely adpressed leaf insertion in certain populations. Additionally, we propose the synonymization of two species and confirm the synonymization of six other species.

Keywords: Taxonomy; Acrocarpous; Campos de Altitude; Atlantic Forest.

Introdução

A família Bartramiaceae Schwägr. é conhecida principalmente pela cápsula globosa de seus esporófitos, por conta disso possuem o nome popular de musgo maçã ou “*apple moss*” pelo formato similar à fruta. Descrita como um grupo de plantas adaptadas a ambientes secos e com muitas características para driblar a poiquiloidria (Vitt, 1984), apresentam filídios geralmente lanceolados e acuminados com costa única, células quadráticas ou retangulares com uma papila na extremidade distal, e as cápsulas globosas (Griffin & Buck, 1989). A família atualmente contém 10 gêneros e aproximadamente 400 espécies, e de acordo com estudos morfológicos e análises moleculares de locus de genes de cloroplastos é classificada como monofilética (Gradstein *et al.*, 2001; Virtanen, 2003).

Entre os gêneros da família, *Breutelia* (Bruch & Schimp.) Schimp. ocorre em áreas de montanhas nas regiões tropicais e temperadas, sendo distribuída principalmente pelas Américas, África subsaariana e Austrália. Existem aproximadamente 93 espécies no mundo (Griffin, 1988; Virtanen, 2000; Matteri, 1973) e as plantas desse gênero são caracterizadas como musgos robustos, terrícolas, acrocárpicos, filídios fortemente plissados, tomentosos, formam tufo, esporos grosseiramente papilosos, filídios geralmente lanceolados e acuminados com costa única e possuem células papilosas mais frequentes nos ápices dos filídios, e são todas dióicas (Griffin, 1984b; Griffin & Buck, 1989; Gradstein *et al.* 2001; Allen, 2002). Na diferenciação das espécies do gênero, são levados em conta principalmente o tipo de diferenciação na região alar e a posição dos filídios em relação ao caulídio (Allen & Griffin, 1999; Allen, 2002).

Breutelia foi proposta pela primeira vez em 1830 por *Schwägrichen*, e tem origem como uma secção dentro de *Bartramia* Hedw. Sua descrição original ocorreu numa publicação da obra *Bryologia Europae* em 1851, onde foi retratada como *Bartramia* sect. *Breutelia* Bruch & Schimp., e estabelecida sobre a espécie tipo *Bartramia arcuata* (Dicks.) Sw. (Bruch *et al.*, 1851; Griffin & Buck, 1989). A proposta de reconhecer *Breutelia* como gênero foi feita por Schimper, na obra *Corollarium Bryologiae Europae* de 1856, e a espécie tipo foi realocada em *Breutelia arcuata* (Dicks.) Schimp. e muitas espécies de *Bartramia* foram transferidas neste momento para o novo gênero (Schimper, 1856).

As relações filogenéticas entre os gêneros incluídos em Bartramiaceae foram introduzidas em 1924 por Brotherus que incluiu 7 gêneros na análise: *Anacolia* Schimp., *Bartramia* Hedw., *Breutelia* (Bruch & Schimp.) Schimp., *Conostomum* Sw., *Exodokidium* Cardot, *Leiomela* (Mitt.) Broth., *Philonotis* Brid., e *Plagiopus* Brid. O tratamento de

Brotherus (1924) segue Fleischer (1904-1923, 1920) que também já os considerava a família dentro de Bryineae M. Fleisch. com base no peristômio diplolepídeo e de formato brióide. Posteriormente Brotherus (1926) acrescenta o gênero *Fleischerobryum* Loeske; Newton (1973, 1974) sinonimiza *Exodokidium* com *Bartramia*; e Magill (1987a) descreve *Quathlamba* Magill.

A organização dos gêneros de Brotherus (1924) permaneceu até 1989, quando Griffin & Buck (1989) apresentam um tratamento taxonômico para a família propondo pela primeira organização em três subfamílias: Conostomoideae Griffin & W.R.Buck, Breutelioideae Griffin & W.R.Buck, e Bartramioideae Griffin & W.R.Buck, incluindo 11 gêneros: *Anacolia*, *Bartramia*, *Breutelia*, *Catoscopium* Brid., *Conostomum*, *Fleischerobryum*, *Flowersia*, *Leiomela*, *Philonotis*, *Plagiopus* e *Quathlamba*. Essa configuração estava principalmente embasada na morfologia dos rizóides axilares. Atualmente a família conta com 10 gêneros, onde *Quathlamba* foi sinonimizado em *Neosharpiella* (Robinson *et al.*, 2001) e *Catoscopium* foi retirado após análises moleculares (Goffinet *et al.*, 2001).

Vitt (1984) apresenta a morfologia do peristômio como característica que evidencia o monofiletismo da família. O monofiletismo é indicado pela primeira vez usando marcadores de cloroplasto e também de DNA nuclear proposto por Cox e Hedderson (1999). A última hipótese filogenética apresentada para a família foi realizada em 2003 sobre informações morfológicas e moleculares utilizando os marcadores de rps4, rbcL e trnL-trnF. Neste estudo os resultados indicam novamente o monofiletismo da família e dá suporte molecular para as 3 subfamílias (Virtanen, 2003). Atualmente a família ainda mantém as 3 subfamílias propostas por Griffin & Buck (1989), com suporte molecular (Virtanen, 2003), e segue a seguinte configuração: *Conostomoideae* Griffin & Buck com um único gênero, *Conostomum*; *Bartramioideae* Griffin & Buck com os gêneros *Anacolia*, *Bartramia*, *Flowersia*, *Leiomela*, *Neosharpiella* e *Plagiopus*; e *Breutelioideae* Griffin & Buck com *Breutelia*, *Fleischerobryum* e *Philonotis*.

Sehnem (1976) publica um trabalho para os musgos sul brasileiros citando *Breutelia subtomentosa* e diversas espécies hoje descritas como sinônimo atualmente. O primeiro trabalho com foco em *Breutelia* para o Brasil provém de Griffin (1984b), onde o autor tratou de 5 espécies encontradas no território, apresentando chave e ilustrações. Segundo o mesmo, as espécies brasileiras estão concentradas nas regiões montanhosas do sul-sudeste brasileiro. O gênero é citado em listas de espécies para o território brasileiro de Crosby, M.R. & o. REVISED. 1999; Forzza, R.C. 2010; e Peralta, D.F. 2015. Outros trabalhos citam espécies

brasileiras como: Gradstein *et al.* 2001; Costa, D.P. & Peralta, D.F. 2015; BFG, 2018; e BFG, 2021. Atualmente, após a publicação do projeto REFLORA da Flora e Funga do Brasil em 2020 (Peralta, D.F. *et al.*, 2020), onde revisamos e atualizamos as informações e imagens da família Bartramiaceae, o gênero é composto por 6 espécies e ocorre entre o Rio Grande do Sul e Minas Gerais a partir de 1500 m de altitude nos Campos de Altitude.

A principal característica usada por Griffin (1984b) para construir a chave brasileira do gênero foi considerar a estratificação da lâmina dos filídios das plantas analisadas. Usamos essa característica no projeto REFLORA para tratar o gênero (Peralta, D.F. *et al.*, 2020). Após aprofundamento na morfologia do gênero, percebemos que a característica não é um bom parâmetro para distinguir espécies, já que o corte do filídio pode terminar com estratos diferentes de acordo com a posição em que é feito. Para separar espécies do gênero de outras regiões, os pesquisadores utilizam outros caracteres morfológicos. As principais características usadas são os ângulos de inserção do filídio no caulídio e as células alares, baseando-se em trabalhos que tratam do gênero (Matteri; 1981; Griffin 1988; Churchill & Linares, 1995a; Allen & Griffin, 1999; Allen, 2002).

No estudo aqui apresentado estudamos as 6 espécies e os sinônimos de *Breutelia* previamente citadas para o Brasil. As principais bibliografias e que servem como base para este estudo são: Matteri (1973), Griffin (1979), Griffin (1984b), Churchill & Linares (1995a, b), Allen & Griffin (1999), Virtanen (2000), Gradstein *et al.* (2001), Virtanen (2003) e Peralta, D.F. *et al.* (2020).

Material e métodos

Área de estudo

Localizado na América do Sul, o Brasil possui área territorial de 8.510.345,538 km², é cortado ao norte pela Linha do Equador e no Sul pelo Trópico de Capricórnio, estando inserido em diferentes zonas climáticas, o que proporciona uma grande diversidade de ambientes ao longo do território (IBGE, 2006; IBGE, 2022). O território é bastante plano devido à erosão e as grandes altitudes estão concentradas principalmente no sudeste próximo ao Oceano Atlântico (Safford, 1999). Nesse contexto, os picos de montanhas podem atingir alturas de 2890 m (Pico da Bandeira) no ES e 2791 m (Itatiaia) na divisa de RJ-MG (Costa *et al.* 2015; Aximoff, 2011). Nos ambientes montanhosos do Brasil o tipo de vegetação que ocorre a partir de 1500 m de altitude é denominado Campos de Altitude (Vasconcelos, 2011).

Os Campos de Altitude estão expostos a diferentes intempéries ambientais que faz com que o ambiente se diferencie dos locais mais baixos mesmo estando inseridos no bioma de Mata Atlântica (Safford, 1999), e são encontrados principalmente na Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e na Cadeia do Espinhaço no sul e sudeste do território brasileiro (Gomes et al. 2006).

Análise morfológica

A delimitação das espécies seguiu a descrição original (Bruch, P. *et al.*, 1851), materiais tipo e a variação morfológica observada nos espécimes em campo. Ao todo foram 184 exsicatas provenientes dos herbarios: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUCS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES. Adicionalmente são apresentadas variações dos taxa que ocorrem em outros países observados em material de herbário e literatura (Matteri, 1973; Griffin, 1979; Matteri, 1985; Griffin, 1994; Sharp et al., 1994; Allen & Griffin, 1999; Allen, 2002).

Tratamento das amostras

A descrição morfológica evidencia as características diagnósticas para o reconhecimento das espécies, dando ênfase ao tamanho das plantas, formato dos filídios, altura da costa, presença de células alares e posição dos filídios em relação ao caulídio. Esporófitos e esporos também foram morfolologicamente descritos quando presentes.

Nas descrições estamos considerando as características dos filídios vegetativos adultos, aqueles que estão no meio entre os periqueciais e os basais, tornando isso um padrão a fim de comparação. Costas consideradas percurrentes são aquelas onde as células que compõem a costa não ultrapassam o ápice do filídio ou ultrapassam com pouquíssimas células. Células alares diferenciadas só foram consideradas assim quando claramente diferem em tamanho e formato em relação às presentes na lâmina. Os ângulos de inserção do filídio no caulídio são observados com as plantas secas, visto que trabalhamos com espécies herborizadas e facilita a comparação com espécimes tipo. Consideramos após muitos cortes transversais de filídios que as camadas ou estratificações da lâmina são inconstantes nas espécies de *Breutelia*, e variam de acordo com a posição do corte. Logo, a estratificação não é uma característica interessante para diferenciar espécies.

Resultados e discussão

Estamos reconhecendo 5 espécies para o território brasileiro: *Breutelia tomentosa* (Sw. ex Brid.) A. Jaeger, *Breutelia grandis* (Hampe) Paris, *Breutelia microdonta* (Mitt.) Broth., *Breutelia subtomentosa* (Hampe) Jaeger (Griffin, 1984b) e *Breutelia sp. nov.* Silva & Peralta (Silva & Peralta, Capítulo 1) sendo as últimas 4 endêmicas do Brasil.

Breutelia sp. nov. é proposta como uma nova espécie para o gênero *Breutelia*. A espécie é encontrada no sul e sudeste brasileiro nos estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Foi descrita devido a sua morfologia única com características que não são encontradas em outras plantas do território, como a ausência de papilas e filídios totalmente adpressos ao caulídio.

Estamos indicando pela primeira vez a amostra que corresponde ao holótipo de *Breutelia microdonta* e incluindo a proposição da sinonímia de *Breutelia subdisticha* com *Breutelia tomentosa* e *Breutelia wainioi* com *Breutelia subtomentosa*.

Chave para Identificação das espécies brasileiras de Breutelia

1. Gametófitos grandes (10 cm ou maiores), robustas, filídios oblongo-ovalados, largos em toda a extensão e apenas com ápice cuspidado - ***Breutelia grandis***
1. Gametófitos médios ou pequenos (menor que 10 cm), filídios com a porção basal mais larga e estreitando-se em direção ao ápice acuminado - **2**
2. Filídios com a costa longo excurrente, estreitos, formando base invaginante ou não e com células alares diferenciadas ou indiferenciadas - **3**
2. Filídios com a costa curto excurrente a percurrente, lanceolados a oblongo lanceolados, base invaginante e com células alares indiferenciadas - **4**
3. Filídios com base livre (não invaginante), os filídios claramente espaçados, caulídio exposto, papilas abundantes e células alares sempre indiferenciadas - ***Breutelia microdonta***
3. Filídios com base invaginante, imbricados (juntos), caulídio totalmente coberto pelos filídios (não exposto), poucas ou nenhuma papila e células alares diferenciadas ou indiferenciadas - ***Breutelia sp. nov.***
4. Inserção dos filídios em relação ao caulídio com aproximadamente 90° a esgarçados, base dos filídios oblonga com a presença de ombro que separa o ápice longo lanceolados - ***Breutelia tomentosa***
4. Inserção dos filídios em relação ao caulídios com aproximadamente 45°, filídios invaginante, gradualmente lanceolados sem ombro aparente - ***Breutelia subtomentosa***

Tratamento taxonômico

1. ***Breutelia grandis*** (Hampe) Paris, Index Bryol. 152. 1894. *Bartramia grandis* Hampe, Flora 64: 369. 1881, Tipo: [Brazil] Rio de Janeiro, *Glaziou 4549* (lectotipo BM [bc.BM000079943! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000079943>], aqui designado, sintipos BM [bc.BM000960291! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960291>], MICH [ac.MICH526129 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mich526129>], H [ac.H3301565 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.h3301565>]).

FIGURA 1.

= *Breutelia robusta* (Hampe) Broth., Acta Soc. Sci. Fenn. 19(5): 1–30. 1891, nome ilegítimo, homonímia tardia de *Breutelia robusta* (Hook. f. & Wilson) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–1874: 53–278, nome correto, espécie da Nova Zelandia. *Prionodon robustus* Hampe, Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn. ser. 3, 4: 55. 1872. Tipo: BRAZIL, Rio de Janeiro, *Glaziou 4549* (lectotipo BM [bc.BM00079943!], designado por Costa *et al.* (2016); isolectotipos: BM [bc.BM000960291!], PC [bc.PC0108928!], PC [bc.PC0709567!], PC [bc.PC0721275!]), sin por Griffin (1984b).

= *Breutelia elegans* C.H. Wright, J. Bot.n 30: 263. 1892. Tipo: [Brasil] Rio de Janeiro, *Glaziou 17971* (BM [bc.BM000960289! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960289>]), sin por Griffin (1984b).

= *Breutelia selaginoides* Müll.Hal, nome de herbário. Material Original: [Brasil] Sa. do Itatiaia, 30.mai.1902, *P. Dusén [s.n.]* (PC [bc.PC0701139!], *sin nov.*

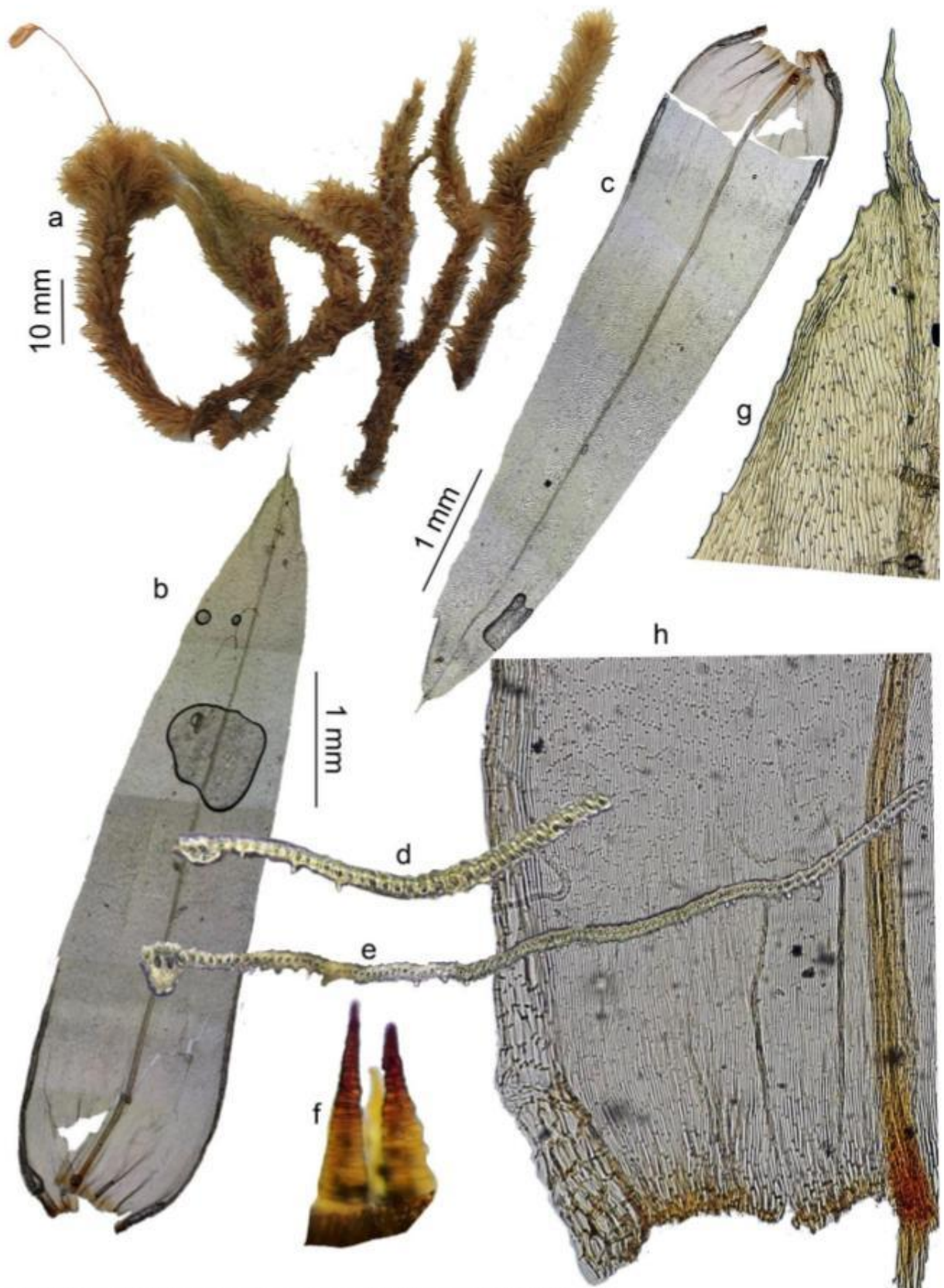


FIGURA 1. *Breutelia grandis* A. Hábito. B, C. Filídios vegetativos. D, E. Corte da lâmina. F. Peristômio. G. Ápice. H. Base e células alares. (Schäfer-Verwimp & Verwimp 11475 SP).

Plantas robustas, crescendo em tufo, eretas, com caulídios medindo até 20 cm, tomentosas, pouco ramificadas com inovações subflorais. Filídios ereto-espalhados quando secas, oblongo-ovalados, com aproximadamente 7 mm, bases invaginantes, plissadas, células alares indiferenciadas, células mais infladas e hialinas no topo das bases, margens dos filídios serradas e planas no ápice, inteiras a levemente revolutas na base. Costas excurrentes, cuspidatas. Células das lâminas longo-retangulares, papilas nas extremidades posteriores, células das bases retangulares-alargadas, papilas abundantes nas bases, aproximadamente 8 colunas de células infladas nas regiões alares até os ombros. Setas 20mm, eretas, pouco recurvadas, cápsulas ovóides, horizontais a inclinadas, com sulcos longitudinais. Peristomas duplos, exóstomas com linhas medianas e endóstomas levemente menores.

Material examinado: BRASIL. **Espírito Santo**, Castelo, 26-X-2004, *L. Kollman & R. L. Kollman* 7234 (MBML, SP). **Minas Gerais**, [Catás Altas] Serra do Caraça, 1989, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 11475 (JE, ALCB, SP); Caeté, 17-XI-1986, *O. Yano & P. I. S. Braga* 10490 (SP); Santa Bárbara, 18-XI-1977, *D. M. Vital* 7700 (SP), idem, 17-XII-1982, *D. M. Vital* 10810 (SP). **Paraná**, Campina Grande do Sul, 22-IV-2016, *E. D. Lozano & M. L. Brotto* 3328 (SP). **Rio de Janeiro**, Teresópolis, 27-VIII-2015, *M. S. Dias et al.* 1274 (SP), idem, 19-I-2022, *D. F. Peralta et al.* 27559, 27596 (SP), idem, 10-II-2022, *A. L. A. Faria* 1555 (UB, SP). **Santa Catarina**, Campo Alegre, 28-XII-1999, *J. Cordeiro et al.* 1752 (MBM, SP). **São Paulo**, Pindamonhangaba, 4-III-1966, *D. M. Vital* 699, 966 (SP), idem 18-X-1994, *W. R. Buck* 26403 (NY, SP), idem, 5-V-2012, *D. F. Peralta et al.* 12437, 12450 (SP).

Espécie endêmica do Brasil ocorre no sul e sudeste, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná e Santa Catarina. É a maior e mais robusta do gênero. Griffin (1984b) também enfatiza o tamanho grande dos filídios, chegando a 7 mm, com formato oblongo-ovaladas, obtuso a retuso-arredondado, apiculado. Seu tamanho, tanto da planta quanto dos filídios, faz com que seja facilmente reconhecida e identificada podendo apenas ser confundida com *Breutelia auriculata* E.B. Bartram, espécie endêmica da Guatemala. A diferenciação ocorre porque o ápice de *B. grandis* é amplamente agudo, além disso possui células de parede fina da margem até à costa na base do filídio, formadas por células largas e rômbricas (Allen & Griffin 1999; Sharp *et al.* 1994; Bartram, 1946a).

A única dificuldade encontrada para a identificação da espécie está nas plantas jovens, que são menores, mas ainda assim apresentam as características exclusivas encontradas nos filídios.

A escolha da amostra BM000079943 como lectótipo foi tomada pelo motivo de estar dentro da coleção de Hampe, no herbário BM.

2. *Breutelia microdonta* (Mitt.) Broth., Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl. 21 Afd. 3(3): 1–76. 1895, non *Bartamidula microdonta* Mitt., nome de herbário. *Glyphocarpa microdonta* (Mitt.) Paris, Index Bryologicus 512. 1896. *Bartramia microdonta* Mitt., J. Linn. Soc., Bot. 12: 1-659. 1869. Tipo: [Brasil] Brasília, prov. Fazenda di Cachamba (2000 ped.) ad rupes humidas, *Weir s.n.* (holotipo NY [bc.NY2013837! - sob o nome *Bartramidula* - <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=2013837>]).

FIGURA 2.

Plantas frágeis, crescendo em tufos, eretas, com caulídios medindo até 3 cm, tomentosas, de ramificação pinada. Filídios espalhados quando secos formando ângulos de 90°, suavemente ovalados e lanceolados, com aproximadamente 4mm, bases não invaginantes, raramente plissadas, células alares indiferenciadas, células do topo da base indiferenciadas, margens dos filídios planos e serradas no ápice, revolutas e lisas na base. Costas excurentes, aristadas. Células das lâminas retangulares, papilas nas extremidades posteriores, células das bases pequenas retangulares, poucas papilas nas bases, 2 ou 3 colunas nas regiões alares com células indiferenciadas. Setas 18mm, eretas pouco curvadas, cápsulas ovóides, inclinadas a horizontais, sulcos longitudinais. Peristomas únicos, exóstomas sem linhas medianas.

Material examinado: BRASIL. **Espírito Santo**, Iúna, 16-IX-1984, *D. M. Vital & W. R. Buck* 11769 (NY, SP); Alto Caparaó, 22-IV-2016, *D. F. Peralta & R. D. Melo* 18068, 18200 (SP); Araponga, 14-XII-2017, *L. M. Cifuentes & F. J. Oliveira-Ramos* 548 (VIC, SP). **Minas Gerais**, Itamonte, 7-V-2016, *D. F. Peralta & D. S. Gissi* 18735 (SP); Poços de Caldas, 20-IV-1991, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 14421 (JE, SP); São Roque de Minas, 18-VII-2013, *D. F. Peralta & D. M. Carmo* 15098, 15126 (SP). **Paraná**, Capivari Grande, 17-XI-2012, *A. Schäfer-Verwimp et al.* 33873 (JE, SP); Ponta Grossa, 25-IV-1988, *O. Yano* 11293 (SP), idem, 30-III-2013, *D. F. Peralta et al.* 13387 (SP); Quatro Barras, 17-XI-2012, *D. F. Peralta et al.* 12786, 12810, 12830, 12854 (SP). **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 3-V-1989, *Schäfer-Verwimp &*

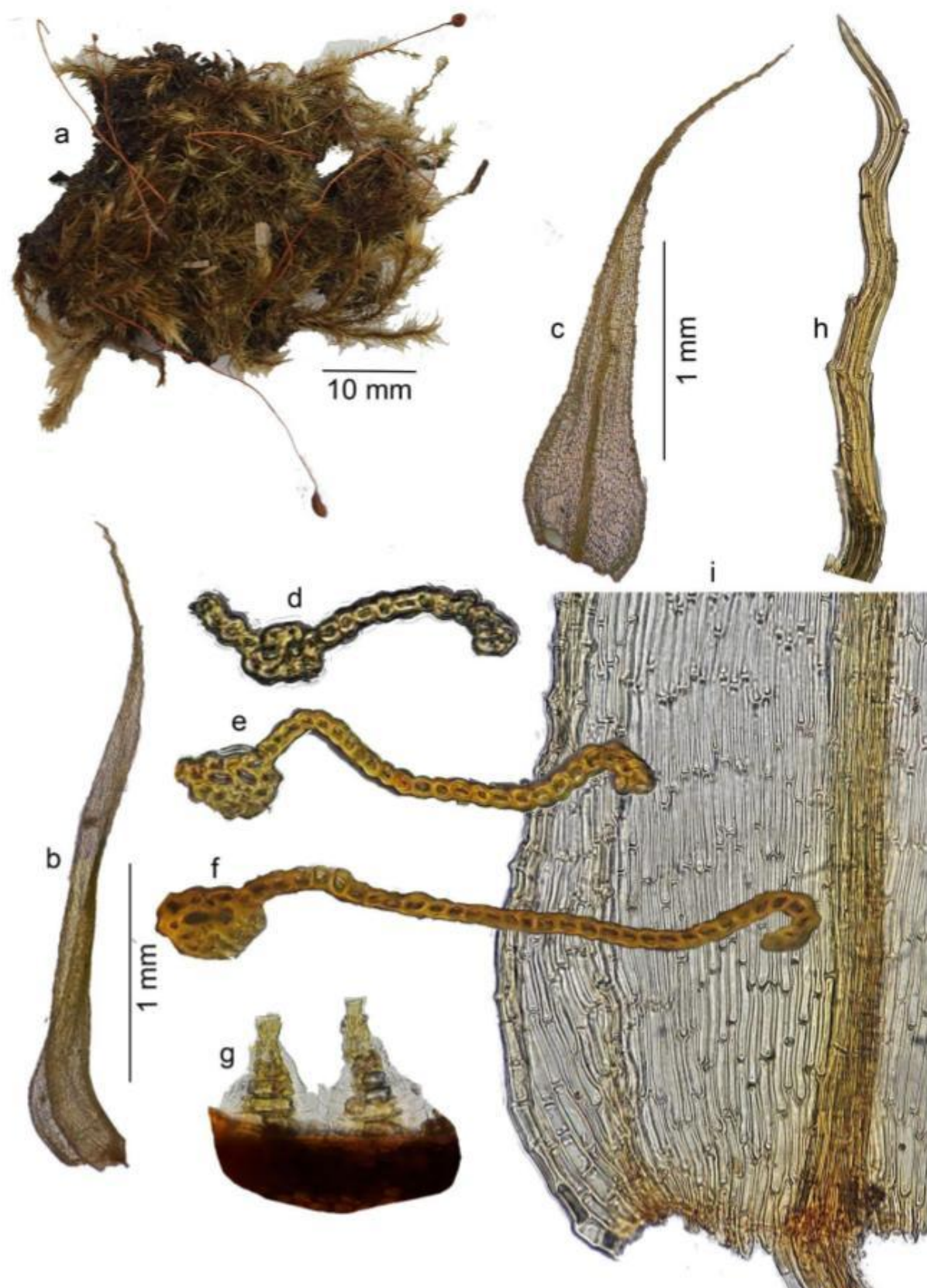


FIGURA 2. *Breutelia microdonta* A. Hábito. B, C. Filídios vegetativos. D, E, F. Corte da lâmina. G. Peristômio. H. Ápice. I. Base e células alares. (Peralta & Schäfer-Verwimp & Ristow 12854 SP).

Verwimp 11167 (JE, FLAS, STU, SP), idem, 9-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17134 (SP), idem, 29-X-2020, *G. J. Silva et al.* 52 (SP), idem, 30-X-2020, *G. J. Silva et al.* 58 (SP), idem, 6-VII-1991, *D. M. Vital & W. R. Buck* 19827 (NY, SP). **Rio Grande do Sul**, Caxias do Sul, 21-VII-2016, *F. Gonzatti & O. Link* 2559 (HUCS, SP), idem, São Francisco de Paula, 30-VIII-2017, *D. F. Peralta et al.* 21105, 21087 (SP). **Santa Catarina**, Bom Jardim da Serra, 27-II-2013, *T. Lobato* 389 (LUSC, SP), idem, Paniel, 18-I-2012, *T. Lobato* 391 (LUSC, SP). **São Paulo**, São José do Barreiro, 15-V-2007, *D. F. Peralta et al.* 4993 (SP), idem, 17-V-2007, *D. F. Peralta et al.* 4997 (SP), idem, 30-IV-2018, *D. F. Peralta et al.* 23513 (SP), idem, 30-IV-2018, *D. F. Peralta et al.* 23514 (SP); São Paulo, Silveiras, 21-VII-1977, *D. M. Vital* 7272 (SP).

É uma espécie endêmica do sul e sudeste do Brasil, ocorrendo nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Levando em consideração que estamos indicando pela primeira vez a amostra que corresponde ao material tipo, as sinonímias feitas por *Wijk et al.* (1959), *Griffin* (1992), *Virtanen* (1997) e *O'Shea* (2006) e a ocorrência de *Wigginton et al.* (2020) precisam ser revistas. *Griffin* (1992) já indica esta espécie como endêmica do Brasil, apesar de fazer sinonimização com materiais de outras localidades.

Griffin (1984b) reconhecia a espécie pelos filídios levemente ovalados e lanceolados, o ápice alongado a subpilífero, poucas células alares, 1-2 hialinas, células da parede fina na base lateral com 3-5 fileiras de células marginais levemente retangulares, poucas papilas, inconspícua.

É uma espécie fácil de identificar se comparada com outras brasileiras. Possui menor gametófito e é menos robusta. Outras características peculiares e que ajudam na identificação são a presença de uma costa sempre longa, muitas vezes longa excurrente ou até percurrente em algumas populações; os filídios estreitos e lanceolados são poucos ou nada ovalados na base e tendem a estar inseridos no caulídio de forma mais espaçada, deixando partes do caulídio aparente.

É apresentada na literatura (*Mitten*, 1869; *Griffin*, 1984b) como um mosaico de diferenças morfológicas entre populações e, de acordo com as diferenças, a espécie pode ser facilmente confundida com outras plantas não brasileiras. *Breutelia scoparia* (Schwägr.) A. Jaeger que ocorre nas Ilhas do Caribe é uma das espécies que também possui filídios estreitos com plissagem submarginal e papilas inconspícuas, porém *B. scoparia* possui filídios longos

estreitos triangulares sem o desenvolvimento de ombros e com células alares mais numerosas (Griffin, 1984b). Para *B. scoparia* não conseguimos acesso às descrições originais ou qualquer outra informação.

O espécime tipo foi localizado no herbário de NY, porém está com o nome *Bartamidula microdonta* Mitt. Este nome nunca foi descrito e trata-se do espécime tipo de *Breutelia microdonta*, indicado pela primeira vez aqui.

3. *Breutelia subtomentosa* (Hampe) Jaeger, A. Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–1874: 53–278. 1875. *Bartramia subtomentosa* Hampe, Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn 4: 49. 1872. Tipo: [Brazil] Rio de Janeiro, *Glaziou 4531* (lectotipo BM [bc. BM000960409! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960409>], aqui designado; sintipos: BM [bc.BM000960410! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960410>], [bc.BM000960406! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960406>], [bc.BM000960408! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960408>], [bc.BM000960400! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960400>], FLAS [ac.FLASb47681 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.flasb47681>], [ac.FLASb47682 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.flasb47682>]), PC [bcPC0701183! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.pc0701183>].

FIGURA 3.

= *Breutelia wainioi* Broth., Bot. Centralbl. 36: 85–87. 1888. *Bartramia wainioi* (Broth.) Müll.Hal., Gen. Musc. Frond. vi + 474 pp. 1901 [1900]. Tipo: [Brazil] Patria. Brasília, prov. Minas Geraes, Caraça (1400 - 1550 met.), *E. Wainio s.n.* [hbBrotherus] (holotipo H [bcH3301558 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.h3301558>]; isotipos BM [bc.BM000960391! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960391>], [bc.BM000960392! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960392>]

<https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960392>], FLAS
 [ac.FLASb47690 -
<https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.flasb47690>],
 [https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.flasb47689], G
 [https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00051223]), *syn nov.*
 = *Breutelia declivium* (Müll.Hal.) Paris, Ind. Bryol., Suppl. Prim. 53. 1900. *Bartramia*
declivium Müll.Hal. ex Müll.Hal., Bull. Herb. Boissier 6: 46. 1898. *Bartramia*
declivium Müll.Hal., Linnaea 43: 418. 1882, nom. inva. sem descrição. Tipo: Brasília,
 prov. Rio de Janeiro, Serra Itatiaia, in declivibus 2100 m alt., Febr.1894, *E. Ule 1817*
 (sintipo H [hb. Brotherus]); Brasília, prov. Rio de Janeiro, Serra Itatiaia, in declivibus
 2100 m alt., Febr.1894, *E. Ule 1818* (sintipo H [hb. Brotherus], R!), *syn by* Griffin
 (1984b with *B. wainioi*).

Plantas frágeis a robustas, crescendo em tufos, eretas, com caulídios medindo até 9 cm, tomentosas, ramificação pinada, com inovações subflorais. Filídios com bases eretas, espalhados quando secos formando ângulos de 90°, ovalado-lanceolados, com aproximadamente 3.8 mm, bases invaginantes, plissadas, células alares indiferenciadas, células do topo das bases indiferenciadas ou com 2 ou 3 células alargadas, margens dos filídios planas e serradas no ápice, revolutas e inteiras na base. Costas excurrentes, acuminadas. Células das lâminas retangulares a longo-lineares, papilas nas extremidades posteriores, células das bases retangulares, poucas papilas nas bases, 2 a 3 colunas nas regiões alares com células indiferenciadas. Setas 20mm, eretas a levemente recurvadas, cápsulas ovóides, horizontais a pêndulas, sulcos longitudinais. Peristomas únicos, exóstomas não bifurcados e sem linhas medianas.

Material examinado: BRASIL, **Espirito Santo**, Castelo, 3-X-2016, *Henriques D.K. et al.* 634 (UB, SP), idem, 6-X-2016, *D. K. Henriques et al.* 761 (UB, SP); Conceição de Castelo, 13-IX-1988, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 10295 (JE, SP); Domingos Martins, 2-X-2016, *D. F. Peralta et al.* 19406 (SP), idem, 2-X-2016, *D. K. Henrique et al.* 503 (UB, SP); Dores do Rio Preto, 11-V-2015, *M. Fornazier* 52 (SP), idem, 12-V-2015, *M. Fornazier* 111 (SP); Santa Teresa, 5-VII-1981, *O. Yano* 3613 (SP). **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 22-IV-2016, *D. F. Peralta & R. D. Melo* 18116 (SP), idem, 29-III-2017, *D. F. Peralta & O. S. Brito* 20634 (SP),

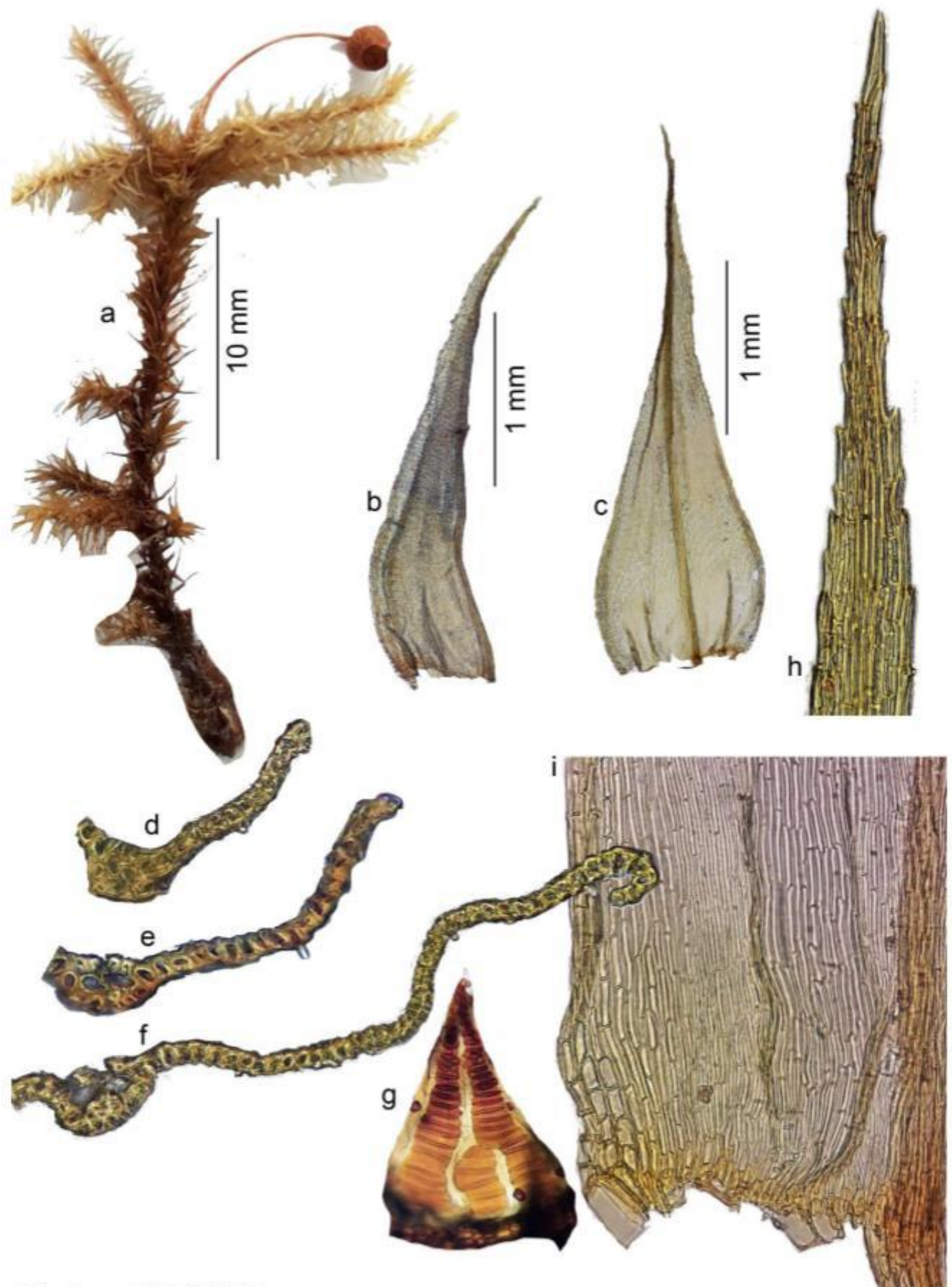


FIGURA 3. *Breutelia subtomentosa* A. Hábito. B, C. Filídios vegetativos. D, E, F. Corte da lâmina. G. Peristômio. H. Ápice. I. Base e células alares. (Vital s.n. SP387426).

idem, 13-XI-2017, *F. Gonzatti et al.* 3948 (HUCS, SP); Araponga, 6-X-2017, *L. M. Cifuentes et al.* 350 (VIC, SP); Caparaó, 29-IX-1992, *L. S. Leoni* 1969 (GFJP, SP); Caparaó Novo, 15-IX-1984, *D. M. Vital & W. R. Buck* 11493 (NY, SP), idem, 15-VIII-1984, *D. M. Vital & W. R. Buck* 11637 (NY, SP); Carangola, 10-IX-1988, *L. S. Leoni* 417 (GFJP, SP); [Itamonte], Brejo da Lapa, 1-XII-1985, *O. Yano & S. R. Visnadi* 9884 (SP); Itamonte, 7-V-2016, *D. F. Peralta & D. S. Gissi* 18619 (SP), idem, 9-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 16914 (SP), idem, 10-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17488 (SP), idem, 1-IV-1995, *O. Yano et al.* 23866 (SP), idem, 24-XI-1993, *O. Yano et al.* 21374 (SP); idem, 5-VII-1991, *D. M. Vital & W. R. Buck* 19612 (NY, SP), idem, 10-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17399 (SP); Monte Verde, 9-VIII-1986, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 7485 (JE, SP), idem, 14-I-2006, *D. F. Peralta et al.* 3513 (SP); Santa Bárbara, 17-XII-1982, *D. M. Vital et al.* 10811 (SP). **Paraná**, Antonina, 4-VII-1991, *Y. S. Kuniyoshi* s.n. (SP 239762); Balsa Nova, 9-VI-2012, *R. Ristow & J. Gomes* 2295 (SP); 20-VI-1974, *D. M. Vital* 3349, 3350 (SP); Lunardelli, V-1988, *Y. S. Kuniyoshi* s.n. (SP 222924); Ortigueira, 20-IV-2008, *J. Cordeiro et al.* 2499 (SP); Piraquara, 18-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17925 (SP); São José dos Pinhais, 4-VI-1990, *Y. S. Kuniyoshi* s.n. (SP230795); Tijucas do Sul, 11-V-1988, *Y. S. Kuniyoshi* s.n. (SP 222925, SP 222934). **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 3-IV-1966, *D. M. Vital* 896 (SP), idem, 3-VI-1989, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 11165 (JE, SP), idem, 3-VI-2010, *A. C. Cervi et al.* 9632, 9634 (MBM, SP), idem, 5-VII-1991, *D. M. Vital* s.n. (SP 387426, SP 387525, SP 387542), idem, 6-IX-1986, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 7550 (JE, SP), idem, 6-VII-1991, *D. M. Vital* s.n. (SP 387547), idem, 7-VIII-1986, *A. Schäfer-Verwimp* 7572 (JE, SP), idem, 9-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17079 (SP), idem, 9-VI-2015, *M. S. Dias et al.* 929 (SP), idem, 14-III-2010, *J. Cordeiro & J. M. Silva* 3647, 3650 (MBM, SP), idem, 22-I-1959, *T. Sendulskaya* 99 (SP), idem, 22-VIII-2015, *M. S. Dias et al.* 1191 (SP), idem, 22-X-2005, *D. F. Peralta et al.* 2876, 2879 (SP), idem, 23-IV-2012, *O. Yano & W. Augusto* 33333 (SP), idem, 27-VI-1974, *D. M. Vital* 1049, 3661, 3639 (SP), idem, 29-X-2020, *G. J. Silva et al.* 56 (SP), idem, 31-X-2020, *G. J. Silva et al.* 64 (SP); Parati, 20-VII-1977, *D. M. Vital* 7753 (SP); Penedo, X-2012, *M. S. Dias* 777, 790 (SP); Resende, 22-VI-1983, *O. Yano & D. P. Santos* 7636 (SP); Teresópolis, 19-I-2022, *D. F. Peralta et al.* 27564 (SP). **Rio Grande do Sul**, Bom Jesus, 7-I-2005, *A. Mazzoni* 2 (HUCS, SP), idem, 7-I-2005, *A. Mazzoni* 24825 (HUCS, SP); Cambará do Sul, 8-X-2019, *D. S. Gissi* 488 (SP), idem, 16-IV-2010, *D. F. Peralta et al.* 10731, 10754 (SP), idem, 1985, *R. Wasum* s.n. (ALCB 18111), idem, 27-IV-1983, *O. Yano & J. R. Pirani* 7020 (SP); São Francisco de Paula, 11-XII-2013, *F. Gonzatti* 983 (HUCS, SP), idem, 12-VII-1995,

R. Wasum 24349 (HUCS, SP), idem, 24-II-2018, *F. Gonzatti & M. Grizzon* 4204 (HUCS, SP); São José dos Ausentes, 10-XII-2016, *F. Gonzatti* 3143, 3144 (HUCS, SP). **Santa Catarina**, Santo Amaro da Imperatriz, 22-V-2022, D. F. Peralta *et al.* 28144, 28163 (SP); São Joaquim, 22-I-1950, P. R. Reita 3499 (SP); Timbé do Sul, 6-III-1991, *P. G. Windisch* 6054 (SP), idem, 14-VII-1965, *R. Reita & R. M. Klein* 17228 (HBR, SP). **São Paulo**, Cunha, 23-VI-2006, D. F. Peralta *et al.* 3999 (SP); Pindamonhangaba, 5-V-2012, D. F. Peralta *et al.* 12429, 12430, 12457 (SP), idem, 6-IV-1986, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 6834 (JE, SP), idem, 18-IX-1994, *W. R. Buck* 26431, 26432 (NY, SP), idem, 18-X-1994, *S. R. Visnadi & D. M. Vital* 2397 (SP); Piquete, 13-VIII-2016, D. F. Peralta 19163 (SP), idem, 13-VIII-2016, D. M. Carmo *et al.* 1480 (SP), idem, 15-VI-2006, D. F. Peralta 3628 (SP), idem, 15-VII-2007, D. F. Peralta *et al.* 5427 (SP), idem, 16-II-2000, *O. Yano & J. Prado* 26191 (SP), idem, 23-IX-2006, D. F. Peralta *et al.* 4090, 4092 (SP); Salesópolis, 8-XII-1981, M. Kirizawa *et al.* 643 (SP), idem, 10-IV-2007, *J. Prado & P. H. Labiak* 1675 (SP), idem, 21-III-1991, D. M. Vital s.n. (SP 387137, SP 387160); São Bento do Sapucaí, 11-X-2009, D. F. Peralta *et al.* 10152 (SP); São José do Barreiro, 14-VIII-2018, D. F. Peralta *et al.* 24761 (SP), idem, 17-III-2019, D. F. Peralta *et al.* 26344 (SP); São Luis do Paraitinga, 7-IX-2009, D. F. Peralta *et al.* 9327 (SP)

Espécie endêmica do sul e sudeste brasileiro, encontrada em altitudes a partir de 950m nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A principal característica descrita para diferenciar esta espécie das outras brasileiras são as células do ápice, citadas como “10 x sua largura e comprimento ou maior” (Griffin, 1984b). Quando avaliamos um grande número de amostras observamos que esta é uma variação ambiental ocorrendo em plantas estioladas pela presença de sombra. Outra característica citada por Sehnem (1976) são filídios largos e recurvados, que não ocorre no espécime tipo, sendo esta uma característica de *B. tomentosa*. Para diferenciar *B. subtomentosa* de *B. tomentosa* usamos o ângulo de inserção do filídio no caulídio, *B. tomentosa* também apresenta filídios mais oblongos na base e com ombros mais aparentes em relação a *B. subtomentosa*.

Griffin (1984b) compara *B. subtomentosa* e *B. wainioi* diferenciando estas espécies pela presença de dois estratos de células na margem de *B. wainioi*, porém a análise de filídios do material tipo *Glaziou 4531* e outros materiais examinados mostram a ocorrência de 1 ou 2 estratos. Assim incluímos *B. wainioi* como um sinônimo de *B. subtomentosa*.

A escolha do lectótipo levou em consideração a existência dois materiais depositados no herbário BM que pertencem a coleção de Hampe (amostra BM000960409 e BM000960410). Escolhemos a BM960409 pois apresenta mais gametófitos.

4. *Breutelia tomentosa* (Sw. ex Brid.) A. Jaeger., Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–1874: 53–278. 1875. Non *Breutelia tomentosa* Watts & Whitel., Proc. Linn. Soc. New South Wales 30(Suppl.): 91–163, nome invalido por homonimia tardia. *Philonotis tomentosa* (Sw. ex Brid.) Brid., Bryol. Univ. 2: 848. 1827. *Bartramia tomentosa* (Sw. ex Brid.) Brid., Muscol. Recent. Suppl. 3: 115. 1817. *Bryum tomentosum* (Sw. ex Brid.) Sw., Flora Indiae Occidentalis 3: 1837. 1806. *Mnium tomentosum* Sw. ex Brid., Muscol. Recent. 2(3): 178. 1803. Tipo: [Jamaica] In Iamaicâ habitat, Plura non nouimus, cum ftirps ifta foli Swarziô cognita, nondum, quod fciam, ab eo defcripta fuerit. Swartz [s.n.] (Holotipo BM [bc.BM000960436] - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960436>).

FIGURA 4.

= *Breutelia ulei* (Müll.Hal.) Paris, Index Bryol. Suppl. Prim. 54. 1900. *Bartramia ulei* Müll.Hal., Bulletin de l'Herbier Boissier 6: 46. 1898. Tipo: Brazil, Santa Catarina, Serra Geral, *E. Ule* 662 [Bryotheca Brasiliensis 36] (sintipo B [bc.B300204388 - <https://herbarium.bgbm.org/object/B300204388>], isosintipos C, S, R!, G [bc.G00051219], G [bc.G00051220]); [Brasil] Rio de Janeiro, Itatiaia, *E.Ule* 1819 (isosintipo R!), syn by Griffin (1984a).

= *Breutelia intermedia* (Hampe) Besch., Prodr. Bryol. Mexic. 16: 144–256. 1872. *Bartramia intermedia* Hampe, Verh. K.K. Zool.-Bot. Ges. Wien 19: 507. 1869. Tipo: [México] Hab. Mexico, Mirador, *Wawra* [s.n.] (BM), syn. by Griffin (1984a).

= *Bartramia macrocarpa* Hampe, Linnaea 32: 127–164. 1863, nome invalido por homonimia tardia. Tipo: [Colombia] Nova Granada, Hab. in sylv. primitivis Manzanos ad terram, 2600 metr., Julio, *A. Lindigio* 2115 (BM), syn. by Churchill & Linares (1995).

= *Philonotis macrotheca* (Hampe) Müll.Hal., Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s. 4(1): 5–50. 1897. *Breutelia macrotheca* (Hampe) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–1874: 53–278. 1875. *Bartramia macrotheca* Hampe, Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 5., 3: 373. 1866. Tipo: [Colombia] In Syl. Manzanos, altit. 2600 metr., in terra umbrosa julio, *A. Lindig* 2115 (BM) syn. by Churchill & Linares (1995).

= *Breutelia subdisticha* (Hampe) A. Jaeger, Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–74: 94 (Gen. Sp. Musc. 1: 556). 1875. *Bartramia subdisticha* Hampe, Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn 4: 50. 1872. Tipo: [Brazil] Rio de Janeiro, Glaziou 4530 (lectotipo BM [bc.BM000960417! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960417>], aqui designado, isoelectotipos BM [bc.BM000960422! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960422>], BM [bc.BM - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960420>], BM [bc.BM000960421! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960421>], BM [bc.BM - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960423>], BM [bc.BM000960415! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960415>], BM [bc.BM000960419! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960419>], BM [bc.BM000960416! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960416>], BM [bc.BM000960418! - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.bm000960418>], FLAS [ac.FLASb47669 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.flasb47669>], H [bc.H3301503 - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.h3301503>]), *syn nov.*

= *Breutelia rivalis* (Müll.Hal.) Paris, Index Bryol., Suppl. Prim. 53. 1900. *Bartramia rivalis* Müll.Hal., Bull. Herb. Boissier 6: 46. 1898. Tipo: Brasila, prov. Minas Geraes, Serra Itatiaia, 2100m, ad rivulum, Martio.1894, *E. Ule 1820* (H), isotipos (R!), *syn. by* Griffin (1984 with *B. subdisticha*).

Plantas frágeis, crescendo em tufos, eretas, com caulídios medindo até 1.20 cm, tomentosas, ramificação pinada com inovações subflorais. Filídios com bases eretas e envolvendo o caulídio levemente, espalhados quando secos formando ângulos de 90°, ovalado-lanceolados, com aproximadamente 3mm, bases invaginantes, plissadas, células alares indiferenciadas, células do topo das bases retangulares, margens dos filídios revolutas e serradas no ápice, e

planas e lisas na base. Costas excurrentes, arcuminadas. Células das lâminas longo-retangulares, papilas nas extremidades posteriores e às vezes nas anteriores, células das bases pequenas retangulares, papilas numerosas nas bases, 3-4 colunas nas regiões alares de células retangulares pouco ou nada diferenciadas. Setas 27mm, eretas a recurvadas, cápsulas ovóides, eretas, inclinadas ou horizontais, sulcos longitudinais. Peristômios únicos, exóstomas não bifurcados e sem linhas medianas.

Material examinado: BRASIL. **Amazonas**, São Gabriel da Cachoeira, VIII-2011, *M. Pombo* 9-1114 (SP). **Espírito Santo**, 2009, *L. T. Penha* 586, 602 (ALCB). **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 23-IV-2016, *R. Dias-Melo* 1074 (SP), idem, Itamonte, 1-V-1993, *O. Yano et al.* 18996 (SP), idem, 11-XI-1990, *O. Yano et al.* 15131 (SP), idem, 24-XI-1993, *O. Yano et al.* 21379 (SP); Santa Bárbara, 18-XI-1977, *D. M. Vital* 7702 (SP), idem, 22-X-1994, *W. R. Buck* 26649 (NY, SP), idem, 28-V-1983, *O. Yano & J. R. Pirani* 7396 (SP). **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 3-VI-2010, *A. C. Cervi et al.* 9623 (MBM, SP), idem, 8-XII-2019, *F. Gonzatti et al.* 5299 (HUCS, SP), idem, 9-VI-2015, *D. F. Peralta et al.* 17004 (SP), idem, 14-III-2010, *J. Cordeiro & J. M. Silva* 3656 (MBM, SP), idem, 14-VIII-1977, *D. H. Vitt* 21554 (UAPC, SP), idem, 17-X-1969, *D. M. Vital* 1601 (SP), idem, 27-VI-1974, *D. M. Vital* 3540, 3589 (SP), idem, 29-X-2020, *G. J. Silva et al.* 53, 54 (SP), idem, 30-X-2020, *G. J. Silva et al.* 59 (SP); Teresópolis, 2-X-2019, *A. L. A. Faria* 1531 (UB, SP). **São Paulo**, Cruzeiro, 16-II-2000, *O. Yano & J. Prado* 26234 (SP); Pindamonhangaba, 5-III-1966, *D. M. Vital* 741 (SP); Piquete, 13-VIII-2016, *D. F. Peralta et al.* 19169 (SP), idem, 15-VII-2007, *D. F. Peralta et al.* 5410, 5437 (SP).

Material examinado adicional: COLOMBIA. **Medellín**, Santa Rosa, 27-VI-1986, *O. Yano & P. G. Windisch* 10235 (SP). **Narino**, Pasto, 6-XI-1988, *S. P. Churchill* 15975 (MO, SP). **San Carlos**, Río Sucio, 28-IX-1987, *S. P. Churchill & A. L. Arbelaez* 15655 (HUA, SP). COSTA RICA. **Cartago**, 15-III-1973, *R. Marshall & C. A. Crosby* 5758 (MO, SP), idem, 25-III-1973, *R. Marshall & C. A. Crosby* 5759 (MO, SP), idem, 21-VIII-1973, *A. M. Cleef & L. A. Fournier* s.n. (MICH 328 SP 136890), **San Jose**, La Palma, 27-IV-1975, *M. R. Crosby* 10891 (MO, SP, idem, 26-IV-1975, *M. R. Crosby* 10957 (MO, SP); Vazquez de Coronado Cantón, 16-IX-1990, *H. Barry* 17877 (MO, SP); La Muerte Massif, 14-I-1983, *L. Gómez* 19724 (MO, SP). GALAPAGOS. **Ilhas Isabela**, Volcan Cerro Azul, 23-VI-1976, *S. R. Gradstein & H. J. M. Sipman* 281 (U, SP). MEXICO. **Chiapas**, 1-VI-1988, *D. Breedlove* 68873 (CAS, SP).

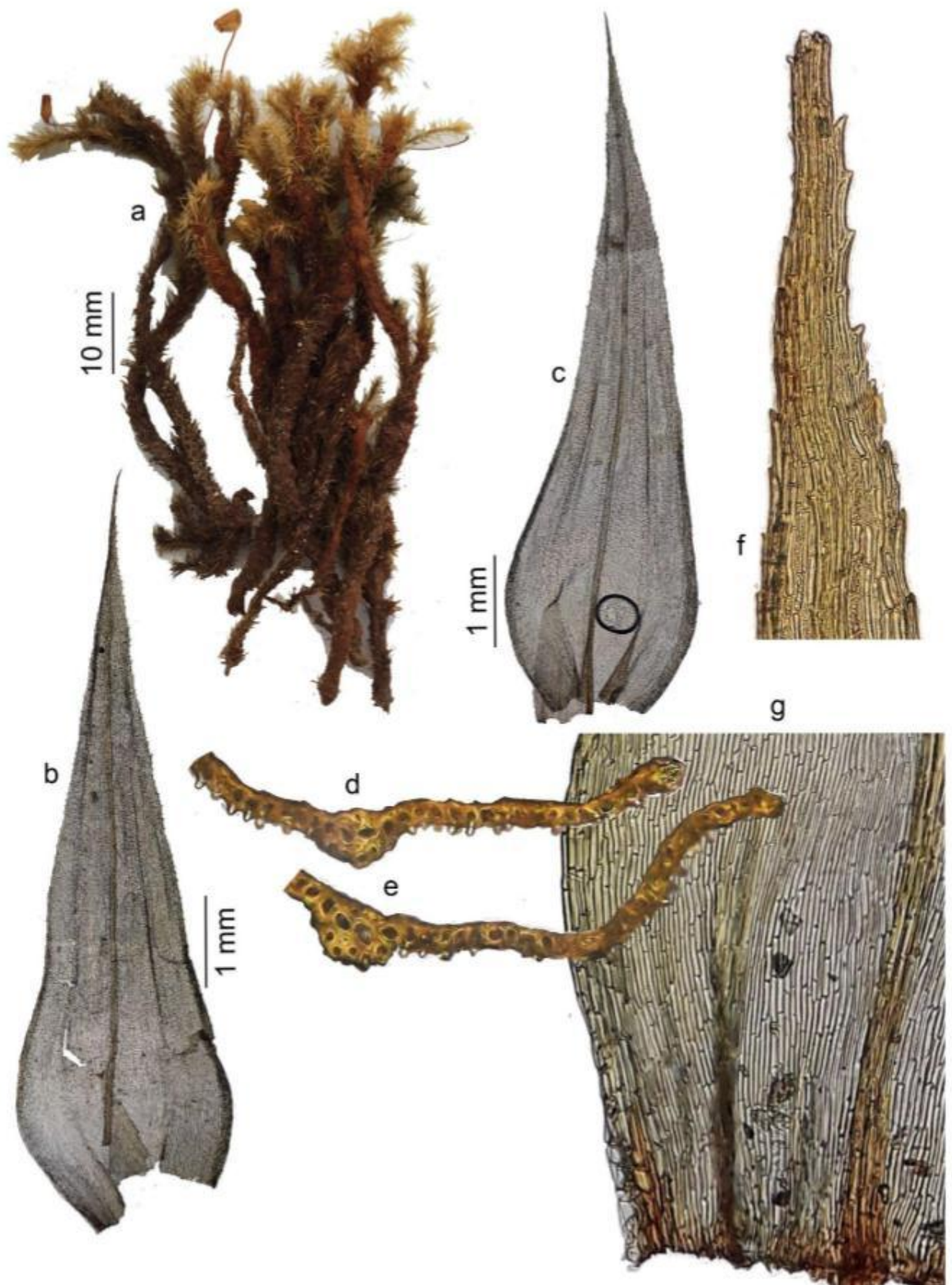


FIGURA 4. *Breutelia tomentosa* A. Hábito. B, C. Filídios vegetativos. D, E. Corte da lâmina. F. Ápice. G. Base e células alares. (Yano O. *et al.* 18996 SP).

MEXICO. **Oaxaca**, 5-IX-1974, *A. J. D. Richards & E. B. Sharp* 3546 (MO, SP), idem, 29-X-1991, *D. Breedlove* 72389 (CAS, SP). PANAMA. **Bocas del Toro**, Cerro Colorado, 21-VI-1986, *B. H. Allen* 5340 (MO, SP). **Chiriqui**, Forestal Fortunato, 31-III-2013, *Schäfer-Verwimp & Verwimp* 34471 (JE, SP). PERU. **Chachapoyas**, 27-V-1984, *D. N. Smith et al.* C-449 (MO, SP). PERU. **Machu Picchu**, Wayna Picchu, 26-VII-2012, *O. Yano & L. Yano-Kida* 33711 (SP). VENEZUELA. **Mérida**, Distrito Libertador: Sierra Nevada de Mérida, VII~VIII-1972, *D. Griffin III* 017432 (MO, SP).

A espécie com a maior distribuição nas Américas, ocorrendo praticamente em todos os países da América do Sul e Central e também no México. No Brasil ocorre no sul e sudeste, porém já foi registrada no norte do território. É reconhecida pelos filídios bem espaçados com o ângulo de inserção de 90° do filídio em relação ao caulídio; filídios com 1-2 células largas no ângulo extremo basal, mas células alares indiferenciadas. Allen & Griffin (1999) e Allen (2002) enfatizam que *B. tomentosa* apresenta filídios dimórficos entre os caulídios principais e os ramos laterais.

Com observação do espécime tipo e analisando outras exsicatas, chegamos à conclusão que *B. tomentosa* tende a ter os filídios com ângulo de inserção 90° quando secos e ter filídios com base mais oblonga em comparação aos outros tipos de plantas brasileiras, com exceção da *B. grandis*.

Breutelia subdisticha (Hampe) A. Jaeger é um nome citado para o Brasil, Bolívia, Peru, Venezuela e Colômbia e ocorre a partir de 800m de altitude. O espécime tipo apresenta a mesma morfologia macroscópica observada em *B. tomentosa*. Descrita com lâmina do filídio uniestratificada terminando em biestratificada (Griffin, 1984b), essa variação ocorre naturalmente nas populações de *B. tomentosa*. Com isso chegamos a conclusão que a estratificação da lâmina não é um carácter relevante e decidimos indicar *B. subdisticha* como um sinônimo.

Griffin (1984b) indicou que o espécime tipo estaria em S, realizando assim uma designação inferencial do lectótipo, porém a coleção analisada por Hampe está depositada em BM, com diversas amostras. Duas delas foram indicadas como pertencentes ao herbário de Hampe. Escolhemos como lectótipo a amostra que possui mais gametófitos.

As plantas denominadas como *Breutelia tomentosa* formam um grande complexo polimórfico de populações e por isso inclui diversos sinônimos (Allen, 2002). Há grandes diferenças ambientais entre os diversos locais na qual ocorrem, das Ilhas do Caribe, aos

Andes ou as montanhas do sul e sudeste do Brasil. Há uma dúvida quanto à espécie como uma entidade única, e que necessita de muita investigação já que o nome pode ser um recipiente onde colocam todas as espécies parecidas. Não refutamos a existência de espécies crípticas, levando em conta que todas as plantas do gênero são muito semelhantes.

Os filídios dos caulídios principais possuem células alares semelhantes ao encontrado em *Breutelia brittoniae* Renauld & Cardot, porém a espécie se difere de *B. tomentosa* por possuir filídios fortemente agregados, base bastante plissada e pequenos agrupamentos de células curtas e largas agrupadas na junção da bainha do filídio com caulídio (Allen, 2002). Outra diferença morfológica diz respeito ao tamanho das plantas, onde as maiores parecem com *Breutelia chrysea* (Müll.Hal.) A. Jaeger no formato de filídio. São separadas de acordo com as células alares de *B. chrysea* que são extremamente desenvolvidas e que se estendem até os ângulos basais dos filídios (Allen, 2002). Entre espécimes da Jamaica e Nova Granada há diferença na estatura ou estruturas das plantas. Nas de Andes os caulídios são mais curtos, os filídios longos, mais largos, e mais densamente inseridos, dando à espécie um aspecto diferente ao gametófito (Mitten, 1869).

5. *Breutelia* sp. nov. Tipo BRASIL. **Minas Gerais**, Itamonte, 7-V-2016, *D. F. Peralta & D. S. Gissi 18648* (holotipo SP463211). Parátipos: BRASIL. **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 22-IV-2016, *D. F. Peralta & R. D. Melo 18099* (SP); Itamonte, 10-VI-2015, *D. F. Peralta et al. 17231, 17417* (SP); Ouro Preto, 22-IX-1990, *R. J. V. Alves 1647* (SP). **Paraná**, Jaguariaíva, 12-I-1983, *O. Yano et al. 5238* (SP); Quatro Barras, 17-XI-2012, *D. F. Peralta et al. 12807* (SP). **Rio Grande do Sul**, Caxias do Sul, 8-VIII-2017, *F. Gonzatti & M. Ferrarese 3776* (HUCS, SP). **Santa Catarina**, Bom Jardim da Serra, 1-VIII-2017, *O. Yano & L. Y. Kida 34302* (SP); Urubuci, 11-III-2009, *D. F. Peralta & M. A. Barros 7954* (SP).

FIGURA 5.

Plantas frágeis a robustas, crescendo em tufos, eretas, com caulídios medindo até 10cm, tomentosas ou não tomentosas, pouco ramificadas e sem inovações. Filídios com bases eretas, espalhados formando ângulos de 45°, menores ou totalmente adpressas, suavemente ovalados e lanceolados, com aproximadamente 7 mm, bases invaginantes com ombros aparentes, plissados, células alares diferenciadas ou indiferenciadas, células do topo das bases quadradas, margens dos filídios planas e serradas no ápice, revolutas e inteiras na base. Costas longas excurrentes ou curtas excurrentes, aristadas. Células da lâmina retangulares a

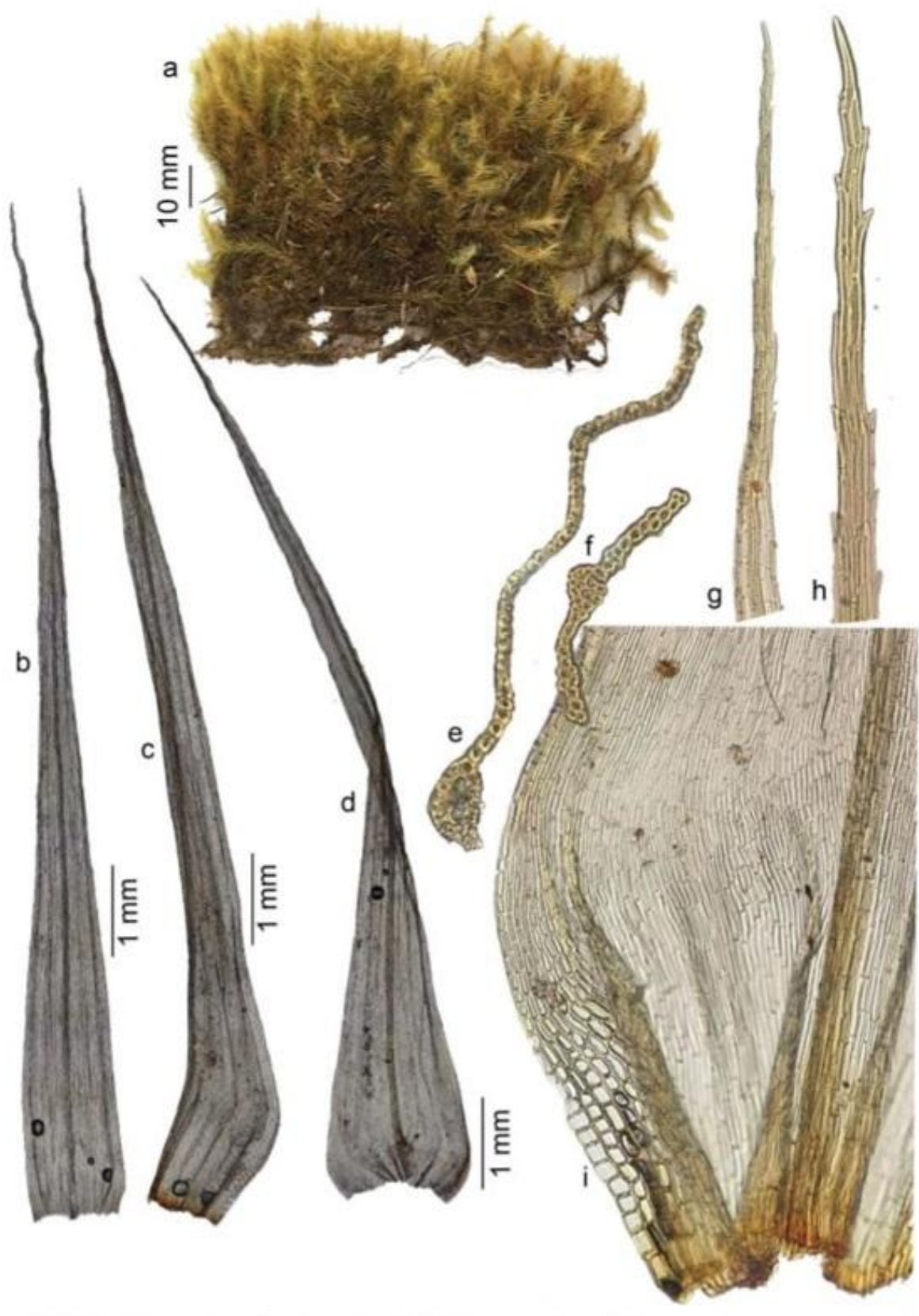


FIGURA 5. *Breutelia* sp. nov. A. Hábito. B, C, D. Filídios vegetativos. E, F. Corte da lâmina. G, H. Ápice. I. Base e células alares. (Peralta D.F. & Gissi D.D. 18648 SP).

longo-lineares, sem papilas ou muito raras, células das bases retangulares, sem papilas nas bases, 7-10 colunas nas regiões alares com células quadradas. Esporófitos não encontrados.

Nova espécie encontrada no sul e sudeste brasileiro, presente nos estados de Espírito Santo, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Santa Catarina. *Breutelia sp. nov.* surge com uma morfologia diferente das demais e com características que nunca foram descritas para o gênero.

As papilas são escassas em *Breutelia sp. nov.* e é possível encontrar espécimes que não apresentam papilas ou apenas vestígios. Os filídios são oblongos lanceolados a até lineares, principalmente nos filídios periqueciais. Outra característica distinta é o seu ângulo de inserção dos filídios em relação ao caulídios, pode ser totalmente adpresso com a planta seca, o que não é visto em *Breutelia* no Brasil. O ângulo de inserção do filídio no caulídio pode variar, de totalmente adpresso a até 45°. Os ombros são sempre evidentes e as bases dos filídios são invaginantes e muitas vezes adpressas ao caulídio deixando pouco ou nenhum espaço de caulídio visível. As células alares podem ser diferenciadas, apresentando formato mais quadrado a arredondados e hialinas.

Essa planta possui algumas características observadas em *Breutelia microdonta*, como a costa longa e excurrente e o formato oblongo-lanceolado dos filídios, porém em *Breutelia sp. nov.* o porte é maior, as papilas nas células da lâmina estão ausentes ou pouco visíveis e sempre tem uma base invaginante ao caulídio, o que não ocorre em *B. microdonta*. Devido a essas semelhanças, esta nova espécie era tratada como *B. microdonta* nas exsiccatas.

A literatura (Mitten, 1869; Griffin, 1984b) apresenta *B. microdonta* como um complexo que inclui diferenças morfológicas regionais. Em nosso entendimento, está sendo confundida no mundo inteiro e sinonimizada com plantas não brasileiras. Essas diferenças, quando analisadas, resultaram numa espécie nova visivelmente a parte desse complexo e que pode ajudar a clarear as dúvidas encontradas por taxonomistas sobre a espécie.

A espécie mais próxima existente em literatura é *Breutelia dumosa* Mitt., porém nesta os filídios apresentam inserção de 90° a esgarçados quando secos, os filídios do caulídio mais largos e com base maior que aqueles das ramificações.

Capítulo 2

Status de conservação das espécies de *Breutelia* ocorrentes no Brasil

Gledson Julio da Silva^{2*}

Denilson Fernandes Peralta²

² Núcleo de Pesquisa em Briologia, Instituto de Pesquisas Ambientais, 04301-902, São Paulo, SP, Brasil.

*Autor correspondente: ed.julio08@gmail.com

Resumo: Status de conservação das espécies de *Breutelia* ocorrentes no Brasil

Breutelia é um gênero de musgos acrocárpicos e robustos. No Brasil ocupam áreas elevadas a partir de 1500 metros do sul e sudeste do território, principalmente nas montanhas da Mata Atlântica que se estendem de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, abrangendo principalmente as Serras do Mar e da Mantiqueira, além da Cadeia do Espinhaço. Esses musgos podem ser encontrados em solo nu, em barrancos, trilhas ou entre rochas. Reconhecemos cinco espécies para o território brasileiro: *Breutelia tomentosa*, *Breutelia grandis*, *Breutelia microdonta*, *Breutelia subtomentosa* e *Breutelia sp. nov.*, sendo as últimas quatro endêmicas do Brasil e dos Campos de Altitude. Para a análise de conservação usamos espécies e localidades presentes nas exsicatas dos herbários AAU, ALCB, BA, CAS, CUVV, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUUS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES. Utilizamos o software GeoCAT com as coordenadas obtidas das amostras analisadas dos mesmos herbários e de repositórios online como SpeciesLink, GBIF e a Flora e Funga do Brasil seguindo as normas da UICN. Chegamos a uma classificação preocupante em relação ao estado das espécies endêmicas, onde todas foram classificadas como "EN - Em perigo de extinção". *Breutelia tomentosa*, a única espécie com ampla distribuição, é citada para diversos países da América do Sul, Central, e também no México. Foi classificada na categoria "LC - Menos Preocupante". Este estudo aciona alertas sobre a conservação das espécies e também do habitat no qual são encontradas.

Palavras-chave: Acrocárpico; Campos de Altitude; Endemismo;

Abstract: Conservation status of *Breutelia* species occurring in Brazil

Breutelia is a genus of acrocarpous and robust mosses. In Brazil, they occupy elevated areas starting from 1500 meters in the southern and southeastern regions, primarily in the mountains of the Atlantic Forest, ranging from Minas Gerais to Rio Grande do Sul, including the Serras do Mar and Mantiqueira, as well as the Cadeia do Espinhaço. These mosses can be found on bare soil, slopes, trails, or among rocks. We recognize five species for the Brazilian territory: *Breutelia tomentosa*, *Breutelia grandis*, *Breutelia microdonta*, *Breutelia subtomentosa*, and *Breutelia* sp. nov., with the latter four being endemic to Brazil and the Campos de Altitude. For the conservation analysis, we used species and locations from the herbaria specimens of AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUUS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC, and VIES. We utilized the GeoCAT software with the coordinates obtained from the analyzed samples from the same herbaria and from online repositories such as SpeciesLink, GBIF, and the Flora and Funga of Brazil, following the IUCN guidelines. We arrived at a concerning classification regarding the status of the endemic species, where all of them were classified as "EN - Endangered". *Breutelia tomentosa*, the only species with a wide distribution, is cited in several countries in South America, Central America, and also in Mexico. It was classified as "LC - Least Concern". This study raises concerns about the conservation of the species and their habitats.

Keywords: Acrocarpous; Campos de Altitude; Endemic;

Introdução

O Brasil possui a flora mais rica do mundo, contando com uma diversidade de espécies vegetais que corresponde a quase 19% da flora global (MMA, 1998). Nesse contexto, o país tem a responsabilidade de conservar sua vasta biodiversidade, que está cada vez mais ameaçada. As ameaças, que também ocorrem de forma acelerada por todo o mundo, manifestam-se principalmente na redução, degradação e fragmentação de habitats, afetando a maioria dos organismos vivos, especialmente as plantas, que também são ameaçadas por espécies invasoras, mudanças climáticas, e outras consequências causadas principalmente por ações antrópicas (Bachman *et al.* 2017; Mace *et al.* 2008).

Para melhor conhecer e preservar organismos ameaçados, foi criada pela UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) a Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas (<http://iucnredlist.org>). Essa lista teve origem em 1964 e é hoje uma referência global, fornecendo informações sobre o risco de extinção de plantas, animais e fungos. A Lista Vermelha é uma valiosa ferramenta pública que orienta as ações de conservação das espécies ameaçadas em todo o mundo e deve ser utilizada como guia para tomada de decisões.

As briófitas não são facilmente categorizadas pelos critérios estabelecidos pela UICN, e muitas vezes não recebem a mesma atenção que as plantas vasculares, devido ao seu tamanho reduzido e à falta de estudos (Hällingback & Hodgetts, 2000; Shaw & Goffinet, 2000). No Brasil, existem aproximadamente 1.613 espécies de briófitas, o que representa cerca de 11% da biodiversidade global (Flora do Brasil, 2022). Apesar de sua presença abundante no território, é necessário intensificar os esforços no estudo e proteção da brioflora, uma vez que desempenham papéis importantes nos ecossistemas onde ocorrem.

As briófitas são importantes componentes da flora mundial, destacando-se em seu papel na sucessão ecológica como organismos primários e na formação de micro-habitats (Vanderpoorten & Goffinet, 2009). Também servem de alimento para uma grande diversidade de organismos (em regiões árticas é uma das principais fontes de alimentos da fauna herbívora), estabilizam solos e rochas expostas, têm a capacidade de reter substâncias nocivas ou tóxicas impedindo sua entrada no substrato, além de possuírem usos econômicos, medicinais, como indicadores ambientais e outros (Glime, J.M. 2017; Hällingback & Hodgetts, 2000). As principais ameaças para a brioflora, em um contexto global, são o desmatamento, a urbanização e outras alterações nos ambientes naturais causadas por atividades humanas. As briófitas são sensíveis a distúrbios que afetam a composição de seu micro-habitat e não se adaptam facilmente a mudanças na disponibilidade de água, níveis de iluminação e poluição. (Hällingback & Hodgetts, 2000; Shaw & Goffinet, 2000; Hällingback *et al.* 1998).

Breutelia são musgos terrícolas que ocorrem em regiões de grande altitude, acima de 1500m

(Griffin, 1984b; Matteri, 1973), em solo nu, em barrancos, trilhas ou entre rochas. No Brasil a maioria das espécies são endêmicas do sul-sudeste brasileiro (Griffin, 1984b) e ocorrem nas montanhas e picos localizados entre Minas Gerais e Rio Grande do Sul. São encontrados principalmente na Serra do Mar, Serra da Mantiqueira e na Cadeia do Espinhaço. Há registro de sua presença no Norte do país, no Pico da Neblina no Amazonas. Na região norte ocorre a *Breutelia tomentosa*, que também é encontrada em muitos outros países da América do Sul, Central e no México (Allen, 2002). As plantas desse gênero são descritas como musgos robustos, acrocárpicos, filídios fortemente plissados, tomentosos, que formam tufo, de esporos grosseiramente papilosos, filídios geralmente lanceolados e acuminados com costas únicas, possuem células papilosas mais frequentes nos ápices dos filídios, e são todas dióicas. (Griffin & Buck, 1989; Griffin, 1984b; Gradstein *et al.* 2001; Allen, 2002).

O Brasil abriga 4 espécies de *Breutelia* endêmicas: *Breutelia grandis* (Hampe) Paris, *Breutelia microdonta* (Mitt.) Broth., *Breutelia subtomentosa* (Hampe) Jaeger (Griffin, 1984b) e *Breutelia sp. nov.* Silva & Peralta (Silva & Peralta, Capítulo 1). Além destas, também ocorre *Breutelia tomentosa* (Sw. ex Brid.) A. Jaeger, uma espécie de ampla distribuição na América do Sul e Central. As espécies são observadas na figura 1. Na literatura (Griffin, 1984b; Crosby, M.R. & o. REVISED. 1999; Forzza, R.C. 2010; Peralta, D.F. 2015; BFG, 2018; Peralta, D.F. *et al.*, 2020; Faria A.L.A. *et al.*, 2021; BFG, 2021) é possível ainda encontrar *Breutelia wainioi* Broth., porém consideramos esta como um sinônimo de *B. subtomentosa* (Silva & Peralta, Capítulo 1) e *Breutelia subdisticha* (Hampe) A. Jaeger que apresentamos como sinônimo de *B. tomentosa* (Silva & Peralta, Capítulo 1). As espécies podem ser diferenciadas entre si usando o tamanho, a presença ou não de células alares diferenciadas, o formato dos filídios, tipo de costa, e pela disposição dos filídios em relação aos caulídios.

Atualmente, muitas regiões montanhosas, onde as espécies ocorrem entre o Rio Grande do Sul e Minas Gerais, estão abrangidas por parques e reservas que desempenham um papel fundamental na conservação dos ecossistemas locais e, conseqüentemente, das espécies que habitam essas áreas (Safford, 1999). A preservação do habitat natural é a forma mais eficaz de proteger as populações de briófitas (Shaw & Goffinet, 2000). Portanto, as reservas e parques são de grande importância para esse grupo e são mencionados na Tabela 1 de acordo com as espécies que abrangem.

As espécies ocorrem no bioma de Mata Atlântica, local onde estão inseridas as montanhas do sul e sudeste brasileiro. A Mata Atlântica é considerada um “hotspot” de biodiversidade, com muitas espécies ameaçadas e endêmicas mesmo com uma elevada degradação e fragmentação (Mittermeier *et al.* 2005). A constante supressão do bioma aumenta os riscos de extinção das espécies locais, levando em conta que apenas 7% se encontra acima de 100 hectares e é descrito



FIGURA 1. 1) *Breutelia grandis* (Foto: Peralta, D.F.); 2) *Breutelia tomentosa* (Foto: Peralta, D.F.); 3) *Breutelia sp. nov.* (Foto: Silva, G.J.); 4) *Breutelia subtomentosa* (Foto: Silva, G.J.); 5) *Breutelia microdonta* (Foto: NY2013837 disponível em: <http://sweetgum.nybg.org/science/vh/specimen-details/?irn=2013837> acesso em 05/2023).

Tabela 1. Listagem de parques e reservas nos quais espécies de *Breutelia* podem ser encontradas.

Parque/Reserva	Região	Estado	Espécie(s)
Parque Nacional da Serra da Bocaina	Sudeste	SP	<i>B. microdonta</i> e <i>B. subtomentosa</i>
Parque Nacional da Serra da Canastra	Sudeste	MG	<i>B. microdonta</i>
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Sudeste	RJ	<i>B. grandis</i> , <i>B. subtomentosa</i> e <i>B. tomentosa</i>
Parque Nacional do Caparaó	Sudeste	ES	<i>B. microdonta</i> , <i>B. subtomentosa</i> , <i>B. tomentosa</i> e <i>B. sp.nov.</i>
Parque Nacional do Itatiaia	Sudeste	MG/RJ	<i>B. grandis</i> , <i>B. microdonta</i> , <i>B. subtomentosa</i> , <i>B.tomentosa</i> e <i>B. sp. nov.</i>
Parque Estadual Campos do Jordão (Horto Florestal)	Sudeste	SP	<i>B. grandis</i> , <i>B. subtomentosa</i> e <i>B. tomentosa</i>
Parque Estadual da Pedra Azul	Sudeste	ES	<i>B. subtomentosa</i>
Parque Estadual da Serra do Brigadeiro	Sudeste	MG	<i>B. microdonta</i> e <i>B. subtomentosa</i>
Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Sta. Virgínia	Sudeste	SP	<i>B. subtomentosa</i>
Parque Estadual do Forno Grande	Sudeste	ES	<i>B. grandis</i> e <i>B. subtomentosa</i>
Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira	Sudeste	SP	<i>B. subtomentosa</i> e <i>B. tomentosa</i>
Reserva da Serra do Caraça (RPPN)	Sudeste	MG	<i>B. grandis</i> , <i>B. subtomentosa</i> e <i>B. tomentosa</i>
Parque Nacional de Aparados da Serra	Sul	RS/SC	<i>B. subtomentosa</i>
Parque Estadual da Serra do Tabuleiro	Sul	SC	<i>B. subtomentosa</i>
Parque Estadual de Vila Velha	Sul	PR	<i>B. microdonta</i>

como bem conservado (FUNCATE, 2015).

Devido à grande quantidade de espécies endêmicas e a especificidade de ambiente onde ocorrem, o gênero *Breutelia* no Brasil necessita de um trabalho de conservação para averiguar o nível de ameaça seguindo os padrões aplicados pela UICN. A lista vermelha da UICN classifica os organismos em categorias que informam seu nível de ameaça. As categorias foram publicadas em 1994, juntamente com os critérios usados para a classificação (IUCN, 1994). Para caracterizar as briófitas e usar as categorias de forma eficiente, grupos de pesquisadores especialistas testam todos os parâmetros e, de acordo com seus resultados, criaram guias de recomendações para a aplicação da metodologia (Hällingback *et al.* 1996; Hällingback *et al.* 1998; Hällingback & Hodgetts, 2000; Bergamini *et al.* 2019). O critério mais indicado para briófitas é o B, usando a localidade como variável de acordo com a distribuição geográfica dos táxons. Assim temos a ferramenta mais confiável e indicada para incluir táxons ameaçados na lista vermelha com auxílio do software GeoCat (Hällingback *et al.* 1998; Hällingback & Hodgetts, 2000; Mace *et al.* 2008; Bergamini *et al.* 2019). Para usar é necessário, no entanto, escolher localidades verdadeiras checando sempre as informações das coordenadas apropriadas (Bachman *et al.* 2011).

O software GeoCAT - *Geospatial Conservation Assessment Tool* (<http://geocat.kew.org>) foi criado pela *Royal Botanical Gardens* por sua unidade de sistemas de informações geográficas para analisar as distribuições usando coordenadas fornecidas. A distribuição geográfica dos táxons é traduzida em EOO (Extensão de Ocorrência) e AOO (Área de Ocupação). O EOO é calculado pela área em km² do menor polígono possível criado usando os pontos de ocorrência. Enquanto o AOO é a área onde a espécie ocorre.

Com base nos dados obtidos neste estudo, esperamos contribuir para a conservação das espécies do gênero *Breutelia*, além de promover a conscientização sobre a importância das briófitas. É nossa expectativa que essas informações sejam incorporadas pelas políticas públicas de conservação do país, de modo a promover a proteção adequada desses organismos.

Material e métodos

Área de Estudo

O gênero *Breutelia* no Brasil ocorre na região sul-sudeste onde encontram-se os picos e montanhas acima de 1500m. As elevações da região podem atingir alturas de até 2890m (Pico da Bandeira) no ES e 2791m (Itatiaia) na divisa de SP-RJ-MG (Costa *et al.* 2015; Aximoff, 2011). Seguem principalmente a Serra do Mar, a Serra da Mantiqueira e a Cadeia do Espinhaço. Nessas grandes altitudes as vegetações estão expostas a diferentes intempéries ambientais formando

sistemas a parte do bioma (Mata Atlântica) onde estão inseridas, com diferenças da flora do entorno (Safford, 1999). São citados dois principais tipos de vegetação que ocorrem nas montanhas brasileiras que são os Campos de Altitude e os Campos Rupestres (Gomes *et al.* 2006). Os Campos de Altitude ocorrem a partir de 1500m e abrigam táxons que também ocorrem nos Andes devido à similaridade ambiental (Costa *et al.* 2005; Santos & Costa 2010). Essa similaridade foi notada por diversos pesquisadores da área, que descrevem os Campos de Altitude como Páramos brasileiros (Safford, 1999) e com características de “vegetação alpina” (Gomes *et al.* 2006).

Métodos de amostragem das espécies e coordenadas

Filtramos as espécies com ocorrência para o território brasileiro (Griffin, 1984b; Peralta D.F. *et al.*, 2020) e as localidades usadas foram providas pelas coordenadas presentes nas exsicatas de plantas herborizadas dos seguintes herbários: AAU, ALCB, BA, CAS, CUVC, GFJP, GOET, H, HBR, HUA, HUUS, JE, LUSC, MBM, MBML, MICH, MO, NY, QCA, QCNE, SP, U, UAPC, UB, VIC e VIES. Também usamos coordenadas presentes em amostras provenientes do SpeciesLink (<http://specieslink.net>), GBIF (<http://gbif.org>) e Flora e Funga do Brasil (Peralta, D.F. *et al.*, 2020). Todas passaram por um filtro, onde localidades muito vagas ou que não representavam o local correto de coleta descrito foram excluídas. Coletas antigas sem coordenadas, mas com descrição do local foram acrescentadas usando coordenada da cidade mais aproximada, e foi usado o padrão de 2 km² de cada amostra proposto pela UICN 2022. Os espécimes usados, coordenadas, identificações e coletores estão disponíveis em anexo.

Categorias e critérios de classificação

São 9 as categorias que classificam os organismos avaliados com os parâmetros seguindo UICN 2022 (Figura 2). As espécies são classificadas entre extintas até menos preocupantes, podendo haver táxons com dados insuficientes ou que não foram avaliados (UICN, 2022). Os dois últimos não apresentam um status de ameaça.

As categorias são brevemente descritas a seguir seguindo UICN 2022. As siglas seguem os nomes em inglês: **EX** (*Extinct*): Extinta, não há nenhum exemplar vivo do táxon (ou espécie) referido; **EW** (*Extinct in the wild*): Extinta na natureza, pode haver táxons vivos porém não em seu habitat natural; **CR** (*Critically Endangered*): Criticamente em Perigo, táxon com risco extremo de ser extinto na natureza; **EN** (*Endangered*): Em Perigo, táxon com risco muito alto de ser extinto na natureza; **VU** (*Vulnerable*): Vulnerável, táxon com risco alto de ser extinto na natureza; **NT** (*Near Threatened*): Quase Ameaçada, o táxon pode chegar a ser considerado ameaçado no futuro se não forem tomadas medidas de proteção ou se as medidas existentes forem interrompidas; **LC** (*Least*

Concern): Menos Preocupante, o táxon é abundante e possui alta distribuição portanto não há nenhuma ameaça à sua continuidade no presente; **DD** (*Data Deficient*): Dados Insuficientes, é aplicado quando não é possível fazer uma análise da situação do táxon por não ter dados adequados para usar em qualquer um dos critérios da UICN; **NE** (*Not Evaluated*): Não Avaliado, quando os critérios ainda não foram aplicados para o táxon.

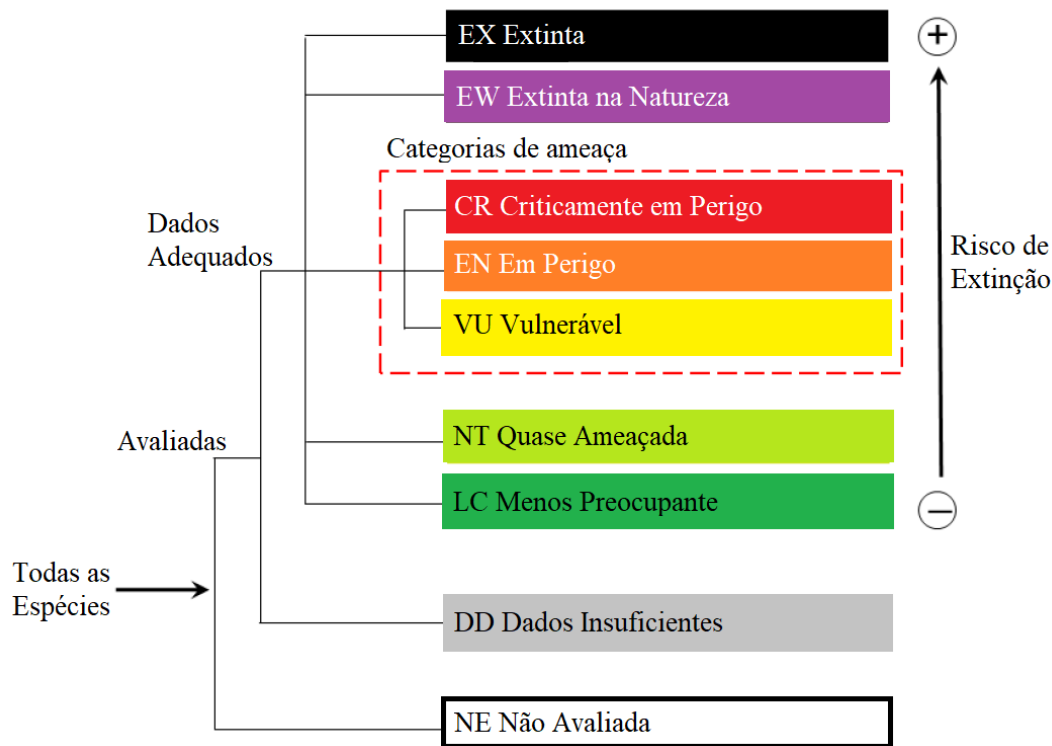


FIGURA 2. Categorias de ameaça (adaptado de UICN 2022): 9 categorias que vão de extinta a menos preocupante. Pode haver também táxons com dados insuficientes ou que não foram avaliados que não conferem status de ameaça.

Os táxons considerados ameaçados se enquadram nas categorias CR, EN ou VU, como ilustra a Figura 2. Para serem caracterizados, os táxons passam por 5 critérios criados seguindo UICN (Comitê de Padrões e Petições da UICN, 2022) para esse propósito. Estão dispostos de **A** a **E** e listados a seguir: **A**. Declínio populacional, referente a redução do tamanho populacional; **B**. Raridade e declínio, relacionado à distribuição geográfica e fragmentação do território ou extremas flutuações; **C**. Tamanho populacional pequeno e fragmentado, declínio, flutuações ou poucas subpopulações; **D**. Tamanho populacional pequeno ou com uma distribuição muito restrita; **E**. Análise quantitativa de risco de extinção.

Critério B - cálculo do EOO e AOO com auxílio do GeoCAT

O critério de localidade, usando a distribuição geográfica dos táxons e traduzidos em EOO e AOO pelo software GeoCAT, se encaixa no critério B presente na lista vermelha de espécies ameaçadas da UICN (Bachman et al. 2011; Comitê de Padrões e Petições da UICN, 2022). Com isso, usando dados de coordenadas obtidas pelas exsicatas, conseguimos por meio do software inferir os aspectos da EOO e AOO das espécies usando uma planilha criada e disponível em anexo. Em AOO usamos a configuração padrão recomendada pela UICN onde a área de 2 km² em volta do ponto de ocorrência também é considerada.

As coordenadas em graus com minutos e segundos foram convertidas em coordenadas de graus e decimais do grau, necessário para os padrões do GeoCAT.

Resultados e discussão

Usando o critério B, um táxon é considerado ameaçado quando sua distribuição geográfica é muito restrita, concentrada em regiões muito pequenas ou com habitats sofrendo ameaças (Mace et al. 2008; Bachman et al. 2011). Portanto, as 4 espécies endêmicas analisadas foram classificadas como “EN - Em Perigo de extinção” como mostra a Tabela 2. A área onde ocorrem foi considerada pequena, apresentando números pouco expressivos. Estão estritamente confinadas nas poucas regiões elevadas do sul e sudeste do país.

Breutelia tomentosa, a única espécie não endêmica do território, foi classificada como "LC - Menos Preocupante" e sua situação é discutida em um tópico à parte.

A EOO no caso das espécies não têm peso devido ao habitat que elas ocupam que estão relacionados a áreas a partir de 1500m de altitude e, seguindo os guias dos critérios da UICN e literatura apropriada (Mace *et al.* 2008; Bachman et al. 2011; UICN, 2022), é inapropriado incluir áreas onde os táxons não são encontrados de nenhuma forma, ou seja, os locais mais baixos que ocupam a maior parte da EOO. O AOO é o parâmetro relevante nessa análise. Mesmo *B. subtomentosa* com o maior AOO entre as quatro espécies foi considerada em perigo de extinção.

São poucos os espécimes do gênero encontrados férteis, ou seja, com a presença de um esporófito. Além desse fator dificultar o estudo dessas populações, a reprodução possivelmente é um processo lento e que aumenta o perigo em que as espécies se encontram. Nos locais onde as espécies habitam as populações são pequenas, concentradas e distantes umas das outras.

Muitas populações da espécie estão expostas ao público onde há parques e reservas, já que ocorrem próximas às trilhas, no solo. Quando ocorrem mais próximos da área de circulação, os maiores riscos são o pisoteio e o esmagamento, seja por pedestres ou veículos, além do impacto causado pelo turismo predatório.

Tabela 2. Listagem das espécies de *Breutelia* endêmicas examinadas.

Espécie	Categoria antiga	Categoria atual	Critérios	Justificativa
<i>B. grandis</i>	NE	EN	B2a (ii,iii,iv)	Restrita a habitats elevados (acima de 1500m) do sul-sudeste e endêmica do Brasil, ocorre nos estados do ES, MG, PR, RJ, SC e SP. Possui AOO de 44.000 km ² categorizada como ameaçada EN.
<i>B. microdonta</i>	NE	EN	B2a (ii,iii,iv)	Restrita a habitats elevados (acima de 1500m) do sul-sudeste e endêmica do Brasil, ocorre nos estados do ES, MG, PR, RJ, RS, SC e SP. Possui AOO de 64.000 km ² categorizada como ameaçada EN.
<i>B. subtomentosa</i>	NE	EN	B2a (ii,iii,iv)	Restrita a habitats elevados (acima de 1500m) do sul-sudeste e endêmica do Brasil, ocorre nos estados do ES, MG, PR, RJ, SC e SP. Possui AOO de 148.000 km ² categorizada como ameaçada EN.
<i>B. sp. nov.</i>	NE	EN	B2a (ii,iii,iv)	Restrita a habitats elevados (acima de 1500m) do sul-sudeste e endêmica do Brasil, ocorre nos estados do ES, MG, PR, RJ, RS e SC. Possui AOO de 32.000 km ² categorizada como ameaçada EN.

Todas as espécies ocorrem em montanhas, locais que proporcionam às espécies um isolamento provido pela variedade climática e a altitude (Safford, 1999; Jacobi *et al.* 2007). São adaptadas às condições hostis locais, e ocupam nichos específicos nesses ambientes (Allen, 2002; Hällingback & Hodgetts, 2000), devido a isso só ocorrem nesses ambientes. Por serem endêmicas tendem a apresentar uma distribuição pequena e restrita (Shaw & Goffinet, 2000), e dependem da preservação dos habitats naturais para sua sobrevivência, já que são suscetíveis a mudanças drásticas nesses locais (Hällingback & Hodgetts, 2000; Shaw & Goffinet, 2000).

As principais mudanças no ambiente que afetam essas espécies estão ligadas a visitas humanas, com veículos a pé, o turismo predatório, as queimadas e poluição do ar (Aximoff, 2011; Safford, 1999; Hällingback & Hodgetts, 2000). Além disso, há áreas usadas como pasto (Safford, 1999) e o crescimento de áreas dominadas por espécies exóticas invasoras (Jacobi *et al.* 2007, Bachman *et al.* 2018). Essas prerrogativas formam um conjunto robusto de justificativas para acrescentá-las ao livro vermelho de espécies ameaçadas.

Breutelia tomentosa (Sw. ex Brid.) A. Jaeger

Breutelia tomentosa é a única *Breutelia* descrita para o território brasileiro que não é endêmica. Sua distribuição é ampla, sendo citada para diversos países da América do Sul, Central, e também para o México (Allen, 2002). É sem dúvida a espécie que melhor se adapta a condições diferentes entre o gênero no Brasil, e arrisco dizer para o Neotrópico. Devido a sua ampla distribuição nos países das Américas, a espécie foi considerada na categoria "LC - Menos Preocupante".

Recomendações

Recomendamos manter a manutenção dos parques e reservas presentes nas regiões de ocorrência das espécies, delimitar áreas de visitação e entrada, proteger locais mais importantes de ocorrência para evitar o efeito de destruição antrópica nesses ambientes (Hällingback & Hodgetts, 2000). É necessário também a manutenção dos incentivos e investimentos científicos para a conservação desses ambientes e de outras áreas que possuem grande quantidade de espécies ameaçadas.

Para maior conservação de briófitas ameaçadas, são necessárias criações de mais reservas naturais e parques com esse foco, aliado a um turismo ecológico de menor impacto (Hällingback, 1998). Mesmo sendo plantas consideradas pequenas, as briófitas são valiosas nos ecossistemas em que ocorrem, tendo vital importância. Portanto, devem ser incluídas em propostas de manejo, assim como em discussões sobre preservação de espécies vegetais e também nas linhas de frente da

educação ambiental, criando a conscientização da comunidade para com esse grupo.

Recomendamos, por fim, utilizar esse trabalho como base para políticas públicas de conservação de organismos vegetais de ambientes elevados, de briófitas e das espécies citadas.

Considerações Finais

Breutelia é um grande desafio para taxonomistas de musgos. As espécies são difíceis de separar, as descrições originais e os espécimes tipo são muito parecidos entre si e as características morfológicas diagnósticas são inconstantes e mudam de acordo com as populações.

Depois de um grande período sem uma revisão, o gênero se mostrou uma caixa de surpresas com muitas questões não resolvidas envolvendo a maneira de separar as espécies e melhores características para isso. Chegamos a conclusão de que as características mais úteis para a diferenciação das espécies são os ângulos de inserção do filídio no caulídio, presença ou não de células alares diferenciadas, tamanho do gametófito, formatos dos filídios e configuração das costas dos filídios.

Estamos reconhecendo 5 espécies para o território Brasileiro: *Breutelia tomentosa* (Sw. ex Brid.) A. Jaeger,, *Breutelia grandis* (Hampe) Paris, *Breutelia microdonta* (Mitt.) Broth., *Breutelia subtomentosa* (Hampe) Jaeger e *Breutelia sp. nov.* sendo as 4 últimas endêmicas para o Brasil.

O gênero apresenta ocorrência para o sul-sudeste brasileiro em áreas elevadas a partir de 1500m nos Campos de Altitude. As espécies ocorrem em ambientes isolados e restritos, portanto com nicho específico e, de acordo com as análises de conservação, todas as espécies endêmicas do Brasil estão em perigo de extinção com classificação EN, em perigo de extinção. A espécie *Breutelia tomentosa* que apresenta grande distribuição na América do Sul e Central foi classificada como LC, menos preocupante.

Uma nova espécie *Breutelia sp. nov.* está sendo descrita com base nas características eleitas como diagnósticas para separar as espécies dentro do gênero. Estamos propondo a sinonímia de *B. subdisticha* com *B. tomentosa* e *B. wainioi* com *B. subtomentosa* e a indicação do holótipo de *B. microdonta*.

O trabalho também produziu diversas pranchas de espécies, assim como uma chave para as espécies brasileiras, comentários e um trabalho focado na conservação das espécies brasileiras e seus status de conservação.

Referências Bibliográficas

- Allen, B.H. & Griffin III D.G. 1999. A new species of *Breutelia* (Bartramiaceae) from Central America, with a key to the species of *Breutelia* in Central America. *Novon* 9(1): 1–4.
- Allen, B.H. 2002. Moss flora of Central America, Part 2. Encalyptaceae-Orthotrichaceae. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 90. viii + 699 pages.
- Antunes, C. 1991. Capítulo 6: A paisagem natural da América Latina. In: *Geografia e participação*, volume 3: Américas e regiões polares. São Paulo: Scipione, p. 57.
- Aximoff, I. & Rodrigues R.C. 2011 Histórico dos incêndios florestais no Parque Nacional do Itatiaia. *Ciência Florestal* 21(1): 83-92.
- Bachman S.P. *et al.* 2011 Supporting Red List threat assessments with GeoCAT: geospatial conservation assessment tool. In: Smith V & Penev L (eds.). *E-Infrastructures for data publishing in biodiversity science*. Sofia: ZooKeys 150: 117-126.
- Bachman S.P. *et al.* 2018. Quantifying progress toward a conservation assessment for all plants. *Conserv Biol.* Jun;32(3):516-524.
- Bartram, E.B. 1946. New mosses from Tierra del Fuego. *Farlowia* 2(3): 309–319.
- Bergamini, A. *et al.* 2019. Recommendations for the use of critical terms when applying IUCN red-listing criteria to bryophytes, *Lindbergia*, 1-6.
- Bescherelle, É. 1872. *Prodromus bryologiae Mexicanae ou énumération des mousses de Mexique*. *Mém. Soc. Sci. Nat. Math. Cherbourg* 16: 144–256.
- BFG. 2018. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). *Rodriguésia*, v.69, n.4, p.1513-1527.
- BFG. 2021. Brazilian Flora 2020: Leveraging the power of a collaborative scientific network. *Taxon*.
- Bridel, S.É.v. 1803. *Muscol. Recent.* 2(3): 178 pp. C. G. Ettinger/Barrois Fils, Gotha/Paris.
- Brotherus, V.F. 1888. *Musci novi exotici*. *Bot. Centralbl.* 36: 85–87.
- Brotherus, V.F. 1895. *Nouvelles contributions à la flore bryologique du Brésil*. *Bih. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. Handl.* 21 Afd. 3(3). 76 pp.
- Brotherus, V.F. 1904. *Bryales*, in part. I(3): Pp. 625–672. In H. G. A. Engler & K. Prantl (eds.) *Nat. Pflanzenfam.* Engelmann, Leipzig.
- Brotherus, V.F. 1920. *Contribution à la flore bryologique de l'Ecuador*. *Rev. Bryol.* 47: 1–16,.
- Bruch, P. *et al.* 1836–1855. *Bryol. Eur.* 5 vols. E. Schweizerbart, Stuttgart.
- Bruch, P. *et al.* 1851–1855. *Bryologia Europaea seu genera muscorum Europaeorum monographice illustrata*. Vol. 5. Stuttgartiae: Sumptibus Librariae E. Schweizerbart.
- Buck, W.R. 2020 [2019]. *Breutelia tundrae* (Bartramiaceae), a new moss species from the Cape

- Horn Archipelago (Prov. Antártica Chilena, Chile). *Brittonia* 72(2): 123–127.
- Churchill, S.P. & Linares Castillo E.L. 1995a. *Prodromus bryologiae Novo-Granatensis*: introducción a la flora de musgos de Colombia. Parte 1: Adelotheciaceae a Funariaceae. *Bibliot. José Jerónimo Triana* 12: 1–453.
- Churchill, S.P. & Linares Castillo E.L. 1995b. *Prodromus bryologiae Novo-Granatensis*: introducción a la flora de musgos de Colombia. Parte 2: Grimmiaceae a Trachypodaceae. *Bibliot. José Jerónimo Triana* 12: 455–924.
- Churchill, S. P. 2016. Bryophyta (Mosses). Pp. 353–441. In R. Bernal González, S. R. Gradstein & M. Celis (eds.) *Cat. Pl. & LÍq. Colombia*. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá), Instituto de Ciencias Naturales, Bogotá, Colombia.
- Comitê de Padrões e Petições da UICN. 2022. Diretrizes para o Uso das Categorias e Critérios da Lista Vermelha da UICN. Versão 15.1. Preparada pelo Comitê de Padrões e Petições. Disponível em <https://www.iucnredlist.org/resources/redlistguidelines>.
- Costa, D.P. *et al.* 2011. Synopsis of the Brazilian moss flora: checklist, distribution and conservation. *Nova Hedwigia*, 93: 3-4, 277-334.
- Costa, D.P. *et al.* 2015. Bryoflora of the Itatiaia National Park along an elevation gradient: diversity and conservation. *Biodiversity And Conservation*, 24:9, 2199-2212, Springer Science and Business Media LLC.
- Costa, D.P. & Peralta, D.F. 2015. Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66(4): 1063-1071.
- Costa D.P. *et al.* 2005. Diversidade e Importância das Espécies de Briófitas na Conservação dos Ecossistemas do Estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia* 56: 13–49.
- Cox, C.J. & Hedderson, T.A.J. 1999: Phylogenetic relationships among ciliate arthrodontous mosses: evidence from chloroplast and nuclear DNA sequences. - *Pl. Syst. Evol.* 215: 119-139.
- Crosby, M.R. & o. REVISED. 1999. REVISED: accepted in a monograph, revision, or descriptive flora since 1963. In *Checklist Mosses*. Missouri Botanical Garden, St. Louis.
- Faria A.L.A. *et al.* 2021. Bryophytes from Glaziou's historical collections: revisiting the flora of Rio de Janeiro and implications for conservation. *Cryptogamie, Bryologie* 42 (14): 197-204.
- Fleischer, M. 1904–1923. *Die Musci der Flora von Buitenzorg (Zugleich Laubmoosflora von Java)*, Vols. 1–4. Brill, Leiden.
- Fleischer, M. 1920. *Natürliches System der Laubmoose*. *Hedwigia* 61: 390–400.
- Flora do Brasil (2022) Briófitas. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. accessed on 20.04.2022 at <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB128472>>.
- Frey, W. 2009. Syllabus of Plant Families - A. Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien Part 3: Bryophytes and seedless Vascular Plants. 13. ed. [s.i.]: Borntraeger.
- Forzza, R.C. 2010. Lista de espécies Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de

- Janeiro. accessed on 18.04.2022 at < <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010>>.
- FUNCATE Fundação de Ciências, Aplicações e Tecnologias Espaciais 2015. Mapa de vegetação nativa na áreas de aplicação da lei nº 11.428/2006 - Lei da Mata Atlântica, ano base 2009.
- Glime, J.M. 2015. Bryophyte Ecology. Volume 5. Uses. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. accessed on 03.02.2016 at <<http://www.bryoecol.mtu.edu/>>.
- Glime, J.M. 2017. Meet the Bryophytes. Chapt. 2-1. In: Glime, J. M. Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology. Ebook 2-1-1 sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Last updated 9 May 2017 and available at <<http://digitalcommons.mtu.edu/bryophyte-ecology/>>.
- Gomes, M.C.A. *et al.* 2006. A canção das palmeiras: Eugenius Warming, um jovem botânico no Brasil. Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte.
- Goffinet, B. *et al.* 2001. The Bryophyta (Mosses): systematic and evolutionary inferences from an *rps4* gene (cpDNA) phylogeny. *Annals of Botany* 87: 191–208.
- Gradstein, S.R. *et al.* 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. Memoirs of The New York Botanical Garden Press.
- Gradstein, S.R. & Costa, D.P. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. Memoirs of The New York Botanical Garden Press.
- Griffin III, D.G. & BUCK, W.R. 1989. Taxonomic and Phylogenetic Studies on the Bartramiaceae. *The Bryologist*, [s.l.], v. 92, n. 3, p.368-380.
- Griffin III, D.G. 1979 The genus *Breutelia* (Musci: Bartramiaceae) in Mexico ASB Bull. 26.
- Griffin III, D.G. 1984a. A comparison of *Breutelia subarcuata* (C. Muell.) Schimp. in Besch. and *B. chrysea* (C. Muell.) Jaeg. in Latin America. *Bryologist* 87: 233–237.
- Griffin III, D.G. 1984b. *Breutelia* in Brazil with notes on the occurrence of the genus in the New World. *J. Hattori Bot. Lab.* 57: 83-95.
- Griffin III, D.G. 1988. New World Species of *Breutelia* with Erect-appressed Leaf Bases. *Nova Hedwigia, Beih.*, v. 90, p.357-382.
- Griffin III, D. G. 1994. Bartramiaceae in A. J. Sharp *et al.* (editors), Moss Flora of Mexico.
- Hallingbäck, T. *et al.* 1996. How to use the new IUCN Red List categories on bryophytes. Guidelines proposed by the IUCN SSC bryophyte specialist group. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. México, Ser. Bot.* 67(1):147-157.
- Hallingbäck, T. 1998. Threats and protection of bryophytes in Sweden. *The Journal Of The Hattori Botanical Laboratory*, 84:175-185.
- Hallingbäck, T. *et al.* 1998. Guidelines for application of the revised IUCN threat categories to bryophytes. *Lindbergia* 23: 6–12.

- Hallingbäck, T. & Hodgetts, N. 2000. Mosses, Liverworts, and Hornworts. Status Survey and Conservation Action Plan for Bryophytes. IUCN/SSC Bryophyte Specialist Group.
- Hampe, E. 1866. undefined tittle. Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 5, 6: 301-342.
- Hampe, E. 1872. Musci frondosi. In E. Warming, Symbolae ad floram Brasiliae centralis cognoscendam. Vidensk. Meddel. Dansk Naturhist. Foren. Kjøbenhavn 1872: 36–59.
- Hampe, E. & A. Geheeb. 1881. Additamenta ad Enumerationem hactenus in provinciis Brasiliensibus Rio de Janeiro et São Paulo detectorum. Flora 64: 369–381.
- Harris, B.J. et al. 2020. Phylogenomic Evidence for the Monophyly of Bryophytes and the Reductive Evolution of Stomata. Current Biology, 30, 1-12.
- Hermann, F. J. 1976. Recopilación de los musgos de Bolivia. Bryologist. 79: 125–171.
- IBGE, 2006. Mapa de unidades de relevo do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro.
- IBGE, 2022. Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html> Acessos em: 14, setembro 2022.
- IUCN. 1994. *IUCN Red List Categories*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K.
- Jacobi, C.M. et al. 2007. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered brazilian ecosystem. Biodiversity And Conservation, 7: 2185-2200. Springer Science and Business Media LLC.
- Jaeger, A. 1875. Adumbratio flore muscorum totius orbis terrarum. Part 5. Ber. Thätigk. St. Gallischen Naturwiss. Ges. 1873–1874: 53–278.
- Judd, W.S. et al. 2009. Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Lewis, M. W. & Wigen, K. E. 1997. Chapter 1, The Architecture of Continents. The Myth of Continents. [S.I.]: University of California Press.
- Lindberg, S. O. 1863. Bidrag till mossornas synonymi. Öfvers. Förh. Kongl. Svenska Vetensk.-Akad. 20(7): 385–418.
- Mace, G.M. et al. 2008. Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. Conservation Biology 22(6): 1424–1442.
- Magill, R.E. 1987. Bryophyta. Part I. Fasc. 2. In O. A.Leistner (ed.), Flora of Southern Africa. Botanical Re2003] VIRTANEN: BARTRAMIACEAE PHYLOGENY 293 search Institute, Department of Agriculture and Water Supply, Pretoria.
- Matteri, C.M. 1973. El género *Breutelia* (Bartramiaceae, Musci) en la región Andino-patagónica. Revista Mus. Argent. Ci. Nat., Bernardino Rivadavia Inst. Nac. Invest. Ci. Nat., Bot. 4: 321–360.
- Matteri, C.M. 1985. Bryophyta, Musci. Bartramiaceae. 14(7). 62 pages. In S. A. Guarrera, I. J.

- Gamundi de Amos & D. Halperín Fl. Criptog. Tierra del Fuego. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la Republica Argentina, Buenos Aires.
- Mitten, W. 1869. Musci Austro-Americani. Journal of the Linnean Society, Botany 12: 267.
- Mittermeier R.A. *et al.* 2005 A brief history of biodiversity conservation in Brazil. Conservation Biology 19: 601 – 607.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente) 1998. Primeiro relatório nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica. Ministério Do meio Ambiente (MMA), Brasília.
- Müller, C. 1873. Sechs neue Laubmoose Nordamerica's: *Mnium neevii*, *Catharinea xanthopelma*, *Bartramia mohriana*, *Barbula cancellata*, *Grimmia neevii*, *Hypnum homalostegium*. Flora 56: 481–484.
- Müller, C. 1874. Novitates bryothecae Müllerianae. 2. Musci Novo-Granatenses Wallisiani adjecis nonnullis aliis muscis novis andinis vel tropico-americanis vel australasiacis. Linnaea 38: 572–620.
- Müller, C. 1897. Prodrumus bryologiae Bolivianae. Nuovo Giorn. Bot. Ital., n.s. 4(1): 5–50.
- Müller, C. 1898. Analecta bryographica antillarum. Hedwigia 37: 219–266.
- Newton, M.E. 1973. A taxonomic assessment of *Bartramia*, *Breutelia* and *Exodokium* on South Georgia. British Antarctic Survey Bulletin 32: 1–14.
- Newton, M.E. 1974. A synoptic flora of South Georgian mosses: IV. *Bartramia* and *Breutelia*. British Antarctic Survey Bulletin 38: 159–71.
- O'Shea, B. J. 2006. Checklist of the mosses of sub-Saharan Africa (version 5, 12/06). Trop. Bryol. Res. Rep. 6: 1–252.
- Paris, J.É.G.N. 1894-1898. Index Bryol. 1380 pp.
- Paris, J.É.G.N. 1900. Index Bryol. Suppl. 334 pp.
- Paris, J.É.G.N. 1904-1906. Index Bryol. (ed. 2) 5 vols. Published by the Author, Genève.
- Peralta, D.F. 2015. Bartramiaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Peralta, D.F. *et al.* 2020. Bartramiaceae in Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Robinson, H. *et al.* 2001. The synonymy of the African moss genus *Quathlamba* with the American genus *Neosharpiella*. Evansia 4: 133–136.
- Safford, H. DeForest. 1999. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. Journal of Biogeography, 26, 693–712.
- Santos N.D. & Costa D.P. 2010 Altitudinal zonation of liverworts in the Atlantic Forest, Southeastern Brazil. Bryologist 113:631–645.
- Sehnem, A. 1976. Musgos Sul-Brasileiros IV. Pesquisas 30: 79 pp.
- Schimper, W.P. 1856. Coroll. Bryol. Eur. 140 pp. E. Schweizerbart, Stuttgart.

- Schimper, W.P. 1875. In Bescherelle, É. *Prodromus bryologiae Mexicanae ou énumération des mousses de Mexique*. Mém. Soc. Sci. Nat. Math. Cherbourg 16: 144–256.
- Sharp, A.J. *et al.* 1994. Moss Flora of Mexico. Mem. New York Bot. Gard. 69: i-x, 1-1113, I-XVII
- Shaw, A.J. & Goffinet, B. 2000. *Bryophyte Biology*. Cambridge University Press, England.
- Smith, A. J. E. 1978. Moss Fl. Britain & Ireland 706 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- UICN. 2022. Diretrizes para o Uso das Categorias e Critérios da Lista Vermelha da UICN. Versão 15.1.
- United Nations, 2019. Department of Economic and Social Affairs, Population Divison. World Population: Wall Chart.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. 2009. *Introduction to Bryophytes*. Cambridge: Cambridge.
- Vasconcelos, M.F. 2011. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil? *Revista Brasil. Bot.*, 34(2) 241-246.
- Virtanen, V. 1997. The Genus *Breutelia* (Bartramiaceae, Musci) in Southeast Asia and Oceania. *The Bryologist*, 100(3), 324.
- Virtanen, V. 2000. *Taxonomic Studies of the Bartramiaceae Bryopsida*. University of Helsinki.
- Virtanen, V. 2003. Phylogeny of the Bartramiaceae (Bryopsida) Based on Morphology and on rbcL, rps4, and trnL-trnF Sequence Data. *The Bryologist*, Finlândia, v. 106, n. 2, p.280-296.
- Vitt, D.H. 1984. Classification of the Bryopsida, pp. 696–759. *In* R. M. Schuster (ed.), *New Manual of Bryology 2*. Hattori Botanical Laboratory. Nichinan.
- Wigginton, M.J. *et al.* 2020. British Bryological Society expedition to Mulanje Mountain, Malawi. 16. New and other unpublished bryophyte records, 2., *Journal of Bryology*.
- Wijk, R. van der, *et al.* 1959. Index Muscorum. 1 (A–C). *Regnum Veg.* 17: xxviii + 548 pp.

Anexo

https://drive.google.com/drive/folders/1QqW7t7u8LWRE9H6_XSkVTtI8kig6yjpJ?usp=share_link.