

JULIANA LEANDRO DA SILVA

**O gênero de hepáticas *Jungermannia* L.
(Jungermanniaceae, Marchantiophyta) no
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

JULIANA LEANDRO DA SILVA

**O gênero de hepáticas *Jungermannia* L.
(Jungermanniaceae, Marchantiophyta) no
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, Juliana Leandro da

S586g O gênero de hepáticas *Jungermannia* L. (Jungermanniaceae, Marchantiophyta) no Brasil / Juliana Leandro da Silva – São Paulo, 2023.
59p.; il.

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

1. *Jungermannia* 2. Jungermanniaceae. 3. Hepática. 4. Esporos. I. Título.

CDU: 582.32

BANCA EXAMINADORA

Dr. Denilson Fernandes Peralta (orientador)

Dra. Juçara Bordin

Dr. Otávio Luis Marques da Silva

*“This world we know it takes our bodies not our souls
It takes us high and leaves us low
But they honestly never imagined we’d get this far.”*

Where We Go - P!nk.

Aos que andaram comigo até aqui

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aparentemente há várias formas de começar essa parte. Existem tantos aqui que eu gostaria de citar. Cada um teve um papel imenso para que esse trabalho acontecesse. Vocês serão para sempre lembrados.

Primeiramente agradeço a Deus pelo sopro de vida. Aos meus pais, Gilvan e Angélica, e a minha irmã Beatriz, obrigada por todo o apoio e incentivo até aqui. Por cada passo dado, cada etapa nova e concluída vocês estiveram ao meu lado. Por cada gesto de carinho, por cada puxão de orelha, por toda a dedicação e por todos os momentos que nos tornam uma família. Às minhas filhas Miranda Bailey e Lexie Grey por cada aconchego, cada momento engraçado, cada momento de ternura, por me mostrarem o mais genuíno amor que possa ser demonstrado. À vocês devo absolutamente tudo .

À cada professor passou pela minha vida. Por cada ensinamento, conselho e incentivo que me fizeram entrar neste caminho. São eles: Profª. Cristiane e Prof. Olintho, Dra. Cintia Vieira, Dr. Maurício Anaya, Me. William Matiazzi e a Dra. Ana Lúcia Beirão (*in memorian*). Tanto em aula, ou com as conversas nos corredores, vocês foram de extrema importância na minha caminhada.

Para a advogada mais competente que esse mundo pode ter, futuro do direito, Ana Thais. Amiga, eu sempre te disse o quanto você foi e é importante. Não nos falamos com frequência, nossos caminhos sempre seguiram mais distantes, mas nem por isso eu te esqueci. E vou usar este espaço para mais vez te agradecer por ter acreditado em mim, por ter me acolhido em um momento de vulnerabilidade. Eu serei eternamente grata.

Ao Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística e ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Ambiental e Meio Ambiente pela oportunidade de ingressar nesta instituição da qual me orgulho tanto.

Ao meu orientador, o pai, dono e proprietário Dr. Denilson Peralta, por ter me dado a chance de começar a caminhar no núcleo primeiro como voluntária, depois como aluna em duas iniciações científicas e depois ter me aceito como aluna de mestrado. Além de um profissional excepcional, é um amigo. Eu não poderia pedir por mais nada. Por todo o conhecimento, paciência e momentos incríveis que compartilhamos, eu realmente não sei como te agradecer. Aceita pix?

Aos todos os docentes juntamente com os membros das bancas de qualificação e defesa que possibilitaram um rico conhecimento, pela paciência e todo o aprendizado, agradeço imensamente.

Para todos aqueles que passaram pelo meu caminho, a Dra. Bianca Canestraro, Dr. Dimas Marchi, Dra. Emanuelle Santos, Dr. Leandro Amélio, Ma. Marcela Inácio e Ma. Marina Koga que estiveram junto em cada ensinamento, momento de riso descontrolado, apresentações e diversas comilanças na cozinha.

Aqui coloco os que caminharam mais de perto, me perturbaram de toda forma possível e que fizeram desses anos os melhores que já vivi. Meus amigos Me. Douglas Oliveira, Me. Gledson Júlio, Ma. Jéssica Soares, Me. Mateus Gonçalves, Gabriela Veiga e Raphaela Peres por toda risada exagerada, cada comentário absurdo e melhor produção de figurinha que esse país já viu. Não há palavras que eu possa colocar aqui que expresse meu carinho por todos vocês, meus insetos.

Um dia em uma troca de email, você me disse que sentiu orgulho em ver a minha assinatura como aluna de mestrado, e eu te disse que quando essa etapa acabasse, você teria uma menção honrosa aqui. Tudo o que eu tinha pra te dizer, Fran, eu já te disse inúmeras vezes. Obrigada por ser minha amiga, por me ouvir, me acolher, me incentivar. Você me ensinou muito, e eu ainda aprendo muito com você. Eu tenho imenso orgulho de ti, e nunca se esqueça do que você é capaz! Eu só posso agradecer a Deus por ter te colocado na minha vida. Muito obrigada por tudo e por tanto, meu amor, Francielle.

RESUMO

Jungermannia é um gênero de hepática pertencente à Jungermanniaceae, caracterizada pelo porte pequeno, com coloração verde clara, amarronzado ou em alguns casos, um leve tom de amarelo em plantas mais velhas. Filídios orbiculares, sempre alternos, com margem inteira, filídios podem ser espalhados ou imbricados ao caulídio na porção média-basal do caulídio. Caulídios frágeis. Periantos com variações de formato e tamanho, característica decisiva para separação das espécies. *Jungermannia* é um gênero de distribuição cosmopolita. Ao se basear na literatura, a separação das espécies é dificultosa. Os trabalhos *Jungermannia*, majoritariamente ocorrem com espécies presentes na Europa e Ásia. Com a revisão das espécies que ocorrem no Brasil, capítulo I, resultou no conhecimento taxonômico de 6 espécies, sendo uma delas uma nova ocorrência e, o entendimento das preferências ecológicas. Também foi realizado pela primeira vez o tratamento e descrição dos esporos das espécies que ocorrem no Brasil, com o uso de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura. Para este estudo foram analisadas 239 amostras depositadas no Herbário SP, a análise dos materiais tipo foi realizada através de sites botânicos. Estão sendo apresentados chave de identificação, descrição diagnóstica, comentários taxonômicos e distribuição geográfica para *Jungermannia amoena*, *Jungermannia callithrix*, *Jungermannia crassula*, *Jungermannia crenuliformis*, *Jungermannia decolor* e *Jungermannia hyalina*.

Palavras-chave: *Jungermannia*, Jungermanniaceae, hepática, esporos.

ABSTRACT

Jungermannia is a genus of liverwort belonging to Jungermanniaceae, characterized by its small size, with a light green, brownish or, in some cases, a slightly yellowish color in older plants. Orbicular leaves, always alternate, with entire margin, leaves spreading or imbricate in the lower half portion of the stem. Stems fragile. Perianths with variations in shape and size, a decisive characteristic for species separation. *Jungermannia* is a genus with a cosmopolitan distribution. When based on the literature, the separation of species is difficult. *Jungermannia* studies mostly occur with species present in Europe and Asia. The review of species that occur in Brazil, chapter 1, resulted in the taxonomic knowledge of 6 species, which one is a new occurrence, and the understanding of ecological preferences. Also the treatment and description of the spores of the species that occur in Brazil was performed for the first time, using optical microscopy and scanning electron microscopy. For this study, 239 samples deposited in the Herbarium SP were analyzed, the type materials were analyzed out through botanical sites. The following are being presented an identification key, diagnostic description, taxonomic comments and geographic distribution to *Jungermannia amoena*, *Jungermannia callithrix*, *Jungermannia crassula*, *Jungermannia crenuliformis*, *Jungermannia decolor* and *Jungermannia hyalina*.

Key words: *Jungermannia*, Jungermanniaceae, liverwort, spores.

ÍNDICE

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 OBJETIVOS GERAIS	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1 Área de estudo	14
3.2 Amostragem	15
3.3 Tratamento das amostras	16
4 RESULTADOS	
4. O gênero de hepáticas <i>Jungermannia</i> L. (Jungermanniaceae, Marchantiophyta) no Brasil	17
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO GERAL

Briófitas representam o grupo vegetal terrestre mais antigo existente. Em número de espécies, elas correspondem ao segundo maior grupo vegetal, estando atrás apenas das angiospermas (Frahm 2003, Qing-Hua *et al.* 2022). Essas plantas apresentam uma morfologia simples e não possuem vasos condutores reforçados com lignina para transporte de água e nutrientes. Por este motivo, são chamadas de plantas avasculares. Apesar de não possuírem esta estrutura, o transporte de nutrientes e água é feito célula por célula de forma mais lenta (Frahm, 2003).

O ciclo de vida das briófitas é caracterizado pela alternância de gerações em duas fases: na primeira observa-se a fase gametofítica dominante com produção de gametas haplóides (n); e na segunda fase esporofítica, existe a produção de esporos diplóides ($2n$). A fase esporofítica é efêmera e dependente da fase gametofítica (Costa & Luiz-Ponzo 2010).

Embora as briófitas representem um grupo de plantas morfologicamente simples, elas desempenham um papel ecológico importante. Por exemplo, são importantes na manutenção dos ciclos biogeoquímicos e da água, elas exercem ainda, a função de bioindicadores ambientais, com uso para identificação de poluentes por armazenarem grandes quantidades de água e carbono (Glime, 2007; Hylander, 2002). As briófitas também têm ampla utilização econômica. Em turfas, as espécies do musgo *Sphagnum* L. são predominantes, proveniente das turfeiras, e delas é possível obter combustível (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

As briófitas agem diretamente no processo de sucessão ecológica, sendo consideradas pioneiras na erosão de rochas e, conseqüentemente, auxiliam a formação do solo e no fornecimento de microambientes para demais espécies vegetais (Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

Taxonomicamente as briófitas estão organizadas em três divisões: Anthocerotophyta (Antóceros) plantas exclusivamente talosas, Bryophyta (Musgos) plantas unicamente folhosas e Marchantiophyta (Hepáticas), as quais podem apresentar formas de vida talosas e folhosas. Elas representam um grupo monofilético e intermediário entre algas carófitas (Charophyceae) e plantas vasculares (Cole *et al.*, 2019; Vanderpoorten & Goffinet, 2009).

As briófitas possuem distribuição cosmopolita ocorrendo desde os pólos até trópicos, incluindo locais super úmidos até desérticos. Sua capacidade de sobrevivência em locais de clima extremo, é dada através da dormência de seus esporos e das diversas adaptações a retenção de água (Frahm, 2003).

Muitos táxons de briófitas são descritos como endêmicos das florestas tropicais (Delgadillo, 1994), colonizando uma grande diversidade de substratos, a saber: solo

(terrícola); troncos de árvores (corticícolas); troncos caídos em decomposição (epíxilas); rochas (rupícolas); outras plantas (epífitas); folhas (epífilas) e outros diversos materiais sintéticos. Existe, porém uma preferência por locais sombreados e úmidos devido a locomoção de seus gametas masculinos serem dependentes da água (Gradstein *et al.*, 2001).

Ao longo de todo o território brasileiro percebe-se uma grande diversidade de seres vivos. Este espaço é dividido levando em consideração a vegetação em seis domínios fitogeográficos, sendo eles: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Alguns desses domínios fitogeográficos, são considerados como *hotspots* de biodiversidade no planeta, abrigando diversas espécies que não são encontradas em outras localidades (ICMBio, 2019; Oliveira *et al.*, 2018).

Em 2001, Gradstein *et al.* estimaram a existência de 17.900 espécies de briófitas mundialmente. Hoje, por meio do avanço do estudo morfológico e molecular, são listadas 38.622 espécies (GBIF, 2023). No neotrópico, estima-se que ocorra um terço das espécies conhecidas (Frahm, 2003) e, para o Brasil são conhecidas 1616 espécies de briófitas. Sendo, 18 espécies de Antóceros, 702 espécies de Hepáticas e 896 espécies de Musgos (Flora e Funga do Brasil, 2023).

O domínio fitogeográfico Amazônia, atualmente possui 67 famílias de briófitas com 593 espécies, Caatinga 30 famílias e 128 espécies; Cerrado com 79 famílias e 502 espécies; Mata Atlântica abrange 112 famílias e 1354 espécies; Pampa reúne 41 famílias e 124 espécies e Pantanal com 50 famílias e 150 espécies (Flora e Funga do Brasil, 2023). Em extensão territorial, a Amazônia é o maior domínio fitogeográfico, seguido por Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa (Oliveira *et al.*, 2016).

Os gêneros da família Jungermanniaceae, possuem ampla ocorrência mundial desde florestas tropicais até ambientes de climas extremos (polos e desertos). Em território brasileiro, o gênero presente é *Jungermannia* e as espécies desse gênero são encontradas abundantemente nos domínios fitogeográficos Cerrado e Mata Atlântica.

Em relação às espécies de *Jungermannia*, que ocorrem no Brasil, observa-se que poucos estudos taxonômicos foram realizados. O gênero apresenta citações esparsas em trabalhos florísticos. Sendo que não existem estudos de análises de ecologia, anatomia, morfologia dos esporos ou estudos moleculares.

2 OBJETIVOS GERAIS

- Realizar a revisão dos espécimes de *Jungermannia* com ênfase para o conhecimento do gênero no Brasil, destacando as principais características com um tratamento taxonômico, com caracteres morfológicos, chave de identificação das espécies, ilustrações e análise das preferências biogeográficas;

- Efetuar a primeira análise dos esporos com microscopia eletrônica de varredura para as espécies que ocorrem no Brasil.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo: Sendo o Brasil o quinto maior país em extensão territorial, com 8.547.403 km², estando atrás de países como Rússia, Canadá, Estados Unidos e China, sendo assim um país com dimensões continentais (IBGE, 2019). Ademais, o país é um grande foco de diversidade de fauna e flora. O território nacional é dividido em seis biomas ou domínios fitogeográficos, cada qual com suas características, são eles: Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. A Caatinga é o único domínio que ocorre totalmente em território brasileiro, outro domínio quase que exclusivamente brasileiro, é a Mata Atlântica que apresenta 95% de sua extensão no Brasil (Veloso *et al.*, 1991; Stehmann *et al.*, 2009). Em cada um destes domínios, observam-se uma grande variedade de habitat, microhabitat, fitofisionomias e tipos de vegetação (Forzza *et al.*, 2010). Isso torna o Brasil o primeiro país dentre os 17 países megadiversos do mundo, com 63.456 espécies de plantas e 73.956 espécies de fungos, o que representa 15% e 17% da diversidade mundial (Lewinsohn & Prado, 2005; Giam *et al.*, 2010).

O maior domínio fitogeográfico é a Amazônia ocupando cerca de 49,29% ou 4.196.943 km² do território brasileiro. Abrange totalmente os Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e parcialmente os Estados do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins. Com relevo de planícies (baixas altitudes), depressões (baixas colinas) e planaltos (superfícies elevadas) com maior pico de elevação sendo de 3.015 metros acima do nível do mar (Nogueira, 2002). Estima-se que a Amazônia abrigue cerca de 10% de espécies do mundo (Silva & Garda, 2011).

Cerrado é o segundo maior domínio fitogeográfico brasileiro, com 23,92% ou 2.036.448 km² do território. Abrange os estados da Bahia, Goiás, Maranhão, Mato Grosso,

Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí, Rondônia, São Paulo, Tocantins e Distrito Federal com encaves no Amapá, Amazonas e Roraima. Com um relevo podendo ser planaltos, depressões e planícies, a elevação do solo varia entre 50 a 2070 metros acima do nível do mar. A fitofisionomia do Cerrado é uma extensa formação savânica, interceptada por matas ciliares ao longo dos rios, nos fundos de vale. (IBGE, 2019).

O terceiro maior domínio fitogeográfico brasileiro é a Mata Atlântica, estendendo-se por 13,04% ou 1.110.182 km² do território nacional. É o domínio que abrange a maior quantidade de estados, ocorrendo principalmente ao longo da costa litorânea percorrendo Alagoas, Bahia, Ceará, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Norte, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Sergipe. Vale destacar que os estados do Espírito Santo, Rio de Janeiro e Santa Catarina são constituídos por 100% de Mata Atlântica (IBGE, 2019). O relevo deste domínio é o mais descaracterizado, sendo palco dos primeiros e principais eventos de colonização e início do desenvolvimento no país. Com altitude entre 50 a 2892 metros acima do nível do mar (Pereira, 2009; Galindo-Leal *et al.*, 2003). Sua fitofisionomia, de acordo com resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), é composta por floresta ombrófila densa, floresta ombrófila aberta, floresta ombrófila mista, floresta estacional decidual e semidecidual, campos de altitude, mangues e restingas (Veloso *et al.*, 1991).

O Cerrado junto com a Mata Atlântica são considerados *hotspots*, áreas de conservação por conter elevadas taxas de biodiversidade e endemismo. Ademais, esses biomas sofrem com o avanço do desmatamento e degradação do solo, além da dispersão de espécies exóticas. (Klink & Machado, 2005).

3.2 Amostragem: Todas as amostras do gênero *Jungermannia* depositadas no Herbário SP - “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo”, serviram para as análises morfológicas e comparativas, assim como as análises dos esporos feitas com microscopia eletrônica de varredura.

Ao total, analisamos 231 amostras. Além destas, solicitamos empréstimo de herbários nacionais e internacionais, dando ênfase para materiais tipo. Porém, devido a complicações provenientes do cenário de pandemia de COVID-19, os empréstimos internacionais não foram realizados. Recebemos alguns empréstimos de herbários nacionais, mas estes já integravam a coleção SP através de duplicatas.

Para análise dos materiais tipo, nesta pesquisa foi utilizada a plataforma online “JSTOR Global Plants”, que disponibiliza coleções botânicas de diversos herbários e, as ilustrações e descrições de Váña (1974).

O Herbário SP possui duplicatas de outros herbários nacionais, sendo eles: ICN, INPA, MG, NX, R, RB, UCS e VIES.

3.3 Tratamento das amostras: Para a análise morfológica, selecionamos importantes características para diferenciação das espécies com auxílio de chaves de identificação, descrições e alguns comentários presentes na literatura. Algumas das principais características utilizadas foram: hábito; características dos rizóides e caulídio; forma e ornamentação das células dos filídios; simetria; ausência ou presença e tamanho de trígonos e análise da parte reprodutiva feminina como formato do perianto. Todas as etapas e equipamentos para a análise morfológica foram realizadas no Instituto de Pesquisas Ambientais de São Paulo (IPA). Utilizamos softwares para tratamento de imagem (CombineZ e Adobe Photoshop), organização dos caracteres para confecção da chave de identificação (Xper3) e para confecção de mapas de distribuição (Diva-Gis).

Para realizar a caracterização dos esporos, selecionamos materiais herborizados com no máximo cinco anos que contenham o esporófito e, duas amostras de cada espécie. A partir destes materiais, retiramos o perianto que continha a cápsula madura e cheia, fixados em stubs de metal os esporos livres ou aderidos aos pedaços da cápsula ou perianto. Esta primeira etapa foi realizada no IPA, as demais etapas como metalização, análise e registro fotográfico no microscópio eletrônico de varredura do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP).

4. Resultados

Os resultados deste trabalho estão apresentados no Capítulo 1 intitulado “O gênero de hepáticas *Jungermannia* L. (Jungermanniaceae, Marchantiophyta) no Brasil”.

4.

**O gênero de hepáticas *Jungermannia* L. (Jungermanniaceae,
Marchantiophyta) no Brasil**

Juliana Leandro da Silva^{1*} & Denilson Fernandes Peralta¹

RESUMO: *Jungermannia* é considerado um gênero desafiador, com muitas lacunas na descrição de suas espécies. As hepáticas folhosas foram por Linnaeus alocadas dentro do gênero *Jungermannia*, a separação dos táxons segue até os dias atuais. A revisão das amostras de *Jungermannia* que ocorrem no Brasil, trouxe caracteres importantes para a identificação e separação das espécies, tais como: ornamentação e inserção dos filídios ao caulídio, formato das células do filídio e variações na forma e tamanho dos periantos. O gênero *Jungermannia* possui poucos trabalhos com ênfase no estudo dos esporos. A carência se estende para estudos taxonômicos recentes. Os estudos realizados com esporos são importantes para definir morfologicamente alguns táxons. Tal estudo é muito empregado para briófitas, principalmente hepáticas. Estão sendo apresentados chave de identificação, descrição diagnóstica, ilustrações, comentários taxonômicos, distribuição geográfica e micrografias feitas com microscópio óptico e microscópio eletrônico de varredura e descrição das principais estruturas presentes nos esporos para *Jungermannia amoena*, *Jungermannia callithrix*, *Jungermannia crassula*, *Jungermannia crenuliformis*, *Jungermannia decolor*, *Jungermannia hyalina* e *Solenostoma sphaerocarpum*.

Palavras-chave: *Jungermannia*, Jungermanniaceae, revisão taxonômica, esporos.

ABSTRACT: *Jungermannia* is considered a challenging genus, with many gaps in species description. The leafy liverworts were placed by Linnaeus within the genus *Jungermannia*, separation of taxa continues until current days. The review of *Jungermannia* samples that occur in Brazil brought important characteristics for the identification and separation of species: ornamentation and insertion of leaves to the stem, leaf cells form and perianths variations in shape and size. The *Jungermannia* genus has few works with emphasis on the study of spores. The lack of recent studies extends to taxonomic analysis as well. Studies with spores are important to morphologically define some taxa. The following are being presented an identification key, diagnostic description, illustrations, taxonomic comments, geographic distribution and micrographs made with an optical microscope and scanning electron microscope, as well as a description of the main structures present in the spores to *Jungermannia amoena*, *Jungermannia callithrix*, *Jungermannia crassula*, *Jungermannia crenuliformis*, *Jungermannia decolor*, *Jungermannia hyalina* and *Solenostoma sphaerocarpum*.

Key words: *Jungermannia*, Jungermanniaceae, taxonomy review, spores.

INTRODUÇÃO

Marchantiophyta é a divisão que contempla as hepáticas. É a segunda maior divisão das briófitas, com 8.199 espécies no mundo, ficando atrás de Bryophyta (musgos) que correspondem às plantas com maior número de espécies, cerca de 13.285 no mundo, e complexidade morfológica (Crandall-Stotler *et al.*, 2000; GBIF, 2023). As hepáticas se separam em dois grupos morfológicamente distintos, as hepáticas folhosas e as talosas. Ambas apresentam ampla ocorrência e demonstram preferência por locais úmidos e sombreados, porém, alguns táxons se encontram em locais parcial ou totalmente submersos (Gradstein *et al.*, 2001). No Brasil, os números de hepáticas folhosas são 991 gêneros e 514 espécies (102 espécies endêmicas). Já as hepáticas talosas são classificadas em 26 gêneros e 110 espécies (19 espécies endêmicas). *Jungermannia* é um gênero de hepáticas folhosas, com ampla distribuição mundial, contando com 204 espécies, ocorrendo em locais temperados e nos trópicos (Flora e Funga do Brasil, 2023; Söderström, 2016; GBIF, 2023). Ademais, observa-se que a maioria das espécies de *Jungermannia* ocorrem na Europa e Ásia, portanto os trabalhos se concentram nestes dois continentes.

O nome para o gênero foi dado em homenagem ao botânico alemão Louis Jungermann (1572-1652). Historicamente, as hepáticas folhosas foram descritas por Linnaeus como pertencentes ao gênero *Jungermannia*. Tal status taxonômico perdurou até o século XIX e podemos encontrar este gênero como basônimo de diversas espécies. Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos ao longo dos anos a fim de resolver a atual classificação do gênero. Mas, é possível ainda encontrar espécies morfológicamente muito diferentes atribuídas a *Jungermannia* (Hooker *et al.*, 1816; Söderström, 2016).

O primeiro trabalho para o gênero, após a classificação de Linnaeus, foi realizado por Withering em 1796, onde foram descritas algumas espécies coletadas em solo britânico. Hooker *et al.*, em 1816 realizou um estudo com espécies também britânicas, dentre elas, *Jungermannia hyalina* Lyell. Hooker (1816) produziu uma descrição mais detalhada das espécies e, elaborou pela primeira vez, ilustrações com mais detalhes das plantas analisadas.

Outros estudos iniciais posteriores ao trabalho de Hooker (1816), apresentam descrições diagnósticas e sem ilustrações, o que dificulta a diferenciação das espécies, sendo necessário a revisão dos materiais usados, ou seja os materiais tipo. Nas pesquisas desenvolvidas publicadas anos seguintes foram tratadas pela primeira vez algumas das espécies amplamente distribuídas no mundo. Ness e Montagne (1836) com a então nova espécie *J. crassula*; Lindenberg & Gottsche (1844) descrevendo duas novas espécies *J.*

amoena e *J. callithrix*; Austin (1872) relatando as descobertas de *J. crenuliformis* e Schiffner (1890) e *J. decolor*.

O gênero segue nos anos posteriores, sendo estudado e, informações de novas espécies são divulgadas, assim como dados sobre distribuição e preferências ecológicas. Assim, sabe-se que as briófitas tendem a "evitar" ambientes marinhos (Schuster, 1969). Schuster (1969), ainda nos mostra que, os táxons da ordem Jungermanniales são incapazes de tolerar água salgada e, em sua grande maioria, não ocorrem em regiões costeiras até onde a influência salina consiga atingir.

Os estudos taxonômicos são de extrema importância. Para tanto, deve-se destacar dois pesquisadores cuja contribuições são utilizadas até os dias atuais para identificação dos espécimes; Amakawa (1917-2002) que descreveu diversas espécies de *Jungermannia* com ocorrência na Ásia, mais especificamente no Japão; e Vána (1940-2018) que trabalhou com espécies de ampla ocorrência, e relatou informações ecológicas dos espécimes por ele analisados.

Dessa maneira utilizamos principalmente as publicações de Vána produzidas em 1973 e 1974 para identificação das amostras de *Jungermannia*, principalmente pela descrição mais detalhada e a presença de ilustrações realizadas na maioria das vezes sob o espécime tipo. A diferenciação das espécies de *Jungermannia* é trabalhosa, pois morfologicamente são muito semelhantes. Existem também características que se sobrepõem entre os gêneros *Jamesoniella*, *Isotachis*, *Solenostoma* e *Jungermannia* e são encontrados diversos espécimes em herbário identificados erroneamente. Esta dificuldade é atribuída pela falta de uma literatura atualizada com os recursos necessários para realizar a distinção entre elas.

Apesar de sabermos que a diferença entre estes gêneros é a análise da parte reprodutiva, mais especificamente do perianto (Vána, 1973; Bueno 1984). Análises moleculares são uma excelente ferramenta para resolução de conflitos entre os táxons. Em relação ao estudo do gênero, percebe-se que foram realizados poucos estudos moleculares, mas os que temos disponíveis contemplam espécies que ocorrem na América do Norte, Europa e Ásia. Apesar de uma quantidade limitada, estes trabalhos foram suficientes para separar mais alguns táxons que não pertencem à *Jungermannia*. Estes estudos envolveram 16 espécies: *Jungermannia afoninae*, *J. atrovirens*, *J. borealis*, *J. calcicola*, *J. callithrix*, *J. eucordifolia*, *J. exsertifolia*, *J. infusca*, *J. konstantinovae*, *J. leiantha*, *J. ovato-trigona*, *J. polaris*, *J. pumila*, *J. subelliptica* e *J. torticalyx*. As sequências dos marcadores (rps4 e/ou trnL-trnF-trnG) para cada uma delas estão disponíveis na plataforma online “GenBank” (2023).

Jungermannia é conhecida por uma coloração verde clara, amarelada ou raramente avermelhada e são plantas dioicas. Os filídios são inteiros e orbiculares, às vezes ficam mais espalhados ou muito imbricados (sobrepostos) e, aparentam estar abraçando o caulídio, a disposição é sempre alterna, livres e suas bases não se conectam. Os rizóides podem ser hialinos ou de coloração escura em tom marrom. Elas não possuem anfigastros e os periantos e anterídios são sempre terminais. As plantas são extremamente frágeis e pequenas variando de 0,6 a 4 mm e, majoritariamente, encontram-se em locais de formação de florestas ou em localidades urbanizadas com altitudes variando entre 800 e 4000 metros. Além disso, estas espécies são terrícolas ou rupícolas e percebe-se que preferem locais úmidos e sombreados. (Gradstein & Costa, 2003; Váňa, 1973, 1974).

O gênero *Jungermannia* encontra-se na família Jungermanniaceae, sendo esta polifilética (Heinrichs *et. al.*, 2005; Hentschel *et. al.*, 2007; De Roo *et. al.*, 2007). Após o sistema de classificação proposto por Soderstrom *et al.* em (2016), a família foi organizada em três subfamílias e seis gêneros: subfamília Delavayelloideae Grolle incluindo os gêneros *Delavayella* Steph. e *Liochlaena* Nees; subfamília Jungermannioidea Dumort abrangendo os gêneros *Eremonotus* Lindb. et Kaal. ex Pearson e *Jungermannia* L. e a subfamília Mesoptychioideae R.M.Schuster incluindo os gêneros *Mesoptychia* (Lindb.) A.Evans e *Rivulariella* D.H.Wagner. A espécie tipo para *Jungermannia* é *J. lanceolata* L. sendo o novo nome aceito para esta espécie *J. atrovirens* Dumort.

Para as divisões de briófitas (Bryophyta, Marchantiophyta e Anthocerotophyta), as características dos esporos são usadas como critérios para estudos sistemáticos e evolutivos (Heckman, 1970; Luiz-Ponzo & Melhem, 2006). A utilização da microscopia eletrônica de varredura (MEV), tornou-se uma ferramenta útil para a análise de partes específicas das plantas.

Atualmente, são conhecidas 36 espécies que ocorrem no continente americano. A grande maioria está localizada na América do Norte com 23 espécies e 13 nomes para a América do Sul.

Para o Brasil existem poucos trabalhos com o *Jungermannia* e nota-se que, em sua maioria, as espécies do gênero são apresentadas em levantamentos florísticos. A última vez que as espécies de *Jungermannia* foram estudadas no Brasil, foi em 2003 por Gradstein & Costa, onde apresentaram a descrição de algumas espécies. Em um contexto geral, não há muitos estudos focados sobre a morfologia dos esporos em briófitas (Luiz-Ponzo, 1995). As espécies de *Jungermannia* L. que ocorrem no Brasil nunca obtiveram tal tratamento.

Ono (1966) e Heckman (1970) desenvolveram trabalhos abordando os esporos da ordem Jungermanniales. Para os táxons desta ordem, os esporos foram descritos segundo de acordo com suas cicatrizes, ornamentação e tamanho. Porém Ono e Heckman não incluíram espécies de *Jungermannia*.

Os estudos com *Jungermannia* L. se concentram na Europa e na Ásia. Ademais, algumas características dos esporos foram descritas em dois trabalhos como estabelecendo um padrão para gênero, que incluíam: uma morfologia uniforme, esporos pequenos entre 15 e 19 µm com paredes finas, marrom, delicados com exina mal esculpida com dobramentos irregulares e ornamentação vermiculada (Sahu, 2014; Bhowmik, 2016). Os demais trabalhos, que incluem características dos esporos, apresentavam poucos dados como coloração e tamanho.

A investigação realizada neste trabalho objetiva realizar um estudo taxonômico e as características dos esporos das espécies do gênero *Jungermannia* L. que ocorrem no Brasil. Para tanto, levantamos traços morfológicos que possam indicar semelhanças e/ou diferenças entre as espécies, com auxílio da análises dos esporos em microscópio óptico e microscopia eletrônica de varredura.

MATERIAL E MÉTODOS

Todas as amostras analisadas estão depositadas no Herbário SP - “Maria Eneyda P. Kauffmann Fidalgo” e foram tratadas utilizando equipamentos como lupa e microscópio óptico (Olympus BX41) presentes no laboratório do Núcleo de Pesquisa em Briologia Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) para observar as características macro e microscópicas. Para cada exsicata analisada foi confeccionada uma lâmina semi-permanente com cortes e partes das plantas para facilitar os estudos morfológicos.

Utilizamos lâminas fixadas com gelatina glicerina de Kisser, que preserva as estruturas do gametófito e, quando presente, do esporófito. Quando necessário, utilizamos o Hoyer para eliminar todo o conteúdo celular e deixar preservadas as paredes celulares. Após a separação dos caracteres morfológicos importantes observados nas análises e presentes na literatura, utilizamos a ferramenta online Xper3 para agrupar as características e elaboração da chave de identificação.

Para observação geral dos esporos, selecionamos amostras que continham o maior número de periantos com esporos maduros. Duas formas de análises foram empregadas: microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Confeccionamos

lâminas com perianto, cápsula e esporos fixados em gelatina glicerizada (Kisser, 1935). Os esporos foram analisados sob microscópio óptico Olympus BX 41. Para a microscopia eletrônica de varredura, fixamos os esporos maduros em stubs de metal com fita adesiva dupla face, os esporos foram metalizados utilizando Kressington Sputter Coater (208HR) e a captura das imagens foi realizada pelo microscópio JEOL (JSM-7401F), na Central Analítica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (USP).

Confeccionamos ilustrações, com fotografias das partes taxonômicas importantes tiradas através de câmera acoplada no microscópio óptico, as fotos foram realizadas em planos de foco diferentes. O primeiro tratamento das imagens foi para agrupar todos os focos através do programa CombineZ, que nos deu imagens nítidas. Além deste tratamento de imagem as pranchas foram montadas utilizando o programa Adobe Photoshop, cada prancha contém informações como nome e número do coletor, herbário e legenda com as informações contidas na prancha. As análises dos materiais tipo das espécies, foram feitas através do site “JSTOR Global Plants” (2023). Para o mapa de distribuição das espécies no Brasil, utilizamos o programa DIVA-GIS, com as coordenadas geográficas presentes nas exsicatas. A literatura utilizada para a descrição dos esporos foi Boros (1993), Punt *et al.* (1994, 2007) e Bhowmik (2016).

RESULTADOS

Ao total, analisamos 231 amostras, sendo 179 de *Jungermannia*, tanto as que ocorrem no Brasil (150 amostras) e de outros países para comparação (29 amostras). Dentre estas 231 amostras no total, 47 amostras verificamos ser de outros gêneros e famílias de hepáticas e 10 amostras que pertencem a *Solenostoma sphaerocarpum* (Solenostomaceae). Decidimos manter no tratamento taxonômico as amostras de *S. sphaerocarpum* pois ela é comumente identificada como *Jungermannia sphaerocarpa* quando se segue a literatura. Morfologicamente, *Solenostoma* e *Jungermannia* são extremamente parecidas. O que as difere, de fato, é a estrutura reprodutiva feminina (Vana, 1973). A mudança para o gênero *Solenostoma* veio através das análises de Shaw *et al.* (2015) com inferências morfológicas e moleculares.

Nas nossas análises, identificamos seis espécies em território brasileiro. Interessante destacar que *Jungermannia callithrix* nunca havia sido citada como ocorrência no Brasil, esta espécie havia apenas sido citada como endêmica para o México até 1974 (Lindenberg & Gottsche, 1844; Váña, 1974; Trópicos, 2023; GBIF, 2023).

Após as análises de todas as amostras, com auxílio de literatura e sites botânicos, observamos seis nomes citados para o Brasil: *J. amoena* Lindenberg & Gottsche; *J. callithrix* Lindenberg & Gottsche; *J. crassula* Ness & Montagne; *J. crenuliformis* Austin; *J. decolor* Schiffner e *J. hyalina* Lyell. Os principais caracteres morfológicos para separar as espécies são: o formato dos filídios e simetria, formato das células da lâmina, formato e tamanho do perianto e brácteas ginoeciais.

Nos esporos das espécies analisadas, identificamos estruturas como perina, exina e intina. Todas as espécies apresentaram perina e intina com paredes finas sem diferenciação de ornamentação. Exina pode apresentar uma má formação com dobramentos, apresenta uma variação na espessura, sendo mais fina ou levemente espessa, onde um único esporo pode obter as duas espessuras da exina. Observamos que a perina, em todas as amostras está intimamente conectada com a exina e em alguns casos, as duas camadas podem ser confundidas com uma camada única. Tais características são visíveis quando observadas em MO. Para todas as espécies a coloração marrom é padrão. A análise de MEV mostra a ornamentação uniforme dos esporos, com pilos distribuídos que não se diferenciam em nenhuma das espécies. Os diâmetros dos esporos possuem uma variação entre 10 a 14 µm.

Tanto em microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, observamos que os esporos de *Jungermannia* não apresentam diferenciação em pólos proximais, distais, equatorial e polar. Os esporos aparentam ter um formato diferente quando se analisa as fotografias provenientes do MEV. Isso acontece pois, ao passarem pelo feixe de elétrons da microscopia eletrônica de varredura, esses esporos perdem umidade e são desidratados, o que configura essa aparência diferente, amassada ou deformada.

TRATAMENTO MORFOLÓGICO

Chave de identificação para as espécies de *Jungermannia* L.

- 1 Brácteas ginoeciais menores que o perianto - **2**
 - 2 Ápice dos ramos com filídios espalhados (distantes entre si) - ***J. hyalina***
 - 2 Ápice dos ramos com filídios levemente ou fortemente imbricados - **3**
 - 3 Células do filídio isodiamétricas e paredes celulares regularmente espessadas - ***J. amoena***
 - 3 Células do filídio estreladas e paredes celulares com trígonos evidentes - ***J. crenuliformis***
- 1 Brácteas ginoeciais quase do mesmo tamanho ou raramente maiores que o perianto - **4**

4 Brácteas ginoeciais intimamente conectadas ao perianto, imbricadas; perianto alongado - *J. decolor*

4 Brácteas ginoeciais livres, não conectadas ao perianto; perianto obovóide - 5

5 Filídio composto por uma camada de células por todo o filídio - *J. callithrix*

5 Filídio com camada dupla de células na base ou meio do filídio - *J. crassula*

1. *Jungermannia amoena* Lindenberg & Gottsche., Syn. Hepatic. 674. 1847. *Solenostoma amoenum* (Lindenberg & Gottsche) R.M. Schust. ex Váña et al., Cryptogamie, Bryol. 31(2): 136. 2010. Tipo: [México] Talea. Liebman s.n. (tipo não designado).

Figura 1, 9 e 10.

Descrição: Planta pequena de 4 mm de comprimento. Filídio com margem bem delineada e células alongadas e coloração alaranjada ou rosada, filídio orbicular mais largo do que longo, 1,3 mm de largura e 1 mm de comprimento, simétrico, inserção reta, células do filídio isodiamétricas com trígono de tamanho ligeiramente médio. Caulídio ascendente, ramificado de coloração mais escura, secção transversal do caulídio com células da epiderme ligeiramente espessas. Perianto geralmente curto e reto, ou com uma leve variação mais alongada, quase tubuliforme, células da margem do perianto rosadas. Brácteas ginoeciais menores que o perianto. Cápsula esférica. Anterídio não analisado.

Comentários: Ao analisar todas as amostras, percebemos dois padrões quanto aos filídios. No primeiro padrão, os filídios que estão mais próximos do ápice do caulídio são mais imbricados, quase sobrepostos e possuem uma aparência de “copo” (Austin, 1872). No segundo padrão, algumas amostras mostram os filídios menores, mais distantes um dos outros na porção média e basal do caulídio, os filídios no ápice do caulídio começam a ficar ligeiramente mais próximos entre si e imbricados, nesta condição os filídios são menores que o outro padrão observado, acreditamos ser então, amostras mais jovens desta espécie. Nos dois padrões, os filídios novos que começam a crescer no ápice do caulídio, são unidos e pequenos, ao analisar as plantas enquanto secas, é possível confundir esta junção dos filídios com pequenos periantos. Alguns periantos podem ser encontrados com o ápice rosado. Morfologicamente é muito semelhante a *Jungermannia crassula*, com exceção da dupla camada de células presentes nos filídios de *J. crassula*. Na literatura é citada que esta espécie

possui estolões (Gottsche & Lindenberg, 1844), mas não observamos esta característica nas amostras que analisamos.

Distribuição geográfica e preferências ecológicas: Presente no México (espécie tipo) e Brasil (Gradstein & Costa, 2001, Schiffner & Arnell, 1964). Concordamos com Gradstein & Costa (2001) quanto ao fato de *Jungermannia amoena* ser a espécie mais comum do gênero no Brasil. Em nossas análises, 65 amostras foram estudadas. São plantas terrícolas ou rupícolas, mas nas amostras analisadas encontramos também corticícolas. Todas as amostras foram coletadas em ambiente sombreado e úmido, muitas vezes à margem de riachos e cachoeiras. Os domínios fitogeográficos onde é mais encontrada é a Mata Atlântica e Cerrado. Quanto à altitude, apenas duas amostras apresentaram altitude inferior a 500m, todas as demais ficaram entre 500m e 2400m de altitude.

Material examinado: BRASIL. **Espírito Santo**, Castelo, s.d, *Valente, D.V.* 519 (UB); **Goiás**, Alto Paraíso de Goiás, 12-2-2011, *Peralta, D.F.* 12116 (SP); **Mato Grosso**, Corguinho, 23-4-2011, *Yano, O.* 33039 (SP); Nova Xavantina, s.d, *Carrijo, J.N.* 374 (SP); idem 01-09-2000, *Barros, I.* 3 (SJRP); idem, 18-6-2006, *Nogueira, L.* s.n (SP); **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 11-7-2009, *Bordin, J.* 1644 (SP); Catas Altas, 30-5-2008, *Peralta, D.F.* 6533 (SP); idem, 1-6-2008, *Peralta, D.F.* 6713 (SP407375); idem, 2-6-2008, *Peralta, D.F.* 6811 (SP); idem, 18-7-2016, *Peralta, D.F.* 18893 (SP); idem, 18-7-2016, *Amélio, L.A.* 206 (SP); idem, 25-3-2017, *Peralta, D.F.* 20563 (SP); Itamonte, 25-11-1993, *Yano, O.* 21409 (SP); idem, 27-4-2009, *Yano, O.* 31592 (SP); idem, 10-6-2015, *Peralta, D.F.* 17250 (SP); Monte Verde, 14-1-2006, *Peralta, D.F.* 3510 (SP); Nova Lima, 27-7-2010, *Peralta, D.F.* 11814 (SP); São Roque de Minas, 17-7-2013, *Carmo, D.M.* 1291 (SP462257); 17-7-2014, *Peralta, D.F.* 15599, 15655 (SP); idem, 17-7-2014, *Carmo, D.M.* 1046, 1053, 1056 (SP); **Paraná**, Antonina, 5-7-1991, *Kuniyoshi, Y.S.* s.n (SP); Jaguariaíva, 29-3-2013, *Peralta, D.F.* 13249 (SP); Morretes, 25-7-2014, *Peralta, D.F.* 16421, 16457 (SP); idem, 17-6-2015, *Peralta, D.F.* 17808 (SP); **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 3-4-1966, *Vital, D.M.* 872 (SP); Parati, 20-12-1977, *Vital, D.M.* 7783 (SP), idem, 20-8-1987, *Vital, D.M.* 15360, 15361 (SP); idem, 9-6-2015, *Peralta, D.F.* 17017 (SP); Teresópolis, 19-1-2022, *Peralta, D.F.* 27557 (SP); **Rio Grande do Sul**, Canelas, 10-4-1971, *Lorscheiter, M.L.* s.n (UFRGS); Caxias do Sul, 15-4-2010, *Peralta, D.F.* 10666, 10671 (SP); Gramado, 10-4-1971, *Lorscheitter, M.L.* s.n. (UFRGS); **Santa Catarina**, Urubici, 11-3-2009, *Peralta, D.F.* 7893,7948 (SP); **São Paulo**, Boracéia, 10-12-2008, *Bordin, J.* s.n. (SP); Cunha, 15-3-2018, *Peralta, D.F.* 23039 (SP); Campos do

Jordão, 7-12-1965, *Vital, D.M.* 502 (SP); idem, 06-09-1991, *Yano, O.* 15673 (SP240860); idem, 6-5-2012, *Peralta, D.F.* 12499 (SP); Cunha, 21-6-2006, *Peralta, D.F.* 3697 (SP); idem, 15-3-2018, *Peralta, D.F.* 23039 (SP); Ilha de São Sebastião, 27-7-1986, *Schäfer Verwimp, A.* 7353 (SP); Mogi das Cruzes, 28-6-1986, *Schäfer Verwimp, A.* 7176 (SP); idem, 2-11-2008, *Peralta, D.F.* 7501 (SP); Paranapiacaba, 21-6-1986, *Schäfer Verwimp, A.* 7127 (SP); Piquete, 16-11-2000, *Yano, O.* 324925 (SP324925); idem, 23-09-2006, *Yano, O.* 28862 (SP); idem, 27-7-2007, *Peralta, D.F.* 4221 (SP); Salesópolis, 21-3-1991, *Vital, D.M.* s.n (SP); Santos, s.d, *Visnadi, S.R.* 5757 (SP); São Luiz do Paraitinga, 17-4-2013, *Peralta, D.F.* 13784 (SP); São Paulo, 24-8-1986, *Schäfer Verwimp, A.* 7537 (SP); Ubatuba, 18-8-1987, *Vital, D.M.* 15191 (SP).

2. *Jungermannia callithrix* Lindenberg & Gottsche., Syn. Hepat. 673. 1847. *Plectocolea callithrix* (Lindenb. & Gottsche) Bakalin, Arctoa 23: 99, 2014. *Alicularia callithrix* (Lindenb. & Gottsche) Herzog., Hedwigia 74(2): 82. 1934. *Eucalix callithrix* (Lindenb. & Gottsche) Pearson., Ann. Bryologici 4: 112. 1931. *Nardia callithrix* (Lindenb. & Gottsche) Spruce., Trans. Proc. Bot. Soc. Edinburgh 15: 520. 1885. *Solenostoma callithrix* (Lindenb. & Gottsche) Stephani., Bull. l'Herbier Boiss., sér. 2, 1: 486. 1901. Tipo: [México] Veracruz-Llave, Huatusco. Liebmann, F.M. s.n. (isotipo MEL [bc. MEL47849, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mel47849>]).

Figura 2, 9 e 10.

Descrição: Planta pequena 3,5 mm de comprimento. Margem do filídio bem definida com células mais alongadas (verticalmente ou horizontalmente) do que as demais, filídios orbiculares, mais largo do que longo, 1,3 mm de largura e 1,2 mm de comprimento, simétricos, com inserção reta ao caulídio, células do meio do filídio levemente estreladas com trígonos pequenos, filídios quase sobrepostos mais próximos do ápice do caulídio. Caulídio simples, muito frágeis. Rizóides numerosos de coloração clara. Perianto curto e reto quase imerso nas brácteas gineceais. Anterídio não analisado.

Comentários: Muito semelhante morfológicamente a *J. infusca* (Mitt.) Steph. (endêmica do leste Asiático), *J. micrantha* (Mitt.) Steph. (Havaí, Samoa), *J. polyrhizoides* Grolle (Himalaia), *J. renauldii* Steph. (endêmica do Madagascar) e *J. wattiana* Steph. (Queensland, New South Wales na Austrália). Lindenberg & Gottsche. (1847) sugeriu sinonimizar *J.*

callithrix com *J. hyalina*, mas Vânia (1999) determinou que a diferença entre as duas espécies se dá pelo tamanho, formato do perianto e formato dos filídios. Pudemos observar também, uma coloração diferente nos filídios. Na porção basal do caulídio em *J. callithrix* possui coloração arroxeada, o que difere de *J. hyalina* com coloração mais escura, marrom.

Distribuição geográfica e preferências ecológicas: Foi endêmica do México (Lindenberg & Gottsche., 1847) até 1974. Novos registros apareceram na América do Sul: Chile, Equador, Venezuela, Colômbia, República Dominicana, Porto Rico, Jamaica, Cuba e Guatemala. Em 1999, dois novos registros em dois arquipélagos em Portugal, Açores e Madeira . Os novos registros, desde a descrição original, foram feitos por Vânia (1974, 1999). Até o momento, não havia nenhum registro de ocorrência para o Brasil. Nosso estudo aponta que *J. callithrix* tem ocorrência em locais de Cerrado e Mata Atlântica, são terrícolas e sempre perto de corpos d'água. Encontradas em locais de altitude, entre 849m a 2400m.

Material examinado: BRASIL. **Espírito Santo**, Domingos Martins, 2-10-2016, *Peralta, D.F. 19493* (SP); **Goiás**, Chapadão do Céu, 12-1-2022, *Peralta D.F. 27320* (SP); **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 21-4-2016, *Peralta, D.F. 17989* (SP); idem, 22-4-2016, *Peralta.D.F. 18205* (SP); idem, 23-4-2016, *Peralta, D.F. 18233* (SP); Itamonte, 22-5-1988, *Vital, D.M. 15939, 15970* (SP), idem, 10-6-2015, *Peralta, D.F. 17198* (SP); **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 9-6-2015, *Peralta, D.F. 17109* (SP); Teresópolis, 21-3-2017, *Peralta, D.F. 20442* (SP); idem, 19-1-22, *Peralta D.F. 27545* (SP); idem, 20-1-2022, *Peralta, D.F. s.n.* (SP); **São Paulo**, Icém, 20-7-1971, *Vital, D.M. 1823* (SP); Piquete, 27-1-2007, *Peralta, D.F. 4241* (SP).

3. *Jungermannia crassula* Ness & Mont., Ann. Sci. Naturelles, Bot., sér. 2, 5: 54. 1836. *Solenostoma crassulum* (Ness & Mont.) Steph., Bull. l'Herbier Boiss., sér. 2, 1: 497. 1901. *Alicularia crassula* (Ness & Mont.) Steph., Bih. Kongl. Svenska Vet.-Akad. Handl. 26, Afd. 3(6): 22. 1900. Tipo: [Chile] [Não tem nome de coletor nem local específico, nem ano] (holotipo STR, isotipos JE (bc.JE04002170, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.je04002170>; bc.JE04002135, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.je04002135>), P (bc.PC0103840, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.pc0103840>)).

Figura 3, 9 e 10.

Descrição: Planta pequena e muito frágil 2 mm de comprimento. Margem do filídio bem delineada, filídios orbiculares mais largo do que longo, 1 mm de largura e 0,7 mm de comprimento, simétricos, côncavos, inserção reta ao caulídio, células isodiamétricas com triângulos médios, dupla camada de células do filídio observada na base do filídio e/ou meio do filídio, filídios no ápice do caulídio até a porção média fortemente imbricados, sobrepostos. Grande quantidade de rizóides de coloração clara ou levemente marrom. Perianto curto e reto quase imerso nas brácteas gineceais. Anterídio não analisado.

Comentários: Morfologicamente muito parecido com *Jungermannia crenulata* (Sm) Schmidel (Estados Unidos, Canadá, Suécia, França, Itália e Alemanha), a diferença é encontrada no perianto de *J. crenulata* que é maior e tubuliforme (Nees & Esenbeck, 1836).

Distribuição geográfica preferências ecológicas: Presente na Argentina, Chile (espécie tipo) e Brasil (Fulford, 1963; Flora e Funga do Brasil, 2023). É encontrada no domínio fitogeográfico. Mata Atlântica. Em locais úmidos, ou na margem de riachos e cachoeiras. Rupícolas ou terrícolas, sendo encontrada também em solo argiloso. A altitude mínima onde são encontradas é 800m e a máxima de 2700m.

Material examinado: BRASIL, Goiás, Goiás, 14-1-2022, *Peralta, D.F. 27403* (SP); Minas Gerais, Alto Caparaó, 29-3-2017, *Peralta D.F. 20599* (SP); Catas Altas, 20-7-2016, *Peralta D.F. 191210* (SP); idem 24-3-2017, *Peralta, D.F. 20527* (SP); Caparaó Novo, 15-9-1984, *Vital, D.M. 11666* (NY); Itamonte, 25-11-1993, *Yano, O. 21488* (SP), idem, 9-6-2015, *Peralta, D.F. 16989* (SP); Monte Verde, 14-1-2006, *Peralta, D.F. 3483* (SP); Paraná, Jaguaraíva, 15-3-1976, *Vital, D.M. 5829* (SP); Rio de Janeiro, Itatiaia, 5-7-1991, *Vital, D.M. s.n* (SP); Resende, 23-11-1993, *Yano, O. 21309* (SP); Rio Grande do Sul, Vacaria, 5-12-1971, *Vianna, E.C. 2335* (SP); São Paulo, Campos do Jordão, 3-10-2017, *Carmo, D.M. 1762* (SP); idem, 4-10-2017, *Carmo, D.M. 1778* (SP); idem 5-10-2017, *Peralta, D.F. 22095, 22084* (SP); Mogi das Cruzes, 1-2-2008, *Peralta, D.F. s.n* (SP); idem, 2-11-2008, *Peralta, D.F. 7501* (SP); Piquete, 23-9-2006, *Peralta, D.F. 4089* (SP); São Luiz do Paraitinga, 7-9-2009, *Peralta, D.F. 9398* (SP).

4. *Jungermannia crenuliformis* Austin, Bull. Torrey Bot. Club 3(3): 10-11. 1872. *Solenostoma creniliforme* (Austin) Steph., Bull. l'Herbier Boiss., sér. 2, 1(5): 494-495. 1901; *Plectocolea crenuliformis* (Austin) Mitt., Trans. Linn. Soc. London, Bot. 3(3): 198. 1891. *Nardia crenuliformis* (Austin) Lindb., Hepaticae Hib. Julii Lectae 530. 1875. Tipo: [United States], Nordamerika, New Jersey [s.col.] 31 (holotipo G (bc.G00281657, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00281657>); isotipos G (bc.G00281656, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00281656>; bc.G00281655, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00281655>; bc.G00281658, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00281658>), CANB (bc.CBG9103001, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.cbg9103001>), F (bc.F0000186, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.f0000186>), MICH (bc.MICH514791, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mich514791>), MO (bc.MO2147070, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mo-2147070>; bc.MO2147067, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.mo-2147067>), PH (bc.PH00003267, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.ph00003267>; bc.PH00010511, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.ph00010511>).

Figura 4, 9 e 11.

Descrição: Planta pequena 0,5 cm de comprimento. Margem do filídio bem delineada com células alongadas, filídio orbicular mais largo do que longo, 0,8 mm de largura e 0,6 mm de comprimento, simétrico, inserção reta dos filídios, células estreladas e com trígonos pequenos, filídios dobrados e recurvados com grande distância entre os filídios, os filídios mais próximos do ápice do caulídio são menores e mais imbricados que os demais. Caulídio simples com rizóides claros ou arroxeados. Perianto tubuliforme com brácteas ginoeciais pequenas. Cápsula oval. Anterídio não analisado.

Comentários: Austin (1872) sugere que *J. crenuliformis* e *J. crenulata* (Sm) Schmidel (Estados Unidos, Canadá, Suécia, França, Itália e Alemanha) podem ser sinônimos. Em nosso

estudo, não analisamos amostras de *J. crenulata*, mas de acordo com a literatura, são diferentes quanto ao formato e tamanho dos filídios onde *J. crenuliformis* possuem filídios bem menores, com a aparência mais espalhados e ondulados. Esta é a única espécie em que observamos uma variação de coloração dos filídios ao longo do caulídio. Os filídios mais jovens, ou seja, os que estão mais próximos ao ápice possuem uma coloração mais clara, verde amarelada. Os filídios mais velhos, mais abaixo no caulídio, possuem coloração escura marrom.

Distribuição geográfica e preferências ecológicas: Presente nos Estados Unidos (espécie tipo), Canadá, México e Brasil (Churchill & Redfearn, 1977; Stotler & Crandall-Stotler, 2017). É encontrada exclusivamente no domínio fitogeográfico Mata Atlântica em locais úmidos ou margem de rios e cachoeiras. Terrícolas ou rupícolas. A altitude mínima onde são encontradas é 900m e a máxima de 2700m.

Material examinado: BRASIL. Minas Gerais, Alto, Caparaó, 29-3-2017, Peralta, D.F. 20621 (SP); Catas Altas, 2-6-2008, Peralta, D.F. 6764, 6809 (SP); São Roque de Minas, 11-2-2012, Carmo, D.M. 347 (SP); idem, 16-7-2013, Peralta, D.F. 14900 (SP); idem 18-7-2013, Peralta, D.F. 15082 (SP); idem, 17-7-2014, Peralta, D.F. 15518, 15529 (SP); Rio de Janeiro, Itatiaia, 4-7-1991, Vital, D.M. s.n (SP, NY); São Paulo, Campos do Jordão, 7-10-2009, Peralta, D.F. 9548 (SP); Mogi das Cruzes, 1-11-2008, Peralta, D.F. 7169 (SP); São Luiz do Paraitinga, 7-9-2009, Peralta, D.F. 9358, 9363 (SP); idem, 17-4-2013, Peralta, D.F. 13808 (SP); Ubatuba, 18-2-2004, Peralta, D.F. 2223 (SP).

5. *Jungermannia decolor* Schiffn., Die Forsch. S.M.S. Gazelle 10. 1889[1890]. *Plectocolea decolor* (Schiffn.) Bakalin, Arctoa 23: 106. 2014. *Nardia decolor* (Schiffn.) Schiffn., Deutsche Süd.-Exped. 1901-1903 8(Bot.): 61. 1907. *Solenostoma decolor* (Schiffns.) R.M. Schust. ex Váña et al., Cryptog., Bryol. 31(2): 136. 2010. Tipo: [Chile] Tuesday Bay. Naumann, F.C. s.n. (holotipo G (bc.G00115338, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00115338>)).

Figura 5, 9 e 11.

Descrição: Planta pequena 0,5 cm, coloração clara quase hyalina. Margem do filídio com células bem delineadas, filídios orbiculares mais largo do que longo, 1,2 mm de largura e 1

mm de comprimento, assimétricos, inserção do filídio oblíqua, células estreladas com trígonos grandes, filídios aparentemente ondulados, porém, lateralmente comprimidos quando secos. Caulídio ramificado com inovações surgindo bem abaixo do ápice ou do perianto, grande quantidade de rizóides de coloração clara ou escura. Perianto tubuliforme com boca contraída, brácteas ginoeciais do mesmo tamanho ou maior que o perianto. Anterídio não analisado.

Comentários: Morfologicamente se parece muito com *Jungermannia hyalina* Lyell tanto no gametófito quanto no perianto. A diferença é sutil, em *J. hyalina*, as brácteas ginoeciais estão próximas ao perianto mas livres, enquanto que em *J. decolor* as mesmas estão muito próximas, intimamente coladas ao perianto. Recomenda-se analisar esta parte com cuidado para não rasgar o perianto.

Distribuição geográfica e preferências ecológicas: Presente no México, Colômbia, Peru, Panamá e Brasil (Fulford, 1990; Gradstein & Costa, 2001). O domínio fitogeográfico onde é mais encontrada é a Mata Atlântica, com algumas amostras coletadas no Cerrado. Terrícolas ou rupícolas. Todas as amostras foram coletadas em locais sombreados, úmidos ou nas margens de rios e cachoeiras. Para esta espécie, achamos duas amostras rupícolas 2-5cm submersas em água corrente. A altitude é variada, as plantas que ocorrem com entre 260m e 530m estão presentes no Cerrado. Já as plantas acima de 560m até 1500m estão na Mata Atlântica.

Material examinado: BRASIL, **Distrito Federal**, Brasília, 7-11-1985, *Vital, D.M. 13287* (SP); **Goiás**, Alto Paraíso de Goiás, 12-2-2011, *Peralta, D.F. 12062* (SP); **Caldas Novas**, 24-1-1969, *Vital, D.M. 1469* (SP); **Marzagão**, 24-1-1996, *Pietrobom da Silva, M.R. 2692* (SP); **Pirenópolis**, 19-3-2006, *Yano, O. 28808* (SP); **Mato Grosso**, Itiquira, 17-6-1991, *Windisch, P.G. 6177* (SJRP); **Nova Xavantina**, 18-8-2009, *Santos, D.J. 5* (SP); **Mato Grosso do Sul**, Rochedo, 25-1-1979, *Vital, D.M. 8431* (SP); **Torixoréu**, 17-6-1991, *Windisch, P.G. 6177* (SP); **Minas Gerais**, Nova Lima, 27-7-2010, *Peralta, D.F. 1822, 11835* (SP); **Santa Bárbara**, 18-7-1982, *Vital, D.M. 10836* (SP); *idem*, 18-12-1982, *Vital, D.M. 10812* (SP180796); *idem*, 14-10-1986, *Schäfer Verwimp, A. 7675* (SP); **São Roque de Minas**, 17-7-2013, *Peralta, D.F. 14978, 14981* (SP); **Rio de Janeiro**, Teresópolis, 19-1-2022, *Peralta, D.F. 27632* (SP) **São Paulo**, Bananal, 26-9-1978, *Yano, O. 1217* (SP); **Cananéia**, 24-5-1983, *Vital, D.M. 11007* (SP); **Itapeva**, 5-3-1966, *Vital, D.M. 720* (SP); **Jambeiro**,

24-5-1994, Yano, O. 22676 (SP); Onda Verde, 21-2-1974, Vital, D.M. 5015 (SP); Pindamonhangaba, 25-1-1966, Vital, D.M. 605 (SP); idem, 4-3-1966, Vital, D.M. 704 (SP); Pirassununga, 30-9-1965, Vital, D.M. 479 (SP).

6. *Jungermannia hyalina* Lyell., British Jungerm. pl. 63. 1816 [1814]. *Mesophylla hyalina* (Lyell) Carrington., Rev. Bryol. 31: 13. 1904. *Plectocolea hyalina* (Lyell) Carrington., Trans. Linn. Soc. London, Bot. 3(3): 198. 1891. *Eucalyx hyalina* (Lyell) F. Lees., London Catal. British Mosses and Hepatics, sec. Ed. 25. 1881. *Southbrya hyalina* (Lyell) Husn., Hepat. Gallica 16. 1875. *Aplozia hyalina* (Lyell) Dumort., Bull. Société Royale Bot. Belg. 13: 58. 1874. *Nardia hyalina* (Lyell) Carrington, British Hepat. 35. 1874. *Solenostoma hyalinum* (Lyell) Mitt., Nat. History Azores or Western Islands 319. 1870. Tipo: [Alemanha] Salem, 1875, Jack, J.B. [s.n.] (sintipos G (bc.G00115357, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00115357>, bc.G00280604, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00280604>; bc.G00115356, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00115356>; bc.G00280605, Foto <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.g00280605>]), E (bc.E00007427, Foto - <https://plants.jstor.org/stable/viewer/10.5555/al.ap.specimen.e00007427>).

Figura 6, 9 e 11.

Descrição: Planta pequena 3 mm de comprimento. Margem bem definida e com células maiores e alongadas, filídio de forma orbicular mais largo do que longo, 0,4 mm de comprimento e largura, assimétricos, inserção oblíqua dos filídios, células do meio do filídio isodiamétricas e com trígono pequeno, filídios espalhados, podem estar inseridos ao caulídio mais separadamente, levemente imbricadas, aparência extremamente fina como uma membrana translúcida, ápice recurvado. Caulídio ascendente, simples ou muito ramificado. Rizóides de coloração mais clara ou raramente arroxeadas, densos. Perianto terminal, tubuliforme, boca do perianto contraída. Brácteas ginoeciais semelhantes aos demais filídios. Caliptra redonda de coloração marrom. Anterídio não analisado.

Comentários: O perianto é extremamente parecido com *Jungermannia pumila*, mas o perianto de *J. hyalina* é terminal. (Hooker, 1816). Quando o material é fresco, tem uma coloração verde claro brilhante, quase translúcida. Quando o material está seco e herborizado,

tem uma aparência quase porosa e muito frágil. Possui uma variedade *Jungermannia hyalina* var. *heteromorpha* Gottsche & Rabenh, porém não ocorre em território brasileiro.

Distribuição geográfica e preferências ecológicas: De todas as amostras de *Jungermannia* analisadas neste estudo, *J. hyalina* é a espécie mais distribuída ao redor do mundo. É encontrada na Alemanha, Áustria, Canadá, China, Colômbia, Equador, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Madagascar, México, Portugal, Rússia, Suécia, Suíça e Brasil (Váña, 1974; Fulford, 1990; Pippo, 1990; Gradstein & Costa, 2001; Söderström *et. al.*, 2002). É mais abundante no domínio fitogeográfico Mata Atlântica, mas também é encontrada no Cerrado. Para as amostras que ocorrem no Cerrado, são encontradas em locais ensolarados. As demais, encontram-se em locais sombreados e úmidos. A Altitude mais baixa encontrada é de 310m no Cerrado. Para Mata Atlântica é entre 1070m a 2400m.

Material examinado: BRASIL. **Goiás**, Pirenópolis, 19-3-2006, *Yano, O.* 28799 (SP); **Minas Gerais**, Nova Lima, 27-7-2010, *Peralta, D. F.* 11825 (SP); **Mato Grosso**, Barra do Garça, 30-5-1968, *Vital, D. M.* 1394 (SP); Nova Xavantina, 21-5-2009, *Athayde Filho, F. P.* 2212 (NX); **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 04-7-1991, *Vital, D. M.* s.n (SP); idem, 9-6-2015, *Peralta, D. F.* 17115 (SP); Penedo, 10-7-1991, *Vital, D. M.* s.n (SP); Teresópolis, 19-1-2022, *Peralta, D.F.* 27558 (SP); **São Paulo**, Campos do Jordão, 6-5-2012, *Peralta, D. F.* 12594 (SP); Jambeiro, 24-5-1994, *Yano, O.* 22679 (SP).

Chave de identificação para *Solenostoma* Mitt. e *Jungermanniaceae* L.

1 Perianto tubuliforme ou curto com boca pregueada. Filídios secos levemente lateralmente comprimidos, e molhados espalhados - *Jungermannia* L.

1 Perianto curto, oval com boca pregueada. Filídios secos e molhados lateralmente comprimidos - *Solenostoma sphaerocarpum*

7. *Solenostoma sphaerocarpum* Hook., British Jung. pl. 74. 1816[1815]. *Aplozia sphaerocarpa* (Lyell) Dumort., Bull. Soc. Royale Bot, Belg. 13: 58. 1874. Tipo: [Irlanda] Bantry. Dr. Taylor *et al.* [s.n.] (S (bc.S-B29101; bc.S-B29102)).

Figura 7, 9 e 11.

Descrição: Planta pequena 0,4cm. Margem dos filídios com células isodiamétricas, filídio orbicular mais largo do que longo 1,5mm de largura e 1mm de comprimento, simétrico, inserção reta dos filídios, células estreladas com trígonos pequenos, filídios quando secos ou molhados permanecem lateralmente comprimidos. Caulídio ramificado, em secção transversal células da epiderme do caulídio levemente espessas. Rizóides de coloração clara. Perianto tubuliforme. Anterídio não analisado.

Comentários: Pode ser facilmente confundida com uma forma jovem de *Syzygiella sonderi* (Gottsche) K. Feldberg. Possui quatro variedades: *Jungermannia sphaerocarpa* var. *amplexicaulis* (Dumort.) Frye & L. Clark; *Jungermannia sphaerocarpa* var. *elongata* Huebener; *Jungermannia sphaerocarpa* var. *gracilescens* Nees; *Jungermannia sphaerocarpa* var. *nana* (Nees ex Flot.) Frye & L. Clark; e uma subespécie: *Jungermannia sphaerocarpa* subsp. *purpurea* (R.M. Schust. & Damsh.) Damsh.

Distribuição geográfica e ecologia: É encontrada na China (Piippo, 1990; Gao, 2003), Japão (Furuki *et al.* 1994), México (Fulford, 1990) e Brasil (Gradstein & Costa, 2001). São rupícolas e terrícolas, ocorrem em locais úmidos com altitude mínima de 80m e máxima de 2200m na Mata Atlântica e Cerrado.

Material examinado: BRASIL. **Mato grosso**, Nova Xavantina, 25-5-1968, *Vital, D.M. 4367* (SP); **Minas Gerais**, Alto Caparaó, 11-7-2009, *Bordin, J. 1621* (SP); Itamonte, 22-10-2005, *Yano, O. 28461* (SP); São Roque de Minas, 17-7-2014, *Carmo, D.M. 1010* (SP); **Rio de Janeiro**, Itatiaia, 26-4-1974, *Vital, D.M. 4934* (SP); Resende, 27-4-2009, *Yano, O. 31602* (SP); **Rio Grande do Sul**, Vacaria, 5-12-1971, *Vianna, E.C. 2336* (UFRGS); **Santa Catarina**, Urubici, 10-3-2009, *Peralta, D.F. 7840* (SP); **São Paulo**, Iporanga, 16-11-1974, *Vital, D.M. 4953* (SP); Mogi das Cruzes, 2-11-2008, *Peralta, D.F. 7427, 7431* (SP).

Material adicional analisado:

Eremonotus hellerianus (Raddi) L. Söderstr. & Váňa - ESTADOS UNIDOS. Nova Scotia, 20-7-1959, *Schuster, R.M. 66302* (SP); *Jungermannia atrovirens* Dum. - BOHEMIA. Stechovice, 21-7-1967, *Váňa, J. s.n.* (SP); *Jungermannia callithrix* Lindenberg & Gottsche - DOMINICA. St. George Parish, 20-6-1988, *Gradstein, S.R. 6647* (UUBG); *Jungermannia decolor* Schiffn. COLÔMBIA. Charala, 27-10-1988, *Linda, M.L. s.n.* (CNH); *Jungermannia hiugaensis* Amakawa - JAPÃO, Miyazaki, 1-4-1953, *Amakawa s.n.* (SP); *Jungermannia*

hyalina Lyell. - BOHEMIA. Stechovice, 21-7-1967, *Váňa, J. s.n.* (SP); *Jungermannia infusca* (Mitt.) Steph. - JAPÃO. Kumini, 19-2-1974, *Inoue, H. s.n.* (SP); Miyazaki, 24-6-1990, *Yano, O. 15031* (SP); *Jungermannia leiantha* Grolle - ESLOVÁQUIA. Nízke Teatry, 6-8-1966, *Váňa, J. s.n.* (SP); idem, 6-6-1967, *Váňa, J. s.n.* (SP); *Jungermannia obovata* Nees - ESLOVÁQUIA. Nízke Teatry, 8-8-1966, *Váňa, J. s.n.* (SP); *Jungermannia ovato-trigona* (Steph.) Grolle - COLÔMBIA. Santa Rosa de Cabal, 17-11-1984, *Aguirre, J. 4893* (UUBG); *Jungermannia radiculosa* (Mitt.) Steph. - JAPÃO. Miyazaki, 24-6-1990, *Yano, O. 14999* (SP); *Jungermannia senjoensis* Amakawa - JAPÃO. Nagano, 10-8-1953, *Shimizu s.n.* (SP); *Jungermannia sp.* - ANTARCTICA. South Shetlands Islands, 13-2-2018, *Kitaura, M.J. 4438* (SP); COLÔMBIA. Popayan-Isnos, 13-11-2016, *Peralta, D.F. 19716, 19719, 19722* (SP); JAPÃO, Hiroshima, 14-6-1990, *Yano, O. 14933* (SP); *Jungermannia subelliptica* (Lindb. ex Kaal.) Lev. - MORAVIA. Beskydy, 29-7-1967, *Váňa, J. s.n.* (SP); *Mesoptychia turbinata* (Raddi) L. Söderstr. & *Váňa* - PORTUGAL. Algarve, 21-1-2019, *Schäfer-Verwimp. 39525* (JE).

DISCUSSÃO

O estudo das espécies de *Jungermannia* L. com ocorrência no Brasil nos permitiu realizar uma descrição, ilustração e informações ecológicas atualizadas dos táxons. A última vez que estas espécies foram analisadas data de vinte anos, nas pesquisas realizadas por Gradstein & Costa (2000).

Na falta de uma literatura revisada recentemente, somada à impossibilidade de empréstimos com outros herbários, dificultou a identificação das espécies. Todavia, conseguimos atribuir a cada espécie, características chave que são capazes de separá-las e verificamos imagens das espécies tipos por meio da utilização de *sites* botânicos. Entretanto, a fotografia não nos ajudou na análise e distinção individual de cada espécie, visto que as imagens continham materiais herborizados com tufo das plantas secas. Para tanto, o ideal seria selecionar pedaços das plantas e hidratá-las para melhor analisar as características.

Confirmamos a ocorrência de cinco espécies previamente com registros para o Brasil, sendo elas: *J. amoena*, *J. crassula*, *J. crenuliformis*, *J. decolor* e *J. hyalina*. Confirmamos também, uma nova ocorrência para *J. callithrix*. Totalizando assim, seis espécies para o Brasil.

A partir das amostras, literatura e *sites* botânicos averiguamos a distribuição geográfica de cada espécie para além do território brasileiro. Em todos os registros,

identificamos que as espécies de *Jungermannia* estão distribuídas em locais semelhantes quanto a domínios fitogeográficos, disponibilidade de água e altitude. Contudo, uma lacuna sobre o território brasileiro permanece e nos intriga: será que *Jungermannia* ocorre na Amazônia? É provável que sim, algumas espécies. A falta de dados se deve ao baixo esforço amostral.

Para os domínios fitogeográficos brasileiros, as espécies se concentram no Cerrado e, principalmente Mata Atlântica (FIGURA 8). Elas são encontradas majoritariamente em dois substratos, solo (terrícola) ou rochas (rupícolas), e frequentemente em locais úmidos ou diretamente associados com fluxos d'água. Observamos que muitas espécies ocorrem dentro de parques nacionais, tais como: Parque Nacional do Itatiaia (PNI-RJ), Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros (PNCV-GO), Parque Nacional Serra da Canastra (PNSC-MG), Parque Nacional do Caparaó (PARNACA-MG), Parque Nacional Serra dos Órgãos (PARNASO-RJ); e parques estaduais, por exemplo: Parque Estadual Campos do Jordão (PECJ-SP), Parque Estadual Pico do Marumbi (PEPM-PR), Parque Estadual do Forno Grande (PEFG-ES), Parque Estadual Pedra Azul (PEPAZ-ES), Parque Estadual Ilha do Anchieta (PEIA-SP) e Parque Estadual Serra do Mar (PESM-SP). Ademais, existem poucas ocorrências em locais urbanos e, percebemos que elas estão presentes nas cidades em torno dos parques citados acima.

De acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNCFlora), *Jungermannia amonena* consta com estado de conservação Menos Preocupante (LC) e *Jungermannia decolor* aparece com status Em Perigo (EN). Porém, para *J. decolor* é levado em consideração apenas as espécies que ocorrem no estado de Minas Gerais na região de Caldas.

Brevemente, através da literatura e *sites* botânicos, também estudamos outros gêneros que constituem a família *Jungermanniaceae* a fim de levantar semelhanças ou diferenças entre os táxons. Em comparação com *Jungermannia*, *Delavayella* Steph e *Eremonotus* Lindb. et Kaal. ex Pearson possuem filídios com margem serrada e bilobados. *Liochlaena* Nees aparenta o gametófito parecido, mas o perianto maior com formato cilíndrico. *Mesoptychia* (Lindb.) A. Evans e *Rivulariella* D.H Wagner possuem o perianto parecido com as espécies de *Jungermannia*, mas seus filídios são bilobados. Apesar da morfologia diferente, todos apresentam preferências ecológicas iguais, ocorrendo em locais úmidos ou em contato direto com fluxos d'água.

Com o estudo dos esporos de *Jungermannia*, observamos que todos apresentam uniformidade na ornamentação de suas camadas e no seu tamanho. Embora não empregamos

o método de Wodehouse (1935) para tratamento dos esporos antes de passá-los pelo microscópio eletrônico de varredura, ainda assim, a uniformidade de todos foi claramente observada em MO e MEV.

Concluimos que as características aqui apresentadas, não são suficientes para separar as espécies de *Jungermannia*. Apesar do diâmetro ter uma variação entre as amostras, esta característica é de difícil observação e estimativa quando analisadas em MO. Embora o estudo não apresentou características chave para separação das espécies, ainda assim foi importante para aumentar o conhecimento taxonômico do gênero e corroborar com a ideia apresentada por demais autores sobre o desafio morfológico que *Jungermannia* representa.

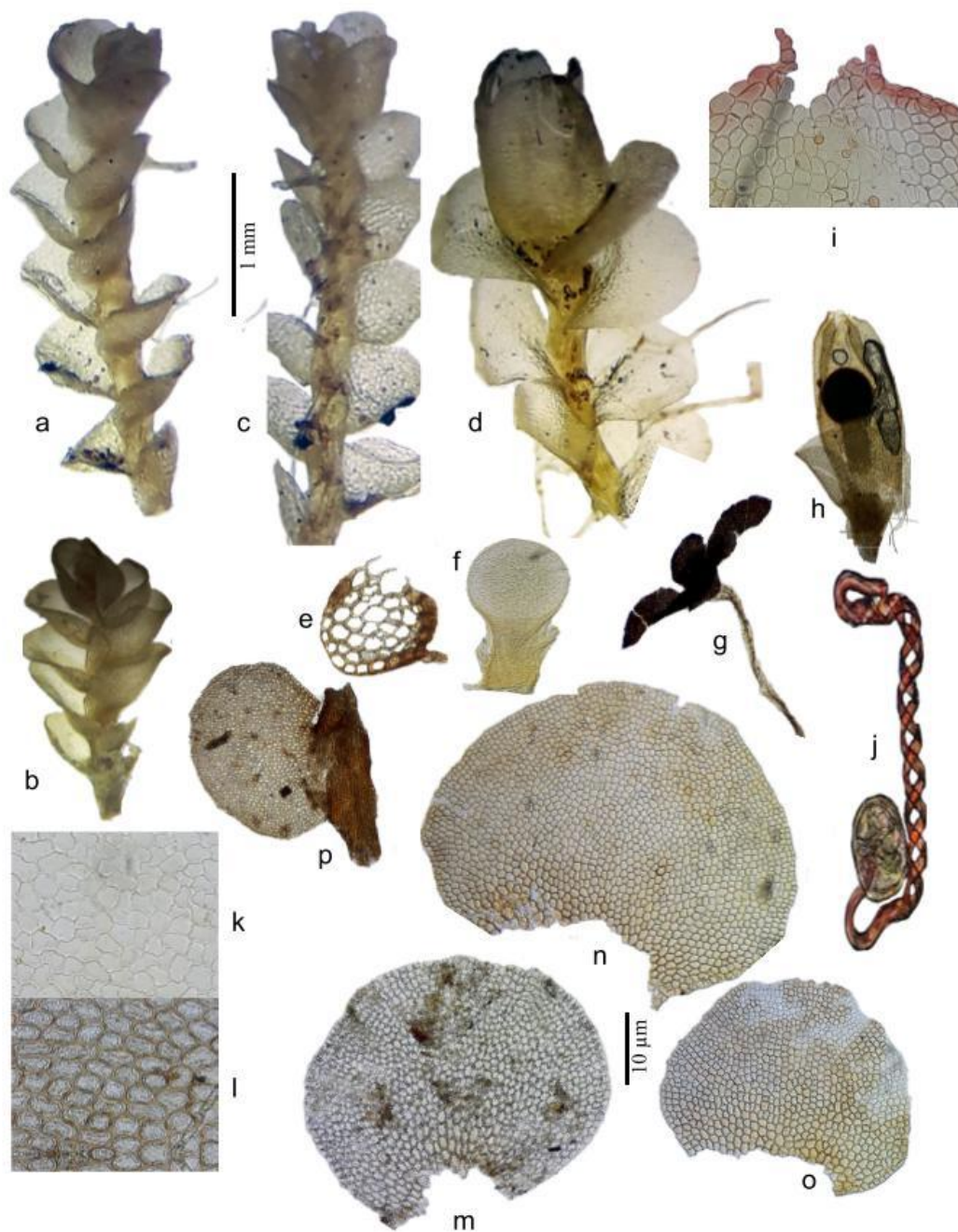


Figura 1. *Jungermannia amoena* Lindenberg & Gottsche. (Peralta, D.F. 4731). **A-B:** Hábito vista dorsal. **C:** Hábito vista ventral. **D:** Hábito com o perianto. **E:** Secção transversal do caulídio. **F-G:** Cápsula. **H:** Perianto. **I:** Células da boca do perianto. **J:** Esporo e elatério. **K-L:** Células do filídio. **M-P:** Filídios.

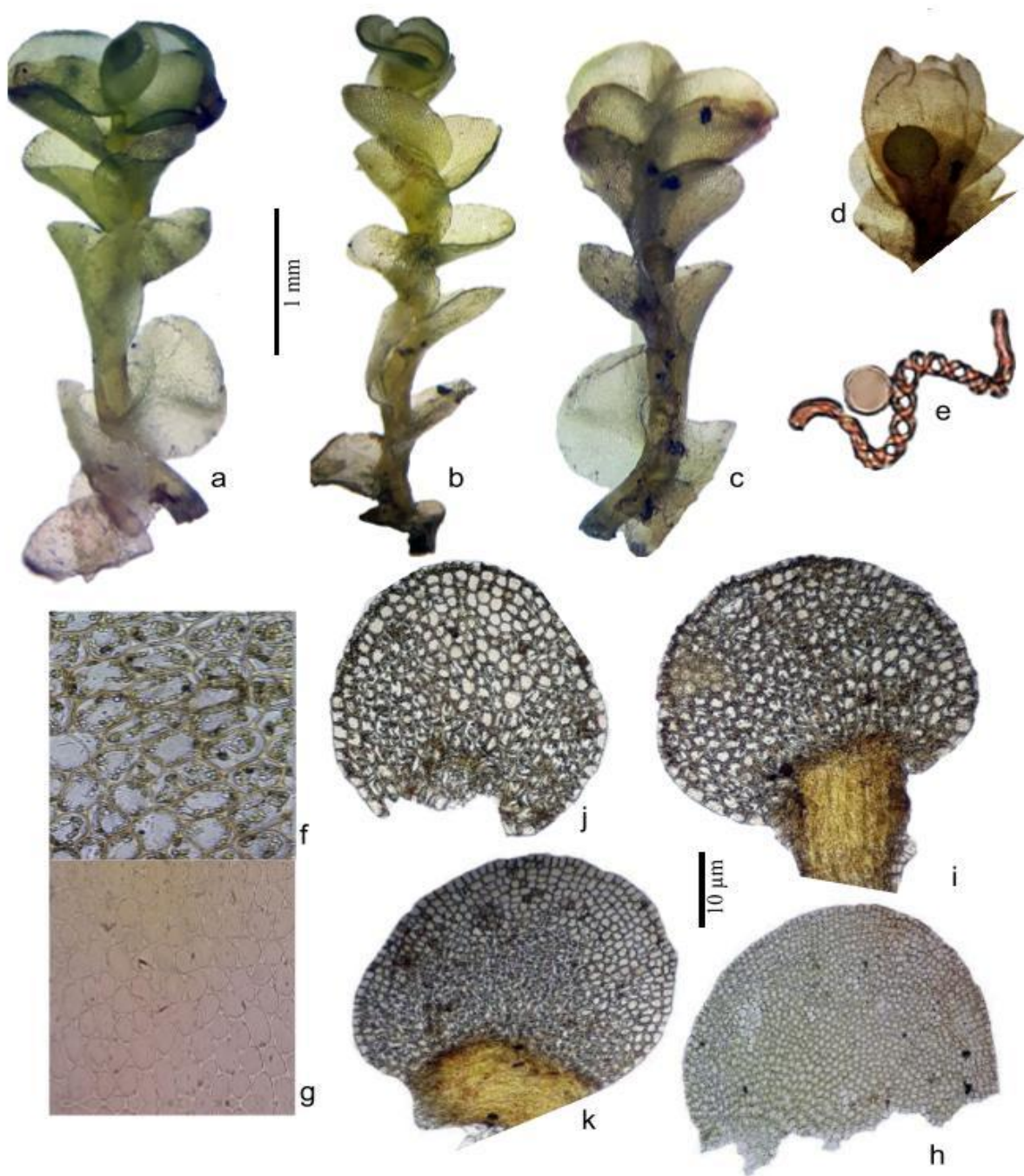


Figura 2. *Jungermannia callithrix* Lindenberg & Gottsche. (Peralta, D.F. 19493). **A:** Hábito vista dorsal. **B-C:** Hábito vista ventral. **D:** Perianto. **E:** Esporo e elatério. **F-G:** Células do filídio. **H-J:** Filídios.

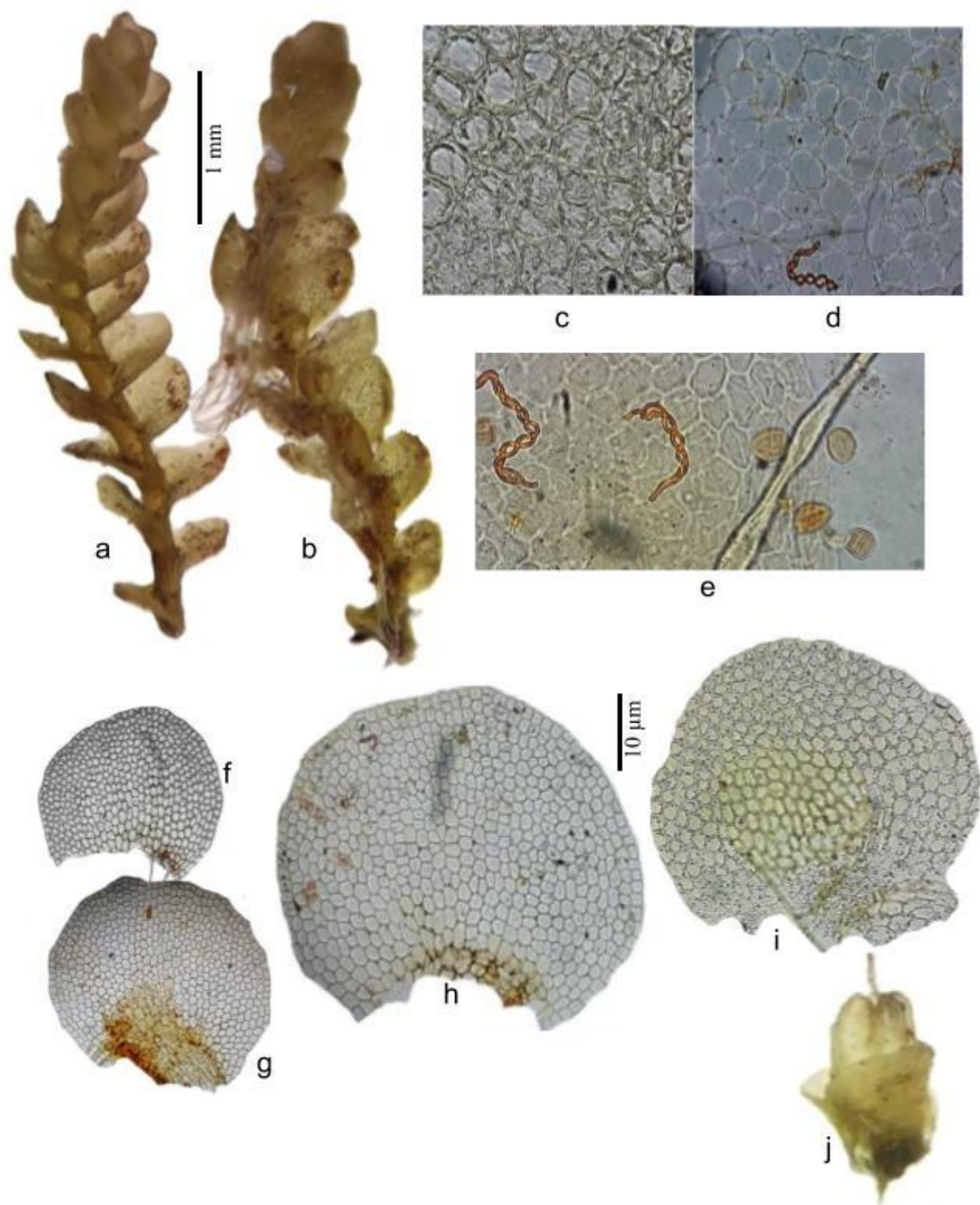


Figura 3. *Jungermannia crassula* Ness & Mont. (Peralta, D.F. 22095). **A:** Hábito vista dorsal. **B:** Hábito vista ventral. **C-D:** Células do filídio. **E:** Porção do perianto com esporos e elatérios. **F-I:** Filídios. **J:** Perianto.

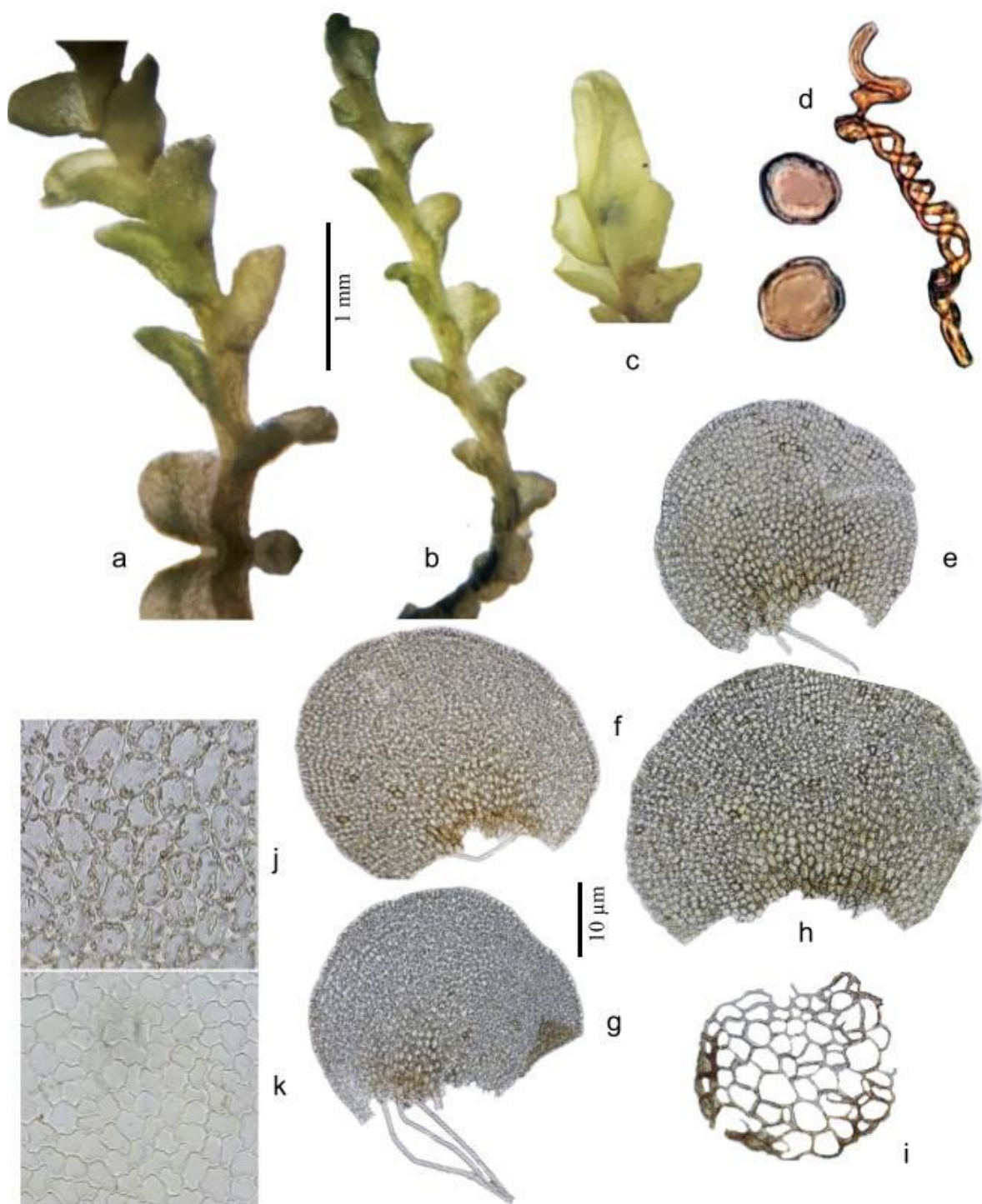


Figura 4. *Jungermannia crenuliformis* Austin. (Peralta, D.F. 6764). **A:** Hábito vista dorsal. **B:** Hábito vista ventral. **C:** Perianto. **D:** Esporos e elatério. **E-H:** Filídios. **I:** Secção transversal do caulídio. **J-K:** Células do filídio.

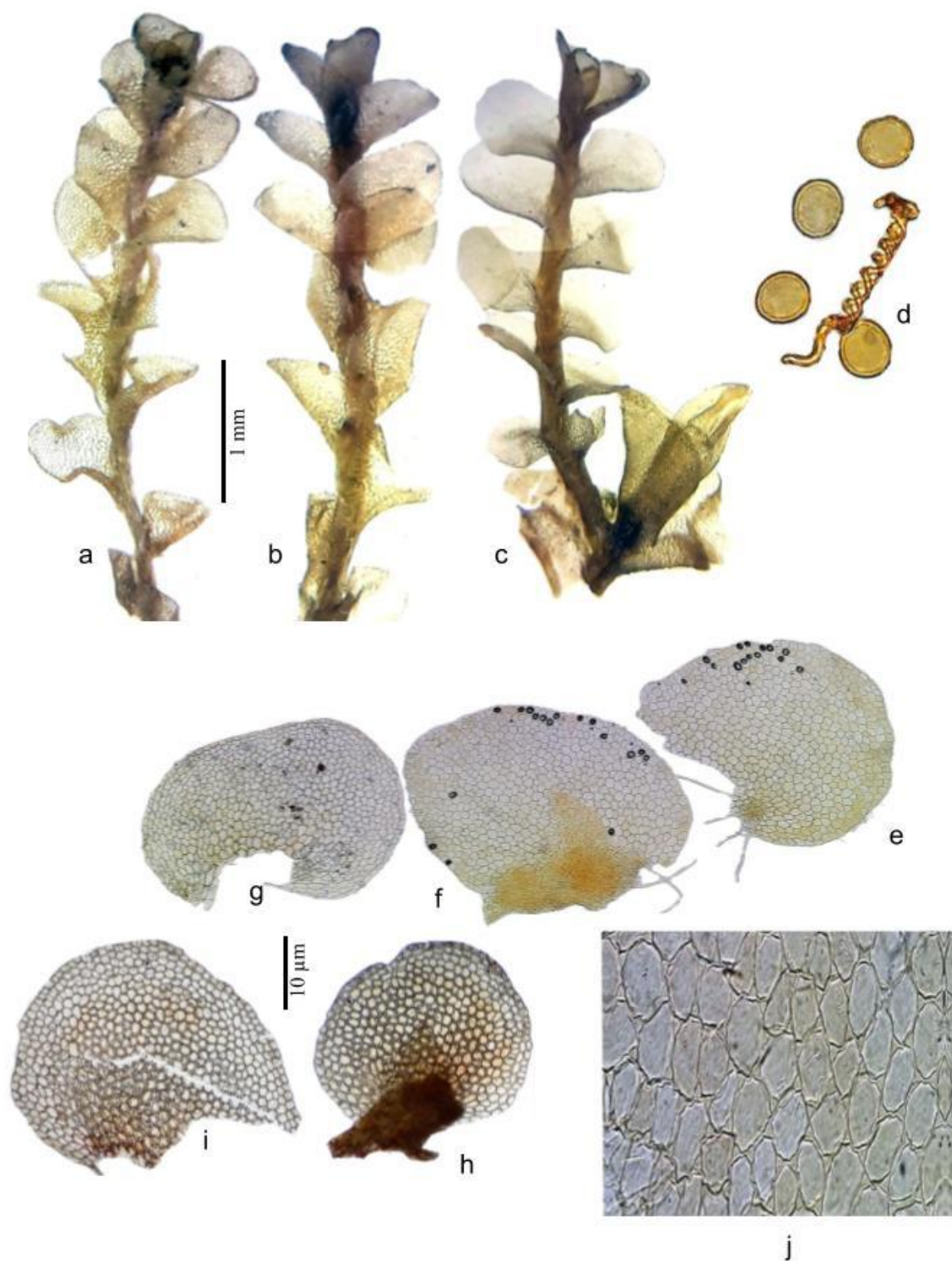


Figura 5. *Jungermannia decolor* Schiffn. (Yano, O. 1217). **A:** Hábito vista dorsal. **B:** Hábito vista ventral. **C:** Hábito com o perianto. **D:** Esporos e elatério. **E-I:** Filídios. **J:** Células do filídio.

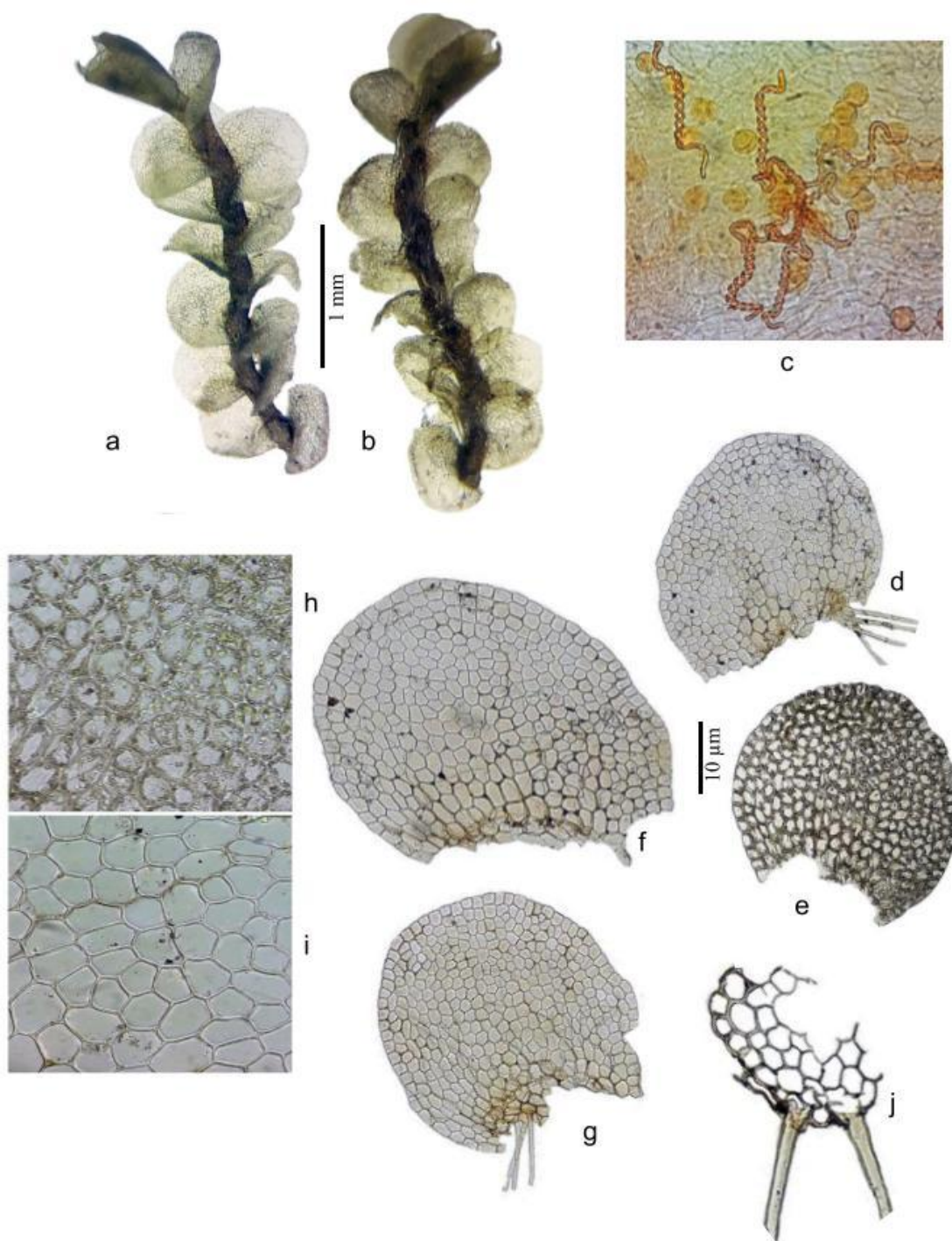


Figura 6. *Jungermannia hyalina* Lyell. (Amélio 199). **A:** Hábito vista dorsal. **B:** Hábito vista ventral. **C:** Porção do perianto com esporos e elatérios. **D-G:** Filídios. **H-I:** Células do filídio. **J:** Secção transversal do caulídio.

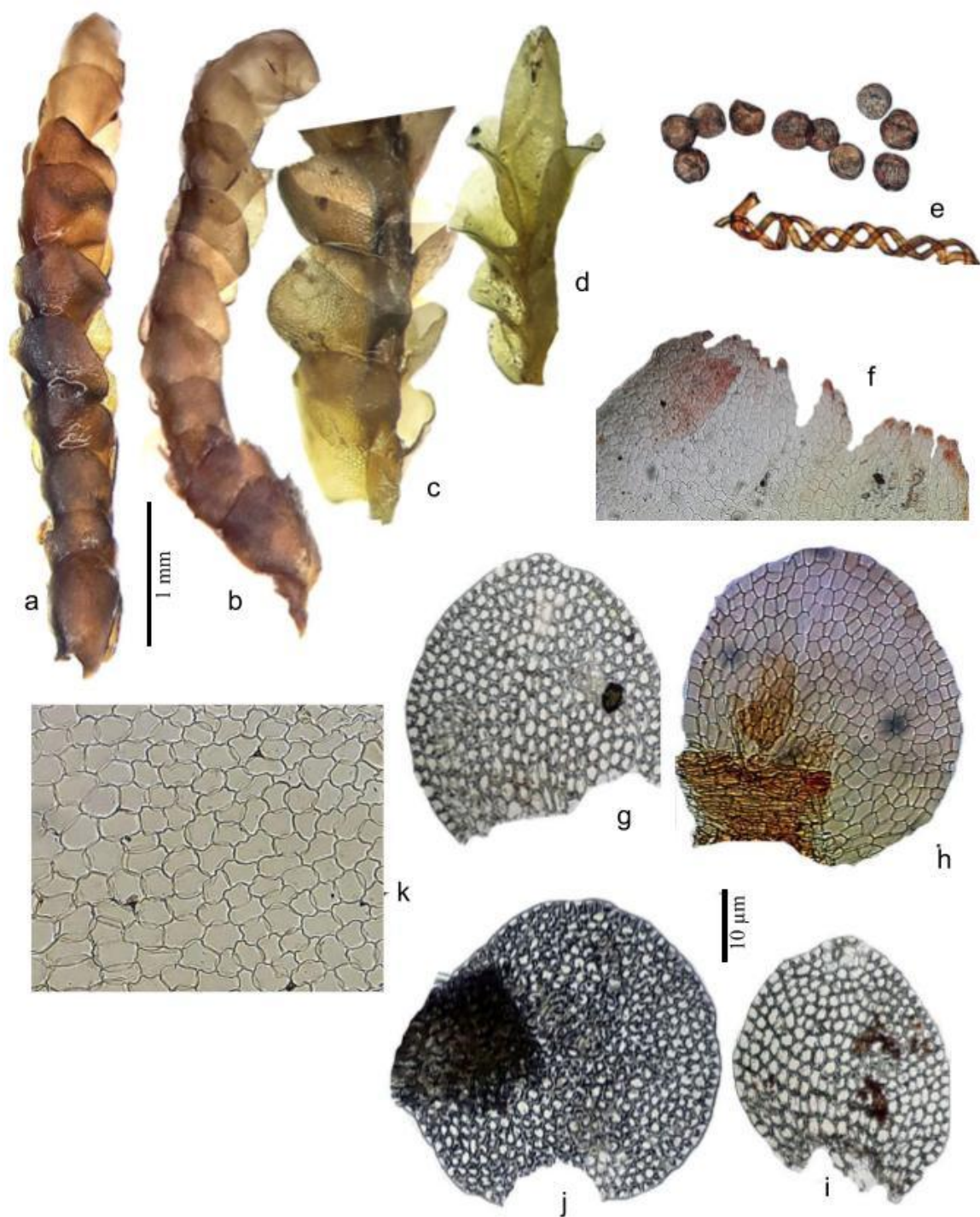


Figura 7. *Solenostoma sphaerocarpum*. Hook. (Schäfer-Verwimp & Verwimp 7537). **A-B:** Hábito vista lateral. **C:** Hábito vista ventral. **D:** Hábito com o perianto. **E:** Esporos e elatério. **F:** Células da boca do perianto. **G-J:** Filídios. **K:** Células do filídio.

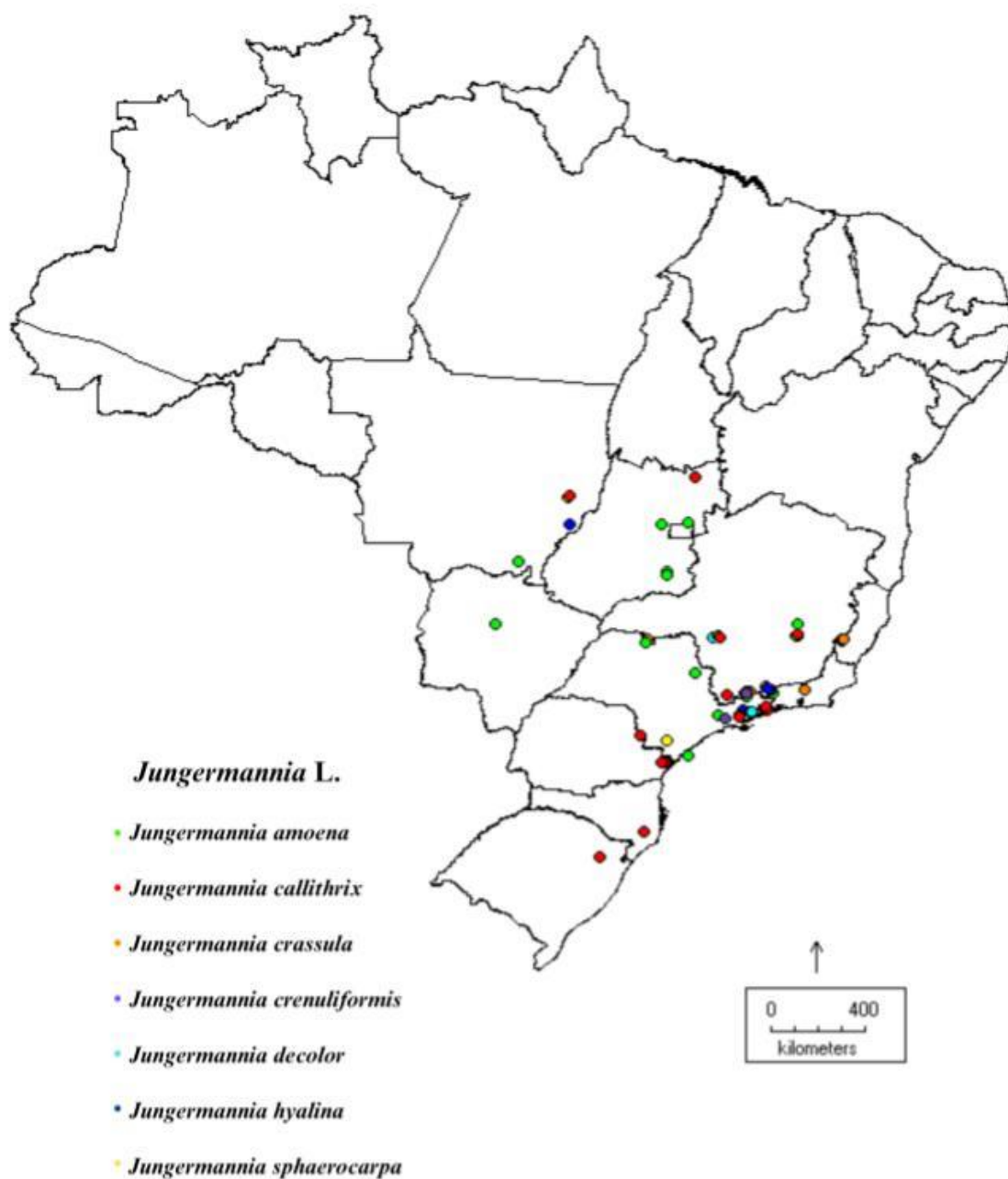


Figura 8. Mapa de distribuição das espécies de *Jungermannia* L.

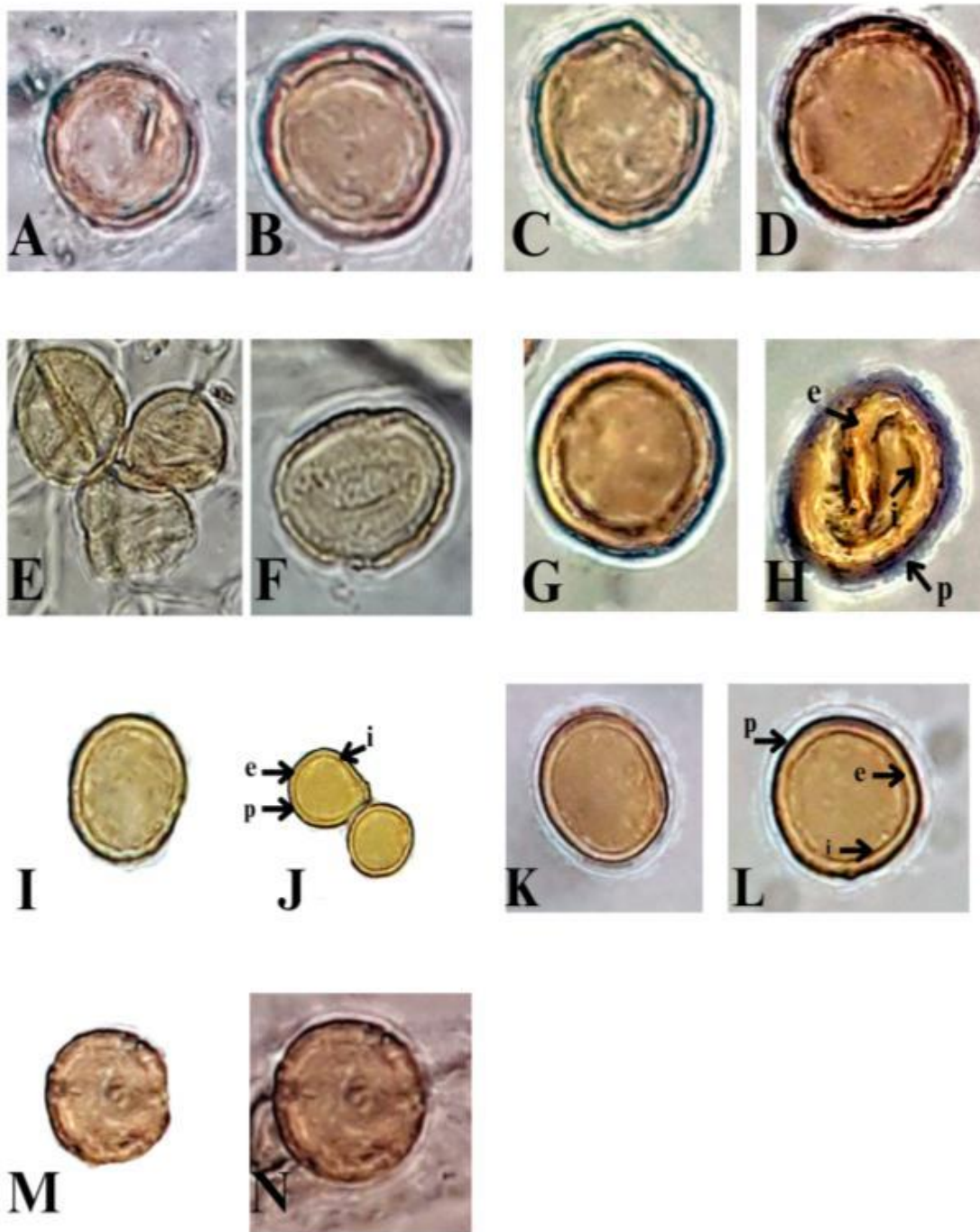


Figura 9. *Jungermannia amoena* Lindenberg & Gottsche., A-B (D.M. Vital 15360; M.S. Dias 1329). *Jungermannia callithrix* Lindenberg & Gottsche., C-D (D.M. Vital 15939; D.F. Peralta 17989). *Jungermannia crassula* Ness & Mont., E-F (E.C. Vianna. 2335). *Jungermannia crenuliformis* Austin, G-H (D.M. Vital 7778). *Jungermannia decolor* Schiffn., I-J (D.M. Vital 543; 13287). *Jungermannia hyalina* Lyell., K-L (D.F. Peralta 11826; D.M. Vital s.n.). *Solenostoma sphaerocarpum* Hook., M-N (D.M. Vital 4953). p= perina; e= exina; i= intina.

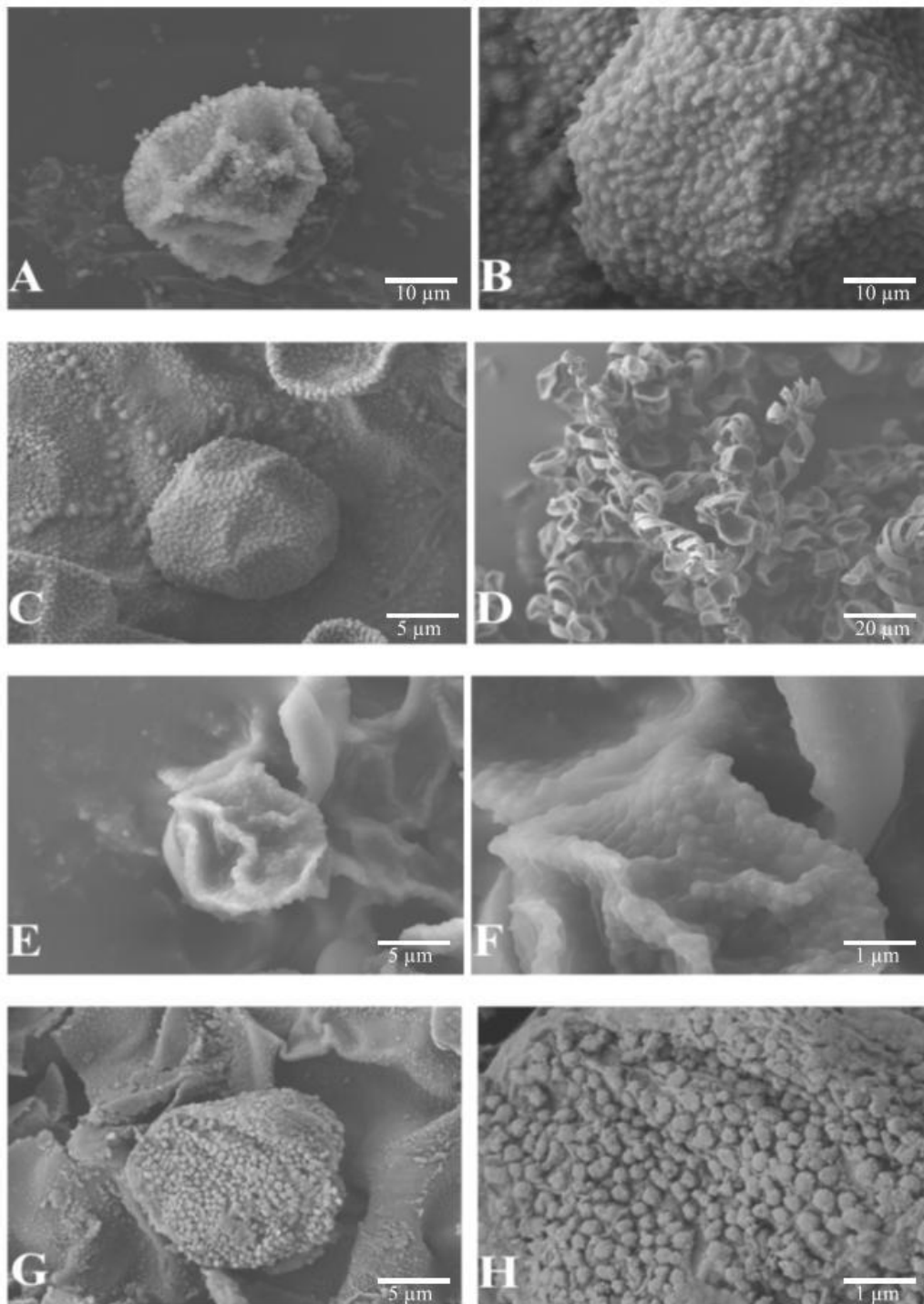


Figura 10. *Jungermannia amoena* Lindenberg & Gottsche., A-D (M.S. Dias 1329; D.F. Peralta 23039). *Jungermannia callithrix* Lindenberg & Gottsche., E-F (D.F. Peralta 17989). *Jungermannia crassula* Ness & Mont., G-H (O. Yano 21309).

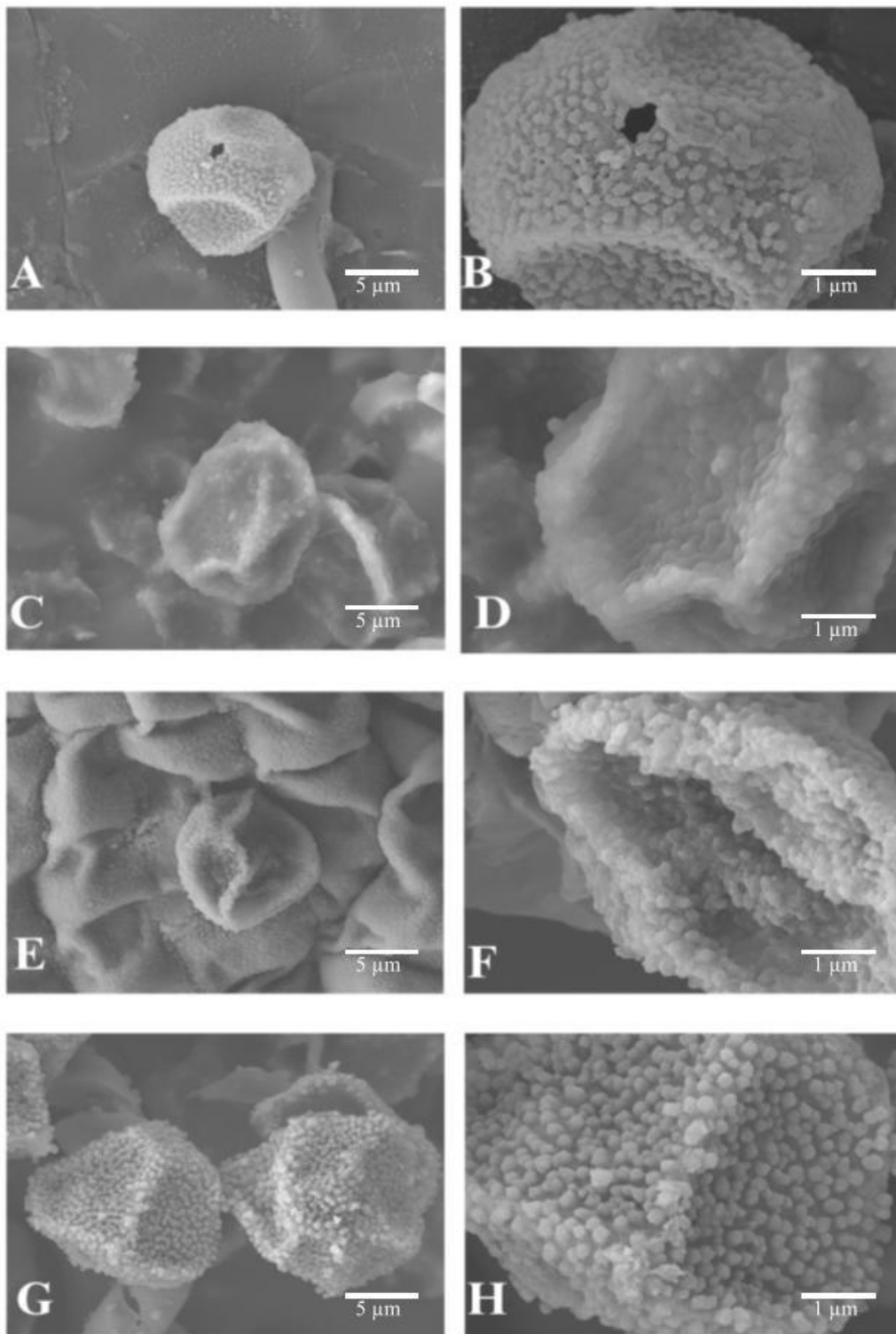


Figura 11. *Jungermannia crenuliformis* Austin, A-B (D.M. Vital 7778). *Jungermannia decolor* Schiffn., C-D (D.M. Vital 13287). *Jungermannia hyalina* Lyell., E-F (D.M. Vital s.n.). *Solenostoma sphaerocarpum* Hook., G-H (D.M. Vital 4953).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo é o primeiro a elaborar uma revisão do gênero *Jungermannia* L. que ocorre no Brasil, pois o último trabalho foi realizado há 20 anos e ofereceu para somente três espécies.

Com todas as informações apresentadas a partir dessa dissertação, o conhecimento do gênero foi ampliado, e instigou uma dúvida: se o gênero encontrava-se distribuído em outros locais do Brasil, outros estados e talvez outras fitofisionomias com altitude acima de 200 metros acima do nível do mar, já que todas as amostras aqui analisadas, se concentram no Cerrado e Mata Atlântica, sendo estes presentes nos estados do Sul, Centro Oeste e, principalmente, Sudeste. Futuramente, almejamos expandir essa pesquisa com coletas em diferentes regiões do país, pois outras coletas agregarão mais informações morfológicas sobre as espécies e, a análise dos materiais frescos é mais eficiente em comparação aos materiais herborizados.

A partir dos resultados deste estudo, identificamos seis espécies previamente com registros para o Brasil e são elas: *J. amoena*, *J. crassula*, *J. crenuliformis*, *J. decolor*, *J. hyalina* e *J. sphaerocarpa* (*Solenostoma sphaerocarpum*, Solenostomaceae). Confirmamos também, uma nova ocorrência para *J. callithrix*. Com auxílio da literatura, vimos que algumas espécies possuíam variedades, *Jungermannia hyalina* com 1 variedade e *Jungermannia sphaerocarpa* com 4 variedades e 1 subespécie.

Os padrões morfológicos dos filídios e perianto são as características chave para separação das espécies. Quando possível, pode ser observado por microscopia óptica as características dos esporos. Infelizmente, essas informações não oferecem elementos suficientes para separação das espécies, por serem uniformes em todas as suas faces. Embora o estudo dos esporos não mostrou diferenças significativas entre as espécies de *Jungermannia*, a abordagem deles por microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura (MEV) é algo inédito. Entende-se que para uma melhor visualização via MEV, os esporos necessitam passar por um tratamento de ponto crítico.

Com todas as informações levantadas nesse estudo, ainda assim a identificação das espécies é dificultosa e desafiadora, por apresentarem muitas semelhanças e pela fragilidade e tamanho das plantas. Tal dificuldade e desafio taxonômico é levantada em comentários e discussões nos demais trabalhos taxonômicos para o gênero.

Algo que requer máxima atenção, é o fato de que todas as amostras das espécies de *Jungermannia* analisadas ocorrem em locais semelhantes. A Mata Atlântica abriga todas as

espécies estudadas, algumas ocorrem também no Cerrado. Sabendo-se que essas duas fitofisionomias são *hotspots* de biodiversidade e endemismo, é de extrema importância a conservação dessas áreas para a preservação não somente das espécies de *Jungermannia*, mas também, para todas as demais espécies de flora e fauna que ali habitam.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amakawa, T. 1952. Studies on the Japanese species of *Cephalozia* (Hepaticae). Journal of the Hattori Botanical Laboratory 7: 69–75.
- Andersen, N.H., Bissonette, P., Shunk, B., Ohta, Y., Tseng, C.W. & Huneck, S. 1997. Sesquiterpenes of nine european liverworts from the genera, *Anastrepta*, *Bazzania*, *Jungermannia*, *Lepidozia* and *Sacpania*. Phytochemistry 16: 1731–1751.
- Austin, C.F. 1872. New hepaticae. Bulletin of the Torrey Botanical Club 3(3): 10–11.
- Bakalin, V.A. 2014. The study of type collection in conservatoire et jardin botanique de la Ville de Genève (g): the hepatic genera *Jungermannia*, *Solenostoma* and *Plectocolea*. Arctoa 23: 91–136
- Bhowmik, N. & Sinha, S. 2016. *Jungermannia gollanii* Steph. (Jungermanniaceae, marchantiophyta) - A new report from Terai region in Uttar Pradesh (U.P.), India. taiwania 61(2): 165–171.
- Boros, A., Jarai-Komlodi, M., Toth, Z. & Nilsson, S. 1993. An Atlas of recent European Bryophyte spores. Academic Press, Budapest, Hungary, 321 pp.
- Brasil. 2011. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasil.
- Bueno, R. 1984. Gêneros de Jungermanniales (excl. Lejeuneaceae) no Rio Grande do Sul [monografia]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Câmara, I.G. 1991. Conservação da Mata Atlântica. In: Mata Atlântica/Atlantic rain Forest. São Paulo: Fundação S.O.S. Mata Atlântica/Index, pp. 161–172.
- Câmara, P.E.A.S. 2009. Métodos de extração de DNA de bryophyta para análises filogenéticas. Heringeriana 3(2): 11–17.
- Churchill, S.P. & Redfearn Jr., P.L. 1977. The Hepaticae and Anthocerotae of Nebraska. Bryologist 80: 640–645.
- Centro Nacional de Conservação da Flora. Lista Vermelha. Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/listavermelha>>. Acesso 30 Abr. 2023.
- Centro Nacional de Conservação da Flora. *Jungermannia amoena* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. Disponível em

- <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Jungermanniaamoena>>. Acesso em 4 Mai. 2023.
- Nacional de Conservação da Flora. *Jungermannia decolor* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2. Disponível em <<http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Jungermanniadecolor>>. Acesso em 4 Mai. 2023.
- Costa, D.P. & Luiz-Ponzo, A.P. 2010. As briófitas do Brasil. In: R.C. Forzza et al.(org) Lista de Espécies da Flora do Brasil. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- Costa, D.P. & Peralta, D.F. 2015. Bryophytes diversity in Brazil. *Rodriguésia* 66 (4): 1063–1071.
- Crandall-Stotler B., Stotler R.E. & Long D.G. 2000. Morphology and classification of the Marchantiophyta. In: B. Goffinet, A.J. Shaw. *Bryophyte Biology*. 2nd edn. New York, Cambridge University Press.
- Damsholt, K. & Váña, J. 1977. The genus *Jungermannia* L. emend. Dumort. (Hepaticae) in Greenland. *Lindbergia* 4: 1–26.
- De Roo, R.T., Hedderson, T.A. & Soderström, L. 2007. Molecular insights into the phylogeny of the leafy liverwort family Lophoziaceae Cavers. *Taxon* 56 (2).
- Delgadillo, C.M. 1994. Endemism in the neotropical moss flora. *Biotropica* 26: 12–16.
- Deo, S.S. & Singh, D.K. 2013. A note on the liverwort *Delavayella serrata* Steph. (Delavayellaceae) from Arunachal Pradesh, India. *Indian Journal of Forestry* 36(1): 101–105.
- Dumortier, B.C.J. 1831. *Sylloge Jungermannidearum Europae indigenarum*. J. Casterman, Tournay, 100 pp.
- Evert, R.F. & Eichhorn, S.E. 2014. Capítulo 16, Briófitas; p. 366–390. In: Raven. *Biologia vegetal*. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Feldberg, K., Váña, J., Long, D.G., Shaw, A.J., Hentschel, J. & Heinrich, J. 2010. A phylogeny of Adelanthaceae (Jungermanniales, Marchantiophyta) based on nuclear and chloroplast DNA markers, with comments on classification, cryptic speciation and biogeography. *molecular phylogenetics and Evolution* 55 (2010): 293–304.
- Flora do Brasil. 2020 Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>>. Acesso em Jan. 2023.
- Forzza, R. C., Baumgratz, J.F.A., Bicudo, C.E.M., Canhos, D.A.L., Carvalho Jr. A. Costa, A., Costa, A.F.D.P., Hopkins, M., Leitman, P.M., Lohmann, L.C., Maia, G. Martinelli,

- M., Menezes, M.P., Morim, M.A., Nadruz-Coelho, A.L., Peixoto, J. R., Pirani, J., Prado, L.P., Queiroz, V.C., Souza, J.R., Stehmann, L., Sylvestre, B.M.T. & D. Zappi, (eds.). 2010. Catálogo de plantas e fungos do Brasil. 2 vols. Andrea Jakobsson Estúdio / Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. pp 1699.
- Frahm, J.-P. 2003. Manual of tropical Bryology. *Tropical Bryology* 23: 1–196.
- Frye, T.C. & Clark, L. 1943. Hepaticae of North America part III. University of Washington Publications in Biology 6 (2): 337–564.
- Fulford, M.H. 1963. Manual of the leafy Hepaticae of Latin America. Part I. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 11(1): 1–172.
- Fulford, M.H. & Sharp, A.J. 1990. The leafy Hepaticae of Mexico one hundred and twenty-seven years after C. M. Gottsche. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 63: 1–86.
- Furuki, T. & Mizutani, M. 1993. Checklist of Japanese Hepaticae and Anthocerotae. *Proceedings of the Bryological Society of Japan*. 6: 75–83.
- Gao, C. 2003. Takakiales, Calobryales and Jungermanniales. *Flora Bryophytorum Sinicorum*. Science Press. Beijing. 9 (16): 323 pp.
- Global Biodiversity Information Facility. GBIF. Disponível em <<https://www.gbif.org>>. Acesso 8 Mai. 2023.
- Giam, X., Bradshaw, C.J.A., Tan, N. & Sodhi, S. 2010. Future Habitat Loss and the Conservation of Plants Biodiversity. *Biological Conservation* 143: 1594–1602.
- Glime, J.M. 2007. *Bryophyte Ecology. Volume 1. Physiological Ecology*. Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists. Disponível em <<http://www.bryoecol.mtu.edu/>>. Acesso 20. Mar. 2023.
- Gottsche, C.M., Lindenberg, J.B. G. & Nees, S.G. 1844. *Synopsis Hepaticarum*, fasc. 1. Meissner, Hamburg, pp. 1–144.
- Gottsche, C.M. & Rabenhorst, L. 1877. Hepaticae Europaeae. Die Lebermoose Europa 's unter Mitwirkung mehrerer namhafter Botaniker. *Decades* 62–64. Dresden, pp. 611–640.
- Gradstein, S.R. & Costa, D.P. 2003. The Hepaticae and Anthocerotae of Brazil. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 87: 1–318.
- Gradstein, S.R., Churchill, S.P. & Salazar-Allen, N. 2001. Guide to the Bryophytes of Tropical America. *Memoirs of The New York Botanical Garden* 86: 1–577.

- Gradstein, S.R. & Váña, J. 1987. Tropical Laurasian liverworts. On the occurrence of Laurasian liverworts in the tropics. *Memoirs of The New York Botanical Garden*. 45: 388–425.
- Grolle, R. 1966. Die typisierung von *Jungermannia* L. und *J. lanceolata* L. *Taxon* 15(5): 186–191.
- Grolle, R. 1971. Die Lebermoose der Crozet-Inseln (Subantarktis). *Lindbergia* 1: 80–82.
- Grolle, R. 1971. Jamesoniella und Verwandte. *Feddes Repertorium* 82(I): 1–99.
- Heckman, C.A. 1970. Spore wall structure in the Jungermanniales. *Grana*, 10(2): 109–119.
- Heinrichs, J., Gradstein, S.R., Wilson, R. & Schneider, H. 2005a. Towards a natural classification of liverworts (Marchantiophyta) based on the chloroplast gene *rbcL*. *Cryptogamie Bryologie* 26: 131–150.
- Heinrichs, J., Lindner, M., Gradstein, S.R., Groth, H., Buchbender, V., Solga, A. & Fischer, E. 2005b. Origin and subdivision of *Plagiochila* (Jungermanniidae: Plagiochilaceae) in tropical Africa based on evidence from nuclear and chloroplast DNA sequences and morphology. *Taxon* 54: 317–333.
- Hentschel, J., Paton, J.A., Schneider, H. & Heinrichs, J. 2007. Acceptance of *Liochlaena* Ness and *Solenostoma* Mitt., the systematic position of *Eremonotus* Pearson and notes on *Jungermannia* L. s.l. (Jungermanniidae) bases on chloroplast DNA sequence data. *Planta Systematics and Evolution* 268: 147–157.
- Hooker, W. J. 1816. British Jungermanniae. Part. 20–22. Tab. 77–84. Longmans, London.
- Hooker, W.J. & Taylor, T.M.D. 1827. *Muscologia britannica* containing the mosses of Great Britain and Ireland. Longmans, London, pp. 69–76.
- Hylander, K., Jonsson, B.G. & Nilsson, C. 2002. Evaluating buffer strips along boreal streams using bryophytes as indicators. *Ecological Applications* 12: 797–806.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio. 2015. Parque Nacional da Serra da Bocaina, 2015. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/parnaserradabocaina/quem-somos.html>>. Acesso em: 16. Nov. 2022.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Parques nacionais: Brasil. Brasília/SãoPaulo: Empresa das Artes, 1987. 187p
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. 2nd edn. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Brazil. <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>. 02. Mar. 2023.

- JSTOR. Disponível em <<https://www.jstor.org/>> . Acesso 08. Abr. 2023.
- Klink, C.A. & Machado, R.B. 2005. A conservação do Cerrado Brasileiro. Megadiversidade 1: 147–155.
- Konstantinova, N.A. 2001. *Eremonotus myriocarpus* (Carr.) Lindb.& Kaal. An Addition To The Hepatic Flora of Russia. Arctoa 10: 115-120.
- Lewinsohn, T.L. & Prado, P.I. 2005. Quantas espécies há no Brasil? Megadiversidade 1: 36–42.
- Lindenberg, J.B.G. 1829. Synopsis Hepaticarum Europaeorum. Nov. Act. Acad. Caes. Leop.Carol. 24(Suppl.): 41-133.
- Lindenberg, I.B.G. & Gottsche, C.M. 1847. Species Hepaticarum. Fasciculus VI. Jungermannieae, Trichomanoideae, Lepidozia. Bonnae
- Luizi-Ponzo, A.P. 1995. Morfologia de esporos da família Dicranaceae (Bryopsida-Bryophyta). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, Rio de Janeiro, 123 pp.
- Luizi-Ponzo, A.P. & Barth, O.M. 1998. Spore morphology of some Bruchiaceae species (Bryophyta) from Brazil. Grana 37: 222–227.
- Luizi-Ponzo, A.P. & Melhem, T.S. 2006. Spore morphology and ultrastructure of the tropical moss *helicophyllum torquatum* (Hook.) Brid. (Helicophyllaceae) in relation to systematics and evolution. Cryptogamie Bryologie 27(4): 413–420.
- Nees, C.G. 1836. Naturgeschichte der Europäischen Lebermoose.Vol. 2. August Rücker. Berlin 499 pp.
- Nees, C.G. & Montagne, J.F.C. 1836. Jungermanniearum herbarii Montagneani species. Annales des Sciences Naturelles; Botanique (sér. 2) 5: 52–72.
- Newton, M.E. 1983. Spore germination and sporeling development in *Jungermannia sphaerocarpa* Hook. Journal of Bryology 12(3): 471–477.
- Oliveira, H.C. & Mota, S.O. 2016. Vertical distribution of epiphytic bryophytes in Atlantic Forest fragments in northeastern Brazil. Acta Botanica Brasilica 30: 609-617.
- Ono, M. 1966. Spore morphology of Jungermanniales (Hepaticae). Japanese Journal of Botany. 41: 17–22.
- Orrego, O. & Uribe, J. M. 2004. Hepáticas (Marchantiophyta) del departamento del Quindío, Colombia. Biota Colombiana 5(2): 209-2016.
- Paton, J.A. 1999. The liverwort flora of the British Isles. Harley Books. Colchester. 626 pp.
- Peralta, D.F. 2005. Musgos (Bryophyta) do Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA), São Paulo, Brasil. Dissertação. São Paulo: Instituto de Botânica.

- Piippo, S. 1990. Annotated catalogue of Chinese Hepaticae and Anthocerotae. *Journal of the Hattori Botanical Laboratory* 68: 1–192.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S., & Le Thomas, A. (2007). Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143(1–2): 1–81.
- Qing-Hua W, Jian Z, Yang L, Yu J, Yuan-Nian J, Bo X, Zhi-Duan C. 2022. Diversity, phylogeny, and adaptation of bryophytes: insights from genomic and transcriptomic data. *Journal of Experimental Botany* 73: 4306-4322.
- Sahu, N., Alam, A., Rawat, K.K. & Verma, P.K. 2014. Spore morphology of some Indian species of *Asterella* P. Beauv. (Marchantiophyta). *Journal of American Science* 10(4): .
- Sahu, V. & Asthana, A.K. 2013. *liochlaena subulata* (A. Evans) Schljakov (Jungermanniaceae, Marchantiophyta): an addition to the hepatic floral of eastern Himalaya. *Geophytology* 42(2): 135–138.
- Schiffner, V. 1890. Lebermoose (Hepaticae) mit Zugrundelegung der von Dr. A.C.M. Gottsche ausgeführten Vorarbeiten. In: Engler A (Ed.) *Die Forschungsreise S. M. S. "Gazelle", IV. Theil. Botanik* 4. Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlin, pp. 1–45.
- Schiffner, V. 1893a. Ueber exotische Hepaticae, hauptsächlich aus Java, Amboina und Brasilien, nebst einigen morphologischen und kritischen Bemerkungen über Marchantia. *Nova Acta Academiae Caesareae Leopoldino-Carolinae Germanicae Naturae Curiosorum* 60 (2): 219–316.
- Schuster, R.M. 1969. Problems of antipodal distribution in lower land plants. *Taxon*(1): 46–91.
- Shaw B, Crandall-Stotler, B. Vána, J., Stotler, R.E., von Konrat, M.J.J., Davis, C.E., Long, D.G., Sova P. & Shaw A.J. 2015. Phylogenetic relationships and morphological evolution in a major clade of leafy liverworts (phylum Marchantiophyta, order Jungermanniales): suborder Jungermanniineae. *Systematic Botany* 40 (1): 27–45.
- Shiikawa, M. 1956. Geological study of limonite deposits (1)–Limonite deposits in Akita Pref. Mem. Gakugei Fac., Akita Univ Natural Science 6: 45–74.
- Shiikawa, M. 1959. Limonitic iron-ores from Japan. Study on the bedded limonitic iron-ore deposits in Japan (3). Mem. Gakugei Fac., Akita Univ. Natural Science 9: 1–14.
- Shiikawa, M. 1960. Studies on the Bedded Limonitic Iron-Ore Deposits in Japan with Special Reference to their Genesis and Minor Elements. *Mine Geology* 10(40): 65–84.
- Silva, J.M.C. & Garda, A. 2011. Padrões e processos biogeográficos na Amazônia. *Biogeografia da América do Sul: Padrões e Processos*. Roca, pp. 189–197.

- Söderström, L., Gradstein, S.R. & Hagborg, A. 2010a. Checklist of the hornworts and liverworts of Java. *Phytotaxa* 9: 53–149.
- Söderström, L., Hagborg, A., Konrat, M., Bartholomew-Began, S., Bell, D., Briscoe, L., Brown, E., Cargill, D.C., Costa, D.P., Crandall-Stotler, B.J., Cooper, E.D., Dauphin, G., Engel, J.J., Feldberg, K., Glenny, D., Gradstein, S.R., Xiaolan He, Heinrichs, J., Hentschel, J., Ilkiu-Borges, A.L., Katagiri, T., Konstantinova, N.A., Larraín, J., Long, D. G., Nebel, M., Pócs, T., Puche, F., Reiner-Drehwald, E., Renner, M.A.M., Sass-Gyarmati, A., Schäfer-Verwimp, A., Moragues, J.G.S., Stotler, R.E., Sukkharak, P., Tiers, B.M., Uribe, J., Váña, J., Villarreal, J.C., Wigginton, M., Zhang, L. & Rui-Liang, Z. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59: 1–828.
- Söderström, L., Hagborg, A., von Konrat, M. & Séneca, A. 2013. The Guaraní Land – checklist of hornworts (Anthocerotophyta) and liverworts (Marchantiophyta) of Paraguay. *Polish Botanical Journal* 58 (1): 267–277.
- Söderström, L., Urmi, E. & Váña, J. 2002. Distribution of hepaticae and anthocerotae in Europe and Macaronesia. *Lindbergia* 27 (1): 3–47.
- Söderström, L., Váña, J., Hagborg, A. & von Konrat, M. 2013c. Notes on Early Land Plants Today. 35. Notes on Lophoziaceae (Marchantiophyta). *Phytotaxa* 97 (2): 27–35.
- Stehmann, J. R., Forzza, R.C., Salino, A., Sobral, M., Costa D.P. & Kamino, L.H.Y. 2009. *Plantas da Floresta Atlântica*. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 505 p.
- Stotler, R.E. & Crandall-Stotler, B.J. 2017. A synopsis of the liverwort flora of North America north of Mexico. *The Bryologist* 108(1): 16–26.
- Schumacker, R. & Váña, J. 1999. Two new liverworts for Europe in Macaronesia: *Odontoschisma prostratum* (Sw.) Trevis. on the Azores and *Jungermannia callithrix* Lindenb. & Gottsche on the Azores and Madeira. *Tropical Bryology* 17: 115–127.
- TROPICOS. Disponível em <<http://www.tropicos.org/>> Acesso 01. Mai. 2023.
- Váña, J. 1973. Studien über die Jungermannioideae (Hepaticae), 2. *Jungermannia*. *Folia Geobot. Phytotax.* 8: 225–309.
- Váña, J. 1974a. Studien über die Jungermannioideae (Hepaticae), 4. *Jungermannia*. Subg. *Plectocolea* and Subg. *Solenostoma*: Allgemeines, süd-und mittelamerikanische Arten. *Folia Geobot. Phytotax.* 9: 179–208.

- Váña, J. 1974b. Studien über die Jungermannioideae (Hepaticae), 5. *Jungermannia*. Subg. *Plectocolea* and Subg. *Solenostoma*: Afrikanische Arten. Folia Geobot. Phytotax. 277–312.
- Váña, J. 1974c. Studien über die Jungermannioideae (Hepaticae), 6. *Jungermannia*. Subg. *Solenostoma*: Europäische und nordamerikanische Arte. Folia Geobot. Phytotax. 9: 369–423.
- Váña, J. 1996. Notes on the Jungermanniaceae of the World. Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. bot.. 67(1): 99-107.
- Vanderpoorten, A. & Goffinet, B. 2009. Introduction to Bryophytes. Cambridge University Press.
- Veloso, H.P., Rangel Filho, A.L.R. & Lima, J.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, 123 pp.
- Wagner, D.H. 2013. *Rivulariella*, Gen. Nov. (Jungermanniaceae), endemic to western North America. Phytoneuron 10: 1–9.
- Withering, W. 1796. An arrangement of British Plants, ed. 3. M. Swinney, Birmingham. pp. 513– 920.
- Wodehouse, R.P. 1935. Pollen grains: their structure, identification and significance in science and medicine. First Edition. McGrawhill Book Company, New York.
- Yano, O. & Luizi-Ponzo, A. P. 2006. *Chonecolea doellingeri* (Chonecoleaceae, Hepaticae), taxonomia e distribuição geográfica no Brasil. Acta Botanica Brasilica 20(4): 783–788.
- Xper3. 2023. Available from: <<http://www.xper3.fr/>>. Acesso 5. Mai. 2023.
- Zander, R.H. 2003. Glycerin jelly as a substitute for Hoyer's solution mountant. Res Botânica: Methods. Disponível em <<http://www.mobot.org/plantscience/ResBot/Meth/GlycerinJelly.htm>>. Acesso 07. Ago. 2022.